

Sistema Integral de Monitoreo para la Detección de Cultivos Ilícitos (Proyecto - SIMDCI)

Comprehensive Monitoring System for Detection of Illicit Crops (Project - SIMDCI)

Jairo J. Pinto, *Comando Nacional Antidrogas de la Guardia Nacional Bolivariana*
Franklin J. Arias, *Comando Nacional Antidrogas de la Guardia Nacional Bolivariana*

Resumen—Este artículo describe la metodología utilizada para detectar actividades asociadas con el tráfico ilícito de drogas en la frontera venezolana con Colombia, a través de la utilización de imágenes de los satélites Miranda, Landsat-8, Sentinel-2, entre otros sensores, ya que Venezuela por su privilegiada ubicación geográfica en América del Sur y su extensa frontera con Colombia, se ve afectada por esta actividad delictiva. En este sentido, se ha desarrollado el Sistema Integral de Monitoreo para la Detección de Cultivos Ilícitos (SIMDCI) de la Guardia Nacional Bolivariana como una herramienta científico-tecnológica que a través de la aplicación de los Sistemas de Información Geográfica y la Percepción Remota, permite generar productos de Inteligencia Geoespacial (GEOINT) destinados principalmente a la destrucción y erradicación de cultivos ilícitos, campamentos clandestinos, pistas no autorizadas, entre otros elementos de interés. El área de estudio corresponde a la región fronteriza venezolana con Colombia, desde el extremo norte del estado Zulia hasta el extremo este del estado Apure, ya que, por su valor geoestratégico para el desarrollo y la seguridad integral del país, requieren especial atención. Se emplearon como métodos de análisis el procesamiento digital de imágenes satelitales a través de la aplicación del Análisis Espacial de Imágenes Basado en Objetos Geográficos (GOBIA), el Modelo Lineal de Mezcla Espectral (MLME), el uso de RPAS y la verificación de campo. Se han obtenido resultados de gran relevancia para el Estado venezolano que han permitido contribuir significativamente en el mantenimiento del Orden Interno y la Seguridad Integral de la Nación.

Palabras Claves: Cultivos ilícitos, frontera, inteligencia geoespacial, percepción remota, tráfico ilícito de drogas.

Abstract—This article describes the methodology used to detect activities associated with illicit drug trafficking along the Venezuelan border with Colombia, through the use of images from satellites Miranda, Landsat-8, Sentinel-2, among others sensors, since Venezuela because of its privileged geographical location in South America and its extensive border with Colombia, is affected by this criminal activity. In this regard, the Bolivarian National Guard Comprehensive Monitoring System for Detection of Illicit Crops (SIMDCI) has been

developed as a scientific-technological tool that, through the application of Geographic Information Systems (GIS) and Remote Sensing, allows to generate products of Geospatial Intelligence (GEOINT) destined mainly for the destruction and eradication of illicit crops, clandestine camps, tracks not authorized, among other elements of interest. The study area corresponds to the Venezuelan border region with Colombia, from the extreme north of the state of Zulia to the extreme east of Apure state, because of their geostrategic value for the development and integral security of the country, they require special attention. Digital satellite image processing, through the application of Geospatial Object-Based Image Analysis (GOBIA), Linear Spectral Mixture Model (MLME), use of RPAS and field verification are used as methods of analysis. Operational results of great relevance have been obtained for the Venezuelan State that have allowed to contribute significantly in the maintenance of the Internal Order and the Integral Security of the Nation.

Keywords: Border, geospatial intelligence, illicit crops, illicit drug trafficking, remote sensing,

I. INTRODUCCIÓN

EL problema mundial de las drogas constituye un reto de alcance global que incide negativamente en la seguridad y bienestar de toda la humanidad. En el contexto internacional y nacional se han tomado medidas destinadas al control, prevención y erradicación de este suceso delictivo. Sin embargo, los respectivos controles no han impedido en su totalidad la expansión y organización del tráfico ilícito de drogas y sus efectos sobre los ámbitos económicos, políticos, social, militar, geográfico, ambiental, cultural, organizacional y tecnológico, lo que constituye una amenaza para el Orden Interno de un país. Dentro de esta perspectiva, en un país de privilegiada ubicación geográfica en América del Sur como Venezuela, la identificación y monitoreo de diversos tipos de actividades ilícitas relacionadas principalmente con el tráfico ilícito de drogas en las regiones fronterizas (cultivos ilícitos, pistas no autorizadas, campamentos clandestinos destinados al procesamiento ilícito de drogas, trochas y vías ilícitas) constituyen un creciente desafío para la seguridad y defensa integral de la Nación. Estas actividades, en su mayoría, son

desarrolladas en la región fronteriza venezolana con Colombia, país considerado como el primer productor mundial de Cocaína [16], donde el territorio venezolano es empleado por las organizaciones criminales como puente o país de tránsito para el tráfico ilícito de drogas hacia las Islas del Caribe, Centroamérica, Norteamérica, Europa y África [18]. Por consiguiente, la región fronteriza venezolana con Colombia requiere por parte del Estado venezolano y de sus instituciones, aplicar herramientas y métodos científicos que le permitan fortalecer las investigaciones y análisis destinados a erradicar las actividades asociadas con el tráfico ilícito de drogas que ocurren en el espacio geográfico venezolano. Es por ello que el Comando Nacional Antidrogas de la Guardia Nacional Bolivariana crea el Sistema Integral de Monitoreo para la Detección de Cultivos Ilícitos (SIMDCI- Antidrogas), el cual mediante las bondades que ofrece el VRSS-1 (Satélite Miranda) y otros sensores, permite generar inteligencia geoespacial del territorio nacional a través del empleo de la percepción remota, sistemas de información geográfica, análisis espacial, sistema de aeronaves pilotada a distancia (RPAS, por sus siglas en inglés) y verificación de campo.

II. CARACTERIZACIÓN DEL PROBLEMA

En la actualidad, los avances científicos en la búsqueda de nuevo conocimiento, ha motivado la creación de toda una serie de tecnologías y procesos que se consideran un arte, una ciencia, una disciplina o herramienta que busca obtener información detallada de los fenómenos distantes [10], [12] y [20], a través del procesamiento de información capturada por instrumentos como los sensores remotos, proceso denominado percepción remota.

En este contexto la Oficina de las Naciones Unidas Contra la Droga y el Delito (UNODC por sus siglas en inglés), ha implementado la percepción remota para el monitoreo de actividades asociadas con el tráfico ilícito de drogas en países como Colombia, Bolivia, Perú, Ecuador, Afganistán, Laos, Myanmar, México, Marruecos, y Nigeria [16].

La República Federativa del Brasil a través de sus instituciones como el Instituto Nacional de Pesquisas Espaciales (INPE) y el Centro Gestor y Operacional del Sistema de Protección de la Amazonia (CENSIPAM), realiza el monitoreo de su territorio, con especial énfasis en su región amazónica y fronteriza de forma sistemática, mediante el empleo de técnicas de percepción remota apoyado por los sistemas de información geográfica, permitiéndole obtener productos de inteligencia geoespacial para el apoyo en la toma de decisiones.

Por otra parte, la Agencia Nacional de Inteligencia Geoespacial de los Estados Unidos (NGA, por sus siglas en inglés) tiene como misión principal la producción de inteligencia geoespacial pertinente, oportuna y precisa mediante la integración de la percepción remota, sistemas de información geográfica y datos colaterales destinados al apoyo de la seguridad nacional de ese país, entre las que se destaca la producción de productos de inteligencia geoespacial (GEOINT por sus siglas en inglés) destinados a la lucha antidrogas [13].

Dentro de este marco, la Comisión Interamericana para el Control del Abuso de Drogas (CICAD) señala que el problema mundial de las drogas, incluidos sus costos políticos,

económicos, sociales y ambientales, constituye un fenómeno complejo, dinámico y multicausal que impone un desafío a los Estados y a sus gobiernos, lo que implica ser abordado de forma integral, equilibrada y multidisciplinaria [4].

Ahora bien, la República Bolivariana de Venezuela se localiza al norte de América del Sur, cuenta con una gran diversidad geográfica y agroecológica debido a su condición de país Caribe, Andino, Llanero y Amazónico [5].

Es considerada internacionalmente como un país de tránsito ilícito de drogas; distinción que es asumida debido a la privilegiada situación geográfica del país; ya que se encuentra ubicada en la zona intertropical del continente americano y cuenta con sendas fachadas atlántica y caribeña, generando que el territorio venezolano sea llamativo para el tránsito de drogas procedentes de Colombia, hacia destinos internacionales [17].

En este contexto, se destacan los 2.219 km de frontera terrestre con Colombia, país que se ha caracterizado por ser uno de los principales productores de cocaína a nivel mundial. Por consiguiente, la situación de vecindad geográfica con Colombia constituye una amenaza no solo desde el punto de vista del tráfico, sino de la producción, que si bien es cierto Venezuela ha sido declarada internacionalmente como país libre de cultivos ilícitos, el denominado “efecto globo” o “traslado de los cultivos ilícitos” es un hecho que representa una amenaza ante la cual el Estado venezolano debe mantenerse vigilante, especialmente en la región fronteriza con Colombia [17].

En virtud de lo planteado, de acuerdo al censo de cultivos de coca desarrollado por el proyecto SIMCI-Colombia, puede apreciarse en la Fig. 1. la variación 2015-2016 y la proximidad de los cultivos de coca, presentes en el Departamento del Norte de Santander de la República de Colombia, con la línea fronteriza de Venezuela en el estado Zulia [16].

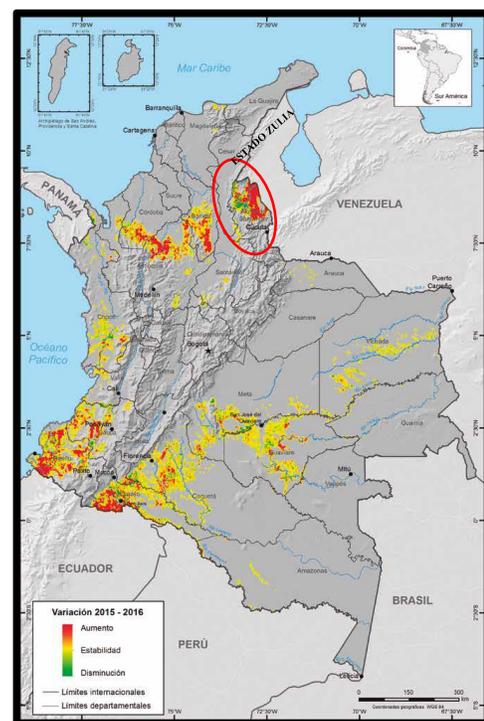


Fig. 1. Variación de Cultivos de Coca en Colombia, 2015 - 2016
Fuente: Oficina de las Naciones Unidas Contra la Droga y el Delito (UNODC, 2017).

Otro hecho, que es de importancia considerar, corresponde a la presencia de campamentos ubicados en la región fronteriza dedicados al procesamiento de pasta base y clorhidrato de cocaína, en este sentido el comportamiento del fenómeno de las drogas en el país no debe desligarse de la evolución de la política antidrogas de Colombia, cuyo desarrollo pudiera abrir la puerta al incremento de la violencia en la región fronteriza del país, así como también la presencia de problemas ambientales.

Dentro de este marco, en la Tabla I, se mencionan algunas de las actividades asociadas con el tráfico ilícito de drogas que modifican el espacio geográfico venezolano y han sido combatidas por los organismos competentes (Comando Nacional Antidrogas, Oficina Nacional Antidrogas y la Fuerza Armada Nacional Bolivariana), apreciándose que la mayor dinámica espacial vinculada con este tipo de actividades se desarrolla principalmente en la región fronteriza con Colombia.

TABLA I
ACTIVIDADES ASOCIADAS CON EL TRÁFICO ILÍCITO DE DROGAS

Nro.	AÑO	ESTADO	ACTIVIDAD ASOCIADA CON EL TRÁFICO ILÍCITO DE DROGAS
1	2007	Zulia	Localización y destrucción de 13 laboratorios para el procesamiento de cocaína.
2	2008	Apure	Destrucción de 157 pistas no autorizadas.
3	2008	Falcón	Destrucción de 16 pistas no autorizadas.
4	2008	Zulia	Localización y destrucción de 10 laboratorios para el procesamiento de cocaína.
5	2008	Bolívar	Destrucción de 33 pistas no autorizadas.
6	2009	Zulia	Localización y destrucción de 19 laboratorios para el procesamiento de cocaína.
7	2009	Táchira	Localización y destrucción de 07 laboratorios para el procesamiento de cocaína.
8	2010	Zulia	Localización y destrucción de 18 laboratorios para el procesamiento de cocaína.
9	2010	Zulia	Destrucción de 05 pistas no autorizadas.
10	2010	Apure	Destrucción de 02 pistas no autorizadas y 09 muelles clandestinos.
11	2011	Táchira y Zulia	Localización y destrucción de 17 laboratorios para el procesamiento de cocaína.
12	2011	Apure	Destrucción de 45 pistas no autorizadas
13	2012	Apure, Amazonas y Zulia Estado Apure	Destrucción de 36 pistas no autorizadas
14	2012	Zulia, Delta Amacuro, Táchira, Zulia y Apure	Localización y destrucción de 24 laboratorios para el procesamiento de cocaína
15	2013	Apure	Destrucción de 56 pistas no autorizadas
16	2014	Zulia	Localización y destrucción de 20 laboratorios para el procesamiento de cocaína
17	2014	Apure	Destrucción de 27 pistas no autorizadas
18	2015	Zulia	Destrucción de 02 laboratorios para el procesamiento de cocaína, erradicación de 24,5 hectáreas de Coca.
19	2016	Zulia	Destrucción de 04 laboratorios para el procesamiento de cocaína, erradicación de 34 hectáreas de Coca.
20	2017	Zulia	Destrucción de 05 laboratorios para el procesamiento de cocaína.

Fuente: Recopilación documental de las Revistas "Balance de la Lucha Antidrogas en Venezuela (años 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013), Prensa Senderos de Apure (2014), Revista Vanguardia Operativa 2016 y Archivo del Comando Nacional Antidrogas, 2017.

Uno de los aspectos fundamentales para la detección de elementos vinculados con el tráfico ilícito de drogas, se refiere a la disponibilidad de información actualizada del espacio geográfico afectado.

En este contexto, la integración de satélites de percepción remota, los sistemas de información geográfica y RPAS son considerablemente oportunos para la generación de inteligencia geoespacial antidrogas, ya que algunas de las actividades vinculadas con el tráfico ilícito de drogas son de naturaleza eminentemente geográfica, motivo por el cual pueden contribuir para la detección y combate de esta actividad delictiva. Cabe agregar, que la creciente disponibilidad de datos para la comunidad científica internacional provenientes de sensores remotos, permiten análisis más detallados y frecuentes del espacio geográfico, desarrollando soluciones aplicadas a problemas específicos de la sociedad.

En este sentido, se puede apreciar que la región fronteriza de Venezuela con Colombia, de acuerdo a la problemática descrita, requiere especial atención ya que se encuentra constantemente afectada por la ocurrencia de actividades asociadas con el tráfico ilícito de drogas, principalmente por la presencia de cultivos ilícitos de coca, campamentos destinados al procesamiento ilícito de drogas y pistas no autorizadas empleadas por organizaciones dedicadas al tráfico ilícito de drogas, por lo que es indudable la necesidad para Venezuela de que al igual que otros países de la región de un paso importante en su propia experiencia en cuanto al monitoreo de estas actividades a través de la creación y ejecución del proyecto SIMDCI, permitiendo de esta manera, identificar y cuantificar dónde, cómo y en qué magnitud afectan a la región fronteriza venezolana estas actividades y cuál es su dinámica temporal, sentando de esta manera las bases científicas para la planificación y ejecución de operaciones que combatan de manera oportuna y eficiente esta amenaza al Orden Interno, así como reforzar el reconocimiento internacional de Venezuela como país libre de cultivos ilícitos.

III. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

A. Inteligencia Geoespacial

La Inteligencia Geoespacial (GEOINT, por sus siglas en inglés), constituye una categoría de la inteligencia que ha evolucionado a través de la integración de diversas disciplinas, como el Análisis e Inteligencia de Imágenes (IMINT, por sus siglas en inglés), provenientes de sensores remotos (satélites de observación terrestre ópticos y de radar, RPAS), los Sistemas de Información Geográfica (SIG), percepción remota, cartografía, entre otros datos relacionados con el espacio geográfico [13].

Comprende el análisis y explotación de información geoespacial para describir, evaluar y presentar características físico-naturales y actividades de la superficie terrestre, geográficamente referenciadas, la cual abarca cada día mayores aplicaciones que pueden ser empleadas en la resolución de diferentes problemas, por ejemplo, la lucha contra el tráfico ilícito de drogas, problemas de índole ambiental, social, político, geográfico, organizacional, militar, entre otros. En términos generales, la GEOINT ayuda a proporcionar en tiempos oportunos, productos integrados en apoyo a la toma de decisiones.

B. Satélite Miranda

El Estado venezolano, en la búsqueda de generar soluciones a muchos de los problemas sociales, políticos, económicos y ambientales del país, colocó en órbita, el 28 de septiembre de 2012, el primer satélite venezolano de percepción remota (VRSS-1, por sus siglas en inglés), el cual fue nombrado como satélite Miranda el 10 de febrero de 2012, con el objetivo de fortalecer las políticas públicas en los diferentes ámbitos: económico, social, político, cultural, geográfico, ambiental y militar [2].

En tal sentido, se han obtenido imágenes del territorio nacional y áreas de interés geoestratégico para la Nación, las cuales apoyan en la elaboración de productos GEOINT, destinados a garantizar la seguridad, defensa, desarrollo integral y mantenimiento del Orden Interno del país.

Se caracteriza técnicamente por dos grupos de sensores, con un tiempo de vida útil de aproximadamente cinco años. El primer grupo está conformado por sensores de alta resolución (Pancromatic Multispectral Camera, PMC, por sus siglas en inglés.) de 2,5 metros de resolución espacial para las imágenes pancromáticas y de 10 metros de resolución espacial para las imágenes multiespectrales, generando imágenes con una cobertura de 57 kilómetros de ancho [2]. Sin embargo, en la actualidad se obtienen dos tipos de imágenes de este sensor de aproximadamente 30 kilómetros de ancho, siendo identificadas como PMC-1 y PMC-2.

El segundo grupo de sensores, es de barrido ancho (WMC, por sus siglas en inglés), captura imágenes multiespectrales de 16 metros de resolución espacial con una cobertura de 369 kilómetros de ancho por imagen [2]. De igual manera, actualmente se obtienen dos tipos de imágenes de este sensor de aproximadamente 185 kilómetros de ancho, siendo identificadas como WMC-1 y WMC-2.

Su peso es de 880 kilogramos, y se encuentra a 639,54 km de altura en una órbita heliosincrónica, con un período de revisita de 57 días para los sensores PMC, y de 12 días para los sensores WMC, sin control de maniobra. No obstante, si se desea acortar estos tiempos, está diseñado para realizar maniobras de $\pm 31^\circ$ de inclinación, acortando los tiempos de revisita a 4 días /PMC y de 3 días /WMC, por su parte, posee una resolución radiométrica de 10 bits [2]. Actualmente las imágenes distribuidas a los usuarios poseen niveles de procesamiento 0, 1, 2A y 2B.

C. Landsat-8

Denominado *Landsat Data Continuity Mission* (LDCM por sus siglas en inglés) es el octavo satélite de observación de la serie Landsat, fue lanzado el 11 de febrero de 2013, desde Vandenberg Air Force Base, California a las 18:02.536 UTC, continua el legado de archivo de los anteriores satélites convirtiéndose en una de las plataformas de observación de la tierra de mediana resolución con más historia; programa que amplía, mejora y avanza en el registro de imágenes multiespectrales, manteniendo la misma calidad de sus siete predecesores [1].

Incorpora dos instrumentos de barrido: el sensor *Operational Land Imager* (OLI por sus siglas en inglés), y un sensor térmico infrarrojo llamado *Thermal Infrared Sensor* (TIRS por sus siglas en inglés), tiene una vida útil de 5 años, pero lleva suficiente combustible para 10 años de operaciones, se

encuentra a 705 km por encima de la Tierra en una órbita heliosincrónica. La resolución radiométrica es de 16 bits, su revisita es de 16 días, el tamaño aproximado de las escenas es de 170 km de norte-sur por 183 km de este a oeste.

El sensor OLI, consta de nueve bandas, ocho bandas multiespectrales (1 a la 7 y la 9) con una resolución espacial de 30 m y una banda pancromática de 15 m de resolución espacial. El sensor TIRS, posee dos bandas térmicas (10 y 11) de 100 m de resolución espacial.

D. Sistema de Aeronave Pilotada a Distancia (RPAS)

De acuerdo a la Organización de Aviación Civil Internacional (ICAO, por sus siglas en inglés), una aeronave es cualquier aparato que debe su sustentación en la atmósfera a las reacciones del aire distintas de las reacciones del aire contra la superficie de la Tierra, en este particular un RPAS (*Remotely Piloted Aircraft Systems*) es definido como una aeronave no tripulada que es controlada a distancia, bien sea desde otro lugar, en tierra, desde otro aparato aéreo o desde el espacio; programado y completamente autónomo [8].

Se clasifican de acuerdo a su uso (militar, gubernamental no militar y civil); por tipo de clase (ala fija, multi-ejes o multirrotor); por tipo de control (autónomos, monitorizados, supervisados, pre-programados, control remoto); por su peso y por su altura y alcance.

Los RPAS, han tomado cada vez mayor importancia en diferentes campos de actuación, constituyéndose en una herramienta tecnológica de gran utilidad ya que, al tratarse de una aeronave no tripulada, trae consigo beneficios considerables por el simple hecho de eliminar el riesgo que puede ser sometido el factor humano [9].

Su utilización es sumamente diversa, y dependerá si son de carácter civil o de defensa militar-policial; van desde la vigilancia en zonas fronterizas, lucha contra el tráfico ilícito de drogas, reconocimiento de instalaciones, monitoreo, planificación, inteligencia, para fines científicos, gestión ambiental, fines recreativos, animación, cine, en general, poseen un empleo muy amplio que permite contribuir con la seguridad y defensa de una Nación.

E. Análisis de Imágenes Basado en Objetos Geográficos

El Análisis Espacial de Imágenes Basado en Objetos Geográficos (GOBIA, por sus siglas en inglés), es definido como un sub-disciplina de la percepción remota, dedicada a descomponer las imágenes provenientes de sensores remotos en objetos semánticos, es decir en un objeto concreto, así como también, permite acceder a las respectivas características por medio de una escala espacial, espectral y temporal [9].

Requiere la segmentación de imágenes en objetos homogéneos, lo que posibilita que otros atributos como el tamaño, la textura, la forma y las relaciones de proximidad de los objetos sean usados como descriptores de cada objeto, además de permitir que otros datos geográficos, como el modelo digital del terreno, sean integrados en el proceso de clasificación de imágenes [14].

F. Modelo Lineal de Mezcla Espectral (MLME)

Los sensores remotos miden la radiancia espectral reflejada o emitida de los objetos presentes en la superficie terrestre. En este sentido, el registro de esa intensidad de energía emitida por

un objeto, es hecho dentro de un elemento de resolución denominado pixel, los cuales pueden estar incluidos diferentes elementos de la cobertura superficial, esto genera lo que se denomina mezcla espectral, es decir la respuesta espectral de un pixel de la imagen es el resultado de la combinación de la respuesta espectral de cada uno de los componentes que conforma el pixel [20].

En este particular, el MLME se caracteriza por ser una técnica del procesamiento digital de imágenes satelitales que estima las proporciones de los componentes básicos o puros existentes en cada píxel de la imagen, a partir de la respuesta espectral en las diferentes bandas individuales de la imagen de satélite.

Al respecto, la aplicación del MLME ha permitido detectar y analizar diferentes elementos del espacio geográfico, principalmente en áreas donde la vegetación es muy densa, ya que permite transformar la información espectral de las imágenes originales, en otras con pleno significado físico que facilita la interpretación, además de realzar las características específicas de los elementos en el terreno.

IV. SISTEMA INTEGRAL DE MONITOREO PARA LA DETECCIÓN DE CULTIVOS ILÍCITOS (PROYECTO - SIMDCI)

A. Antecedentes

En el año 2015, motivado a la reestructuración del Comando Nacional Antidrogas de la Guardia Nacional Bolivariana, mediante resolución del Ministerio del Poder Popular para la Defensa Nro. 009608, de fecha 24/04/2015 y recomendaciones en función a los resultados de una tesis de maestría en el área de análisis espacial y gestión del territorio, se da inicio a la creación de un proyecto que permita generar inteligencia geoespacial destinada a monitorear áreas potenciales de cultivos ilícitos en la región fronteriza venezolana con Colombia, así como también, detectar aquellas actividades vinculadas con el tráfico ilícito de drogas que sean apreciables a través de sensores remotos y sistemas de información geográfica.

B. Concepto y funcionamiento

El proyecto SIMDCI, es el Sistema Integral de Monitoreo para la Detección de Cultivos Ilícitos del Comando Nacional Antidrogas. Utiliza imágenes provenientes del VRSS-1, Landsat-8, entre otros sensores, información de cartografía base, datos de campo, datos meteorológicos, datos provenientes de RPAS; que al ser integrados con la información de inteligencia administrada por el Comando Nacional Antidrogas, permite generar productos GEOINT; destinados a fortalecer y asesorar en la planificación estratégica de las operaciones antidrogas y en las políticas públicas que ejerce el Estado en la lucha frontal y determinante contra el tráfico ilícito de drogas, delito de lesa humanidad y pluriofensivo por cuanto causa graves daños a la salud física y moral de la sociedad venezolana, además de representar una amenaza para el orden interno del país.

Para su funcionamiento, se realizó un proceso de captación y selección de profesionales del área de las geociencias egresados de las principales universidades del país, quienes fueron formados en la categoría militar de oficiales asimilados y un

oficial de la categoría militar de comando, cartógrafo militar, especialista en percepción remota y SIG, capacitado en el Instituto Nacional de Investigaciones Espaciales de la República Federativa de Brasil.

Posteriormente, mediante un punto de cuenta presidencial de fecha 12/10/2016, se logró la aprobación de una serie de recursos financieros a través del Fondo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (FONACIT), el cual permitió la adquisición de equipos tecnológicos destinados al fortalecimiento del SIMDCI.

C. Objetivos

- 1) Generar una base de datos georreferenciada, que permita definir una línea base, para dar apertura al monitoreo de aquellas actividades vinculadas con el tráfico ilícito de drogas con énfasis en la frontera colombo-venezolana, que son de interés para el SIMDCI.
- 2) Proporcionar productos GEOINT, destinados a fortalecer la toma de decisiones en la planificación de operaciones antidrogas.
- 3) Realizar la verificación de campo respectiva, a los efectos de complementar las tareas de erradicación de cultivos ilícitos, destrucción de pistas no autorizadas, y destrucción de campamentos destinados al procesamiento ilícito de drogas.
- 4) Elaborar análisis que permitan establecer los escenarios tendenciales para priorizar las labores de vigilancia y monitoreo.
- 5) Reconocimiento, identificación y detección de objetivos de interés a través del empleo de RPAS, durante la ejecución de operaciones antidrogas.
- 6) Promover la cooperación con instituciones del Estado con la finalidad de desarrollar investigaciones que permitan generar información geoestratégica, técnica y científica, como herramienta confiable a fin de contribuir con la seguridad integral de la Nación.

D. Área de Estudio

El área de estudio comprende las regiones fronterizas de Venezuela con Colombia desde el hito fronterizo Nro. 1 ubicado en Castillete estado Zulia, hasta el municipio Pedro Camejo estado Apure (Ver Fig. 2), con una extensión lineal de 1798,89 km y una superficie de 29941,34 km². En este particular, de acuerdo a la problemática planteada se delimitó de la siguiente manera:

- 1) Desde Castillete hasta el inicio de la Sierra de Perijá estado Zulia, con un área de influencia de 5 km sentido Este.
- 2) Continúa abarcando toda la Sierra de Perijá, con un área de influencia de 25 km sentido Este.
- 3) Sigue desde la desembocadura del Río de Oro en el Río Catatumbo estado Zulia, con un área de

influencia de 5 km sentido Este, cubriendo el estado Táchira hasta Ciudad Sucre estado Apure.

- 4) Continua desde Ciudad Sucre hasta Cararabo estado Apure, con un área de influencia de 5 km sentido Norte.
- 5) Finaliza, cubriendo toda la superficie del municipio fronterizo Pedro Camejo, estado Apure.
- 6) Se establecieron 133 cuadrantes de 110 km² cada uno desde Castillete estado Zulia, hasta Ciudad Sucre estado Apure, 01 línea con un área de influencia de 5 km desde Ciudad Sucre hasta Cararabo estado Apure y 08 cuadrantes de 4.900 km² cada uno destinados a cubrir la totalidad del municipio Pedro Camejo, estado Apure.

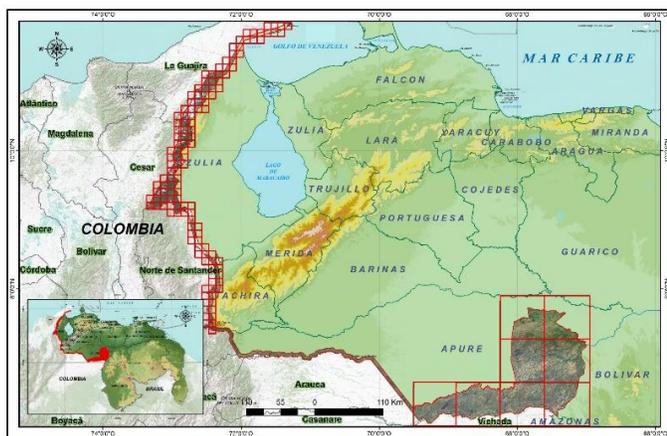


Fig. 2. Extensión y cuadrantes del área de estudio desde Castillete estado Zulia, hasta el municipio Pedro Camejo estado Apure, 2017.

Fuente: División de Monitoreo y Análisis Espacial del Comando Nacional Antidrogas de la GNB (DIMAE, 2017).

E. Materiales

Para el desarrollo de este trabajo se están empleado imágenes MSS/Miranda, PMC/Miranda, WMC/Miranda, OLI/Landsat-8 y Sentinel-2 correspondientes a los años 2015, 2016 y 2017, dispositivos GPS, RPAS, cartografía base, datos de diferentes instituciones nacionales e internacionales e información administrada por el Comando Nacional Antidrogas de la Guardia Nacional Bolivariana.

F. Metodología

El proceso metodológico para la detección y monitoreo de áreas potenciales de cultivos ilícitos y actividades vinculadas con el tráfico ilícito de drogas en la región fronteriza colombo-venezolana, contempla las siguientes fases:

1) Fase I: Búsqueda y procesamiento de información cartográfica:

Consiste en el levantamiento y procesamiento de información cartográfica, para posteriormente generar mapas temáticos correspondientes a las características físicas naturales de las áreas de estudio, y en la adquisición y selección de las imágenes satelitales.

Para la selección de las imágenes satelitales se toman en consideración los siguientes aspectos:

- A. Disponibilidad de las imágenes correspondientes al área de estudio.

- B. Menor cobertura de nubes.

- C. Calidad radiométrica de las imágenes.

En función a esto se obtiene una colección amplia y diversa de imágenes satelitales para cada año de estudio, lo que permite posteriormente generar resultados con mucha menor influencia e interferencia de nubes (Ver Fig. 3).

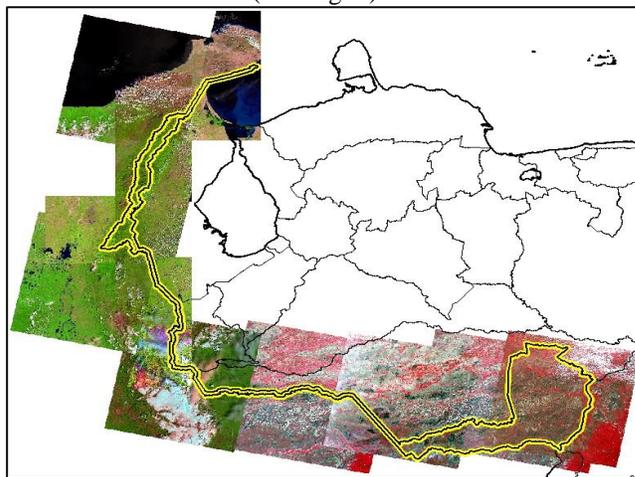


Fig. 3. Colección de imágenes satelitales 2015 (Miranda, Landsat-8 y Sentinel-2) que cubren el área de estudio.

Fuente: División de Monitoreo y Análisis Espacial del Comando Nacional Antidrogas de la GNB (DIMAE, 2017).

2) Fase II: Aplicación de técnicas de Percepción Remota y Sistemas de Información Geográfica:

En esta fase se da apertura al procesamiento de las imágenes seleccionadas para el estudio, en el cual se aplican en primera instancia un conjunto de técnicas como lo son: correcciones geométricas, atmosféricas, generación de mosaicos, fusión, recortes y realces radiométricos, con el fin de favorecer la extracción de información posterior, y mejorar los resultados obtenidos. Seguidamente se aplican dos técnicas de percepción remota propiamente dichas, esto teniendo en cuenta que dentro del área de estudio se presentan dos principales actividades vinculadas con el tráfico ilícito de drogas con patrones y contextos espaciales muy diferentes, en este caso es sabido que la presencia de cultivos ilícitos se puede presentar en diferentes tipos de relieve y que además es un hecho geográfico representable cartográficamente de forma areal por lo que se aplica la técnica de "Análisis de Imágenes basadas en Objetos Geográficos" (GOBIA), mientras que la presencias de pistas no autorizadas se presentan solo sobre superficies de muy poca pendiente, además de ser un hecho geográfico representable cartográficamente de forma lineal por lo que se aplica la técnica del "Modelo Lineal de Mezclas Espectrales" (MLME).

Aplicación de la técnica de Análisis de Imágenes basada en Objetos Geográficos (GOBIA): Es la técnica de análisis GOBIA, como una sub-disciplina de la ciencia de la percepción remota, dedicada a descomponer las imágenes provenientes de sensores remotos en objetos semánticos, es decir en un objeto concreto, así como también, permite acceder a las respectivas características por medio de una escala espacial, espectral y temporal [6].

Su enfoque inicial radica en la segmentación de la imagen, considerando cada pixel como un objeto independiente, para

que posteriormente se agrupan en regiones homogéneas y se generen segmentos más grandes (Ver. Fig. 4).

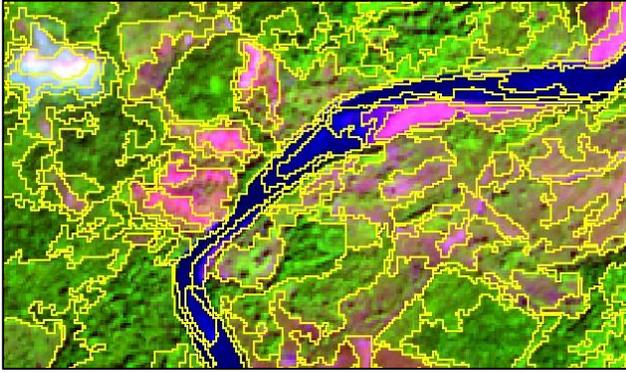


Fig. 4. Segmentación de imagen, Río Tarra 2015.
Fuente: División de Monitoreo y Análisis Espacial del Comando Nacional Antidrogas de la GNB (DIMAE, 2017).

El resultado de la segmentación es controlado por parámetros definidos por el usuario como lo son, la escala, la forma y la compacidad, en este particular el parámetro de escala es muy importante, ya que permite crear segmentos en la imagen, tan grande como sean posibles y al mismo tiempo tan pequeños como sean necesarios [11].

De igual manera, es necesario considerar el criterio de homogeneidad, que consiste en una combinación de colores (valores espectrales) y las propiedades de la forma, es decir una combinación de suavidad y compacidad.

Una vez se obtiene la segmentación, la imagen es sometida a un proceso de clasificación supervisada por los expertos en el área (Ver Fig. 5), apoyándose en los referidos segmentos para generar la cobertura temática basada en las siguientes clases: Potenciales Cultivos Ilícitos, Bosque, Cuerpos de Agua, Áreas Incendiadas, Nubes, Sombra de Relieve y otras coberturas, esta última incluye cultivos lícitos, herbazales, gramíneas, afloramientos rocosos y suelos desnudos en general.



Fig. 5. Ejemplo de la Clasificación Supervisada de la imagen.
Fuente: División de Monitoreo y Análisis Espacial del Comando Nacional Antidrogas de la GNB (DIMAE, 2017).

Modelo Lineal de Mezcla Espectral (MLME): El Modelo Lineal de Mezcla Espectral (MLME) se caracteriza por ser una técnica que estima las proporciones de los componentes básicos o puros de suelo, vegetación y sombra para cada píxel, a partir de la respuesta espectral de las bandas, dando como resultado imágenes del fragmento suelo, vegetación y sombra (o agua), a través de la ecuación (1):

$$(1) \quad r_i = a * vege_i + b * suelo_i + c * sombra_i + e_i$$

Dónde: r_i es la respuesta del píxel en la banda i ; a , b , y c son las proporciones de vegetación, suelo y sombra (o agua), respectivamente; $vege_i$, $suelo_i$ y $sombra_i$, son las respuestas espectrales de los componentes de vegetación, suelo y sombra, respectivamente; e_i es el error en la banda i [20].

Ahora bien, a los efectos de identificar presuntas pistas no autorizadas y trochas, se escoge la imagen fracción suelo (Ver Fig. 6), ya que discrimina con mayor facilidad los elementos del espacio geográfico que por su patrón, forma y comportamiento, permite la identificación de pistas y trochas, presuntamente relacionadas con actividades vinculadas con el tráfico ilícito de drogas.

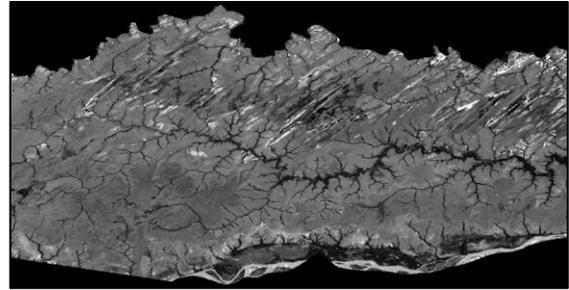


Fig. 6. Porción de una imagen fracción suelo, estado Apure 2015.
Fuente: División de Monitoreo y Análisis Espacial del Comando Nacional Antidrogas de la GNB (DIMAE, 2017).

Luego son vectorizadas las pistas detectadas (Ver Fig. 7), con los atributos de ubicación geográfica (coordenadas geográficas) y longitud de pista (expresada en metros y kilómetros).



Fig. 7. Identificación de pistas, Estado Apure 2015.
Fuente: División de Monitoreo y Análisis Espacial del Comando Nacional Antidrogas de la GNB (DIMAE, 2017)

Posteriormente a los efectos de determinar si son pistas autorizadas o no en el territorio nacional, se realiza una superposición de los vectores que fueron generados a partir de la información obtenida en la Publicación de Información Aeronáutica de Venezuela [7], la cual en su contenido publica la ubicación geográfica (latitud y longitud) de las pistas registradas y autorizadas en la República Bolivariana de Venezuela.

3) Fase III: Verificación de Campo:

Para verificar y validar los procesos y resultados derivados de las fases anteriormente expuestas hay que tener en cuenta lo inhóspito e inaccesible que resultan estas áreas localizadas en la frontera de Venezuela con Colombia, los altos costos logísticos y el riesgo que representan los grupos guerrilleros e

insurgentes que operan en Colombia, resulta entonces un escenario propio de las Operaciones Militares Antidrogas que son planificadas y ejecutadas por el Comando Nacional Antidrogas de la Guardia Nacional Bolivariana.

En este sentido, con el apoyo de dispositivos GPS, cámaras fotográficas, aeronave pilotada a distancia (RPAS) y otros instrumentos, se obtienen una gran cantidad de datos que validan la metodología del proyecto SIMDCI (Ver Fig. 8) y sirven de base para la planificación periódica de Operaciones Antidrogas.



Fig. 8. Actividades vinculadas con el tráfico ilícito de drogas detectadas mediante análisis espacial verificadas en campo.

Fuente: Comando Nacional Antidrogas de la G.N.B. (2015).

G. Resultados

1) Detección de cultivos ilícitos (Año 2015):

Los potenciales cultivos ilícitos del área de estudio, han sido detectados y erradicados en 6 de los 7 municipios pertenecientes a la jurisdicción estado Zulia (Ver Fig. 9), cuya vegetación natural es predominante boscosa con una rica y basta red hidrográfica.

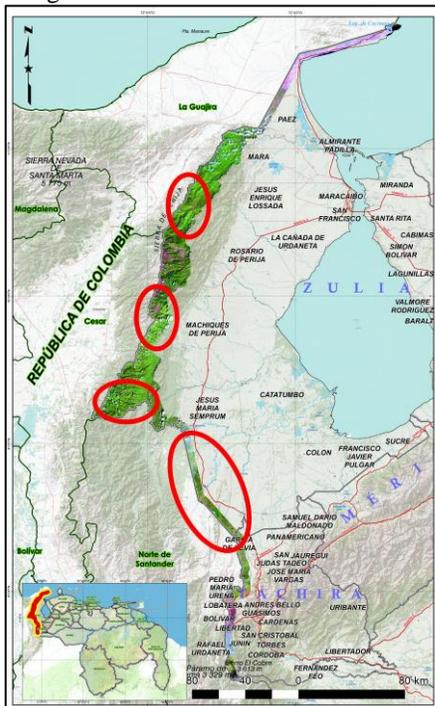


Fig. 10. Concentración de potenciales cultivos ilícitos en el área fronteriza Zulia-Táchira, 2015.

Fuente: División de Monitoreo y Análisis Espacial (DIMAE, 2017).

Por su parte, los potenciales cultivos ilícitos detectados y erradicados en la región fronteriza venezolana con Colombia, son establecidos sobre áreas con un contexto geográfico con rasgos particulares (Ver Fig. 11 y Fig. 12) que presentan las siguientes características:

- Ocupan áreas con perímetros o contornos irregulares.
- Ocupan áreas con superficies entre 0,3 ha y 5 ha.
- Se agrupan en diferentes lotes o parcelas irregulares.
- Ocupan áreas con diferentes tipos de relieve, siempre y cuando la pendiente del terreno no supere los 25° de inclinación.
- Se encuentran ubicados cerca de redes hidrográficas, circundadas por otras áreas de cultivos ilícitos y vegetación no intervenida a una distancia promedio aproximada de 2 km de la línea fronteriza con Colombia.
- Suelen localizarse en las zonas de pendientes suaves muy cerca de Colombia, incluso sobre la misma línea fronteriza manteniendo una relación de vecindad con grandes extensiones de cultivos ilícitos presentes en territorio colombiano.

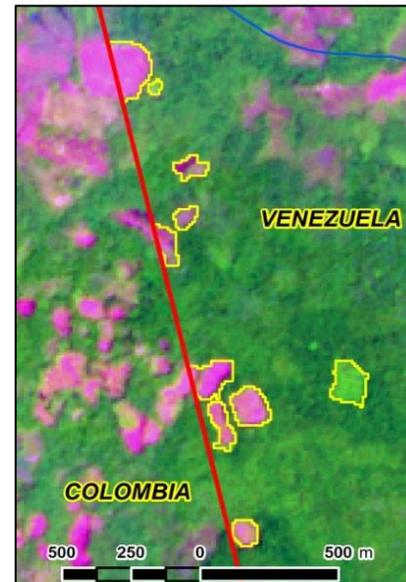


Fig. 11. Contexto geográfico en el que se establecen los cultivos ilícitos, municipio Jesús María Semprún, estado Zulia.

Fuente: División de Monitoreo y Análisis Espacial del Comando Nacional Antidrogas de la GNB (DIMAE, 2017).

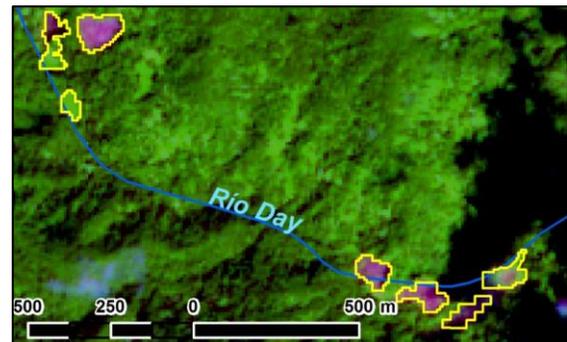


Fig. 12. Contexto geográfico en el que se establecen los cultivos ilícitos, municipio Jesús María Semprún, estado Zulia.

Fuente: División de Monitoreo y Análisis Espacial del Comando Nacional Antidrogas de la GNB (DIMAE, 2017).

La superficie total contabilizada y la ubicación geográfica de los potenciales cultivos ilícitos han sido obtenidos y son los principales datos de interés, sin embargo no serán descritos en el artículo por considerarse información sensible para la seguridad del Estado, en este particular se puede mencionar que al tomar en cuenta las diferentes clases temáticas que cubren la sección del área de estudio que va desde Castillete (Zulia) hasta Cerro el Cobre (Táchira), esta vendría a ser la clase temática que después de las áreas incendiadas cuenta con la menor superficie (Ver Fig. 13).

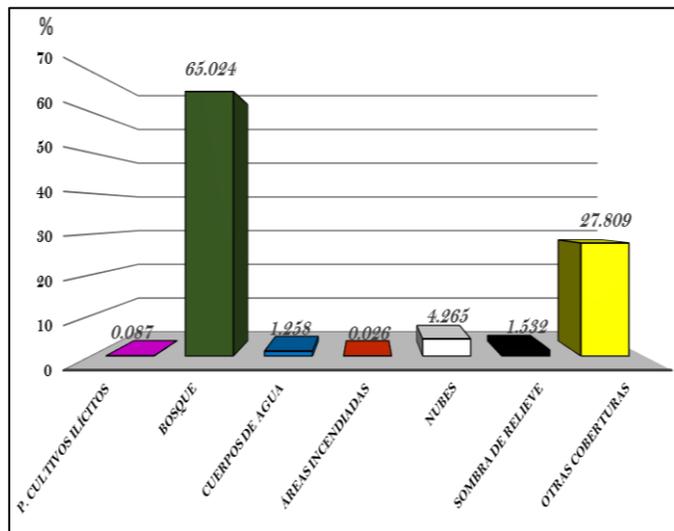


Fig. 13. Superficie relativa de las diferentes coberturas de la tierra en el área fronteriza Zulia-Táchira, 2015.

Fuente: División de Monitoreo y Análisis Espacial del Comando Nacional Antidrogas de la GNB (DIMAE, 2017).

La superficie de potenciales cultivos ilícitos solo representa el 0,087% de la superficie total de esta sección del área estudio. Sin embargo, no deja de ser una amenaza para la seguridad integral de la Nación, teniendo en cuenta que dentro de las áreas en donde existe la presencia de estos cultivos ilícitos tienen presencia también laboratorios clandestinos destinados a la fabricación de drogas, es por ello que sobre la base de los productos cartográficos y geoestadísticos que se vienen obteniendo a través del SIMDCI, se han efectuado Operaciones Militares Antidrogas (Ver Fig. 14) en las que se han obtenido los siguientes resultados:

- Operación Raspáculo 2015: Seis (06) campamentos clandestinos destruidos.
- Operación Catatumbo Sur 2015: 24,5 ha de cultivos ilícitos erradicadas y un (01) campamentos clandestinos destruidos.
- Operación Caño Motilón Sur 2016: 18 ha de cultivos ilícitos erradicadas y dos (02) campamentos clandestinos destruidos.
- Operación Río Tarra 2016: 16 ha de cultivos ilícitos erradicadas y dos (02) campamentos clandestinos destruidos.
- Operación Paso del Tornado 2017: Cuatro (04) campamentos clandestinos destruidos.



Fig. 14. Erradicación de cultivos ilícitos y destrucción de campamentos clandestinos durante Operaciones Antidrogas.

Fuente: Comando Nacional Antidrogas de la G.N.B. División de Monitoreo y Análisis Espacial (2015-2017).

2) Detección de pistas no autorizadas (Año 2015):

Las pistas no autorizadas detectadas dentro del área de estudio, se encuentran principalmente localizadas en el municipio Pedro Camejo del estado Apure (Ver Fig. 15), cuya vegetación natural es predominante herbácea, compuesta por sabanas y pastizales atravesados por una caudalosa red hidrográfica arropada por extensiones lineales de bosques de galería.

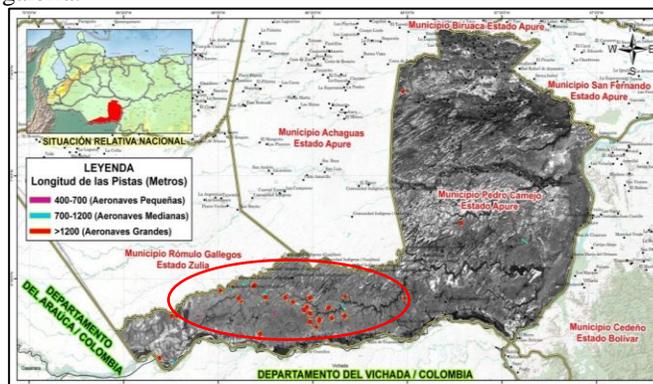


Fig. 15. Pistas no autorizadas, Municipio Pedro Camejo estado Apure, 2017.

Fuente: División de Monitoreo y Análisis Espacial del Comando Nacional Antidrogas de la GNB (DIMAE, 2017).

Este hecho geográfico vinculado con el tráfico ilícito de drogas presenta una alta concentración al suroeste del municipio Pedro Camejo, específicamente en la jurisdicción que le corresponde a la parroquia Codazzi. Para el 2015 se lograron detectar y destruir un número importante de pistas no autorizadas en este municipio, cuya pista de menor longitud es de 625 metros aproximadamente. y la longitud mayor es de 2674 metros aproximadamente. Las mismas en total promedian una longitud aproximada de 1580 metros, presentándose la mayor cantidad en los rangos comprendidos entre los 1000 y 2000 metros (Ver TABLA 2), siendo estas distancias propicias para el aterrizaje de aeronaves medianas y grandes.

TABLA 2
PORCENTAJE DE PISTAS NO AUTORIZADAS EN EL EDO. APURE
POR RANGOS DE LONGITUD.

Pistas (%)	Longitud (Metros)
7,61	<1000
33,70	1000-1500
39,13	1500-2000
19,57	>2000

Fuente: División de Monitoreo y Análisis Espacial del Comando Nacional Antidrogas de la GNB (DIMAE, 2017).

En cuanto al contexto geográfico en el que se establecen las pistas no autorizadas, se tiene que:

- Se construyen siguiendo un patrón lineal en el terreno.
- Tienen una longitud entre 600 m y 2700 m. aproximadamente.
- Se agrupan en diferentes lotes o parcelas irregulares.
- Se establecen en un relieve eminentemente llano, siendo el desnivel o pendiente del terreno muy baja e imperceptible.
- Se encuentran ubicadas en las cercanías de los bosques de galería, con la presencia de trochas y caminos que atraviesan la sabana y comunican directamente a las pistas con el bosque y con los cursos de agua cubiertos por los mismos.

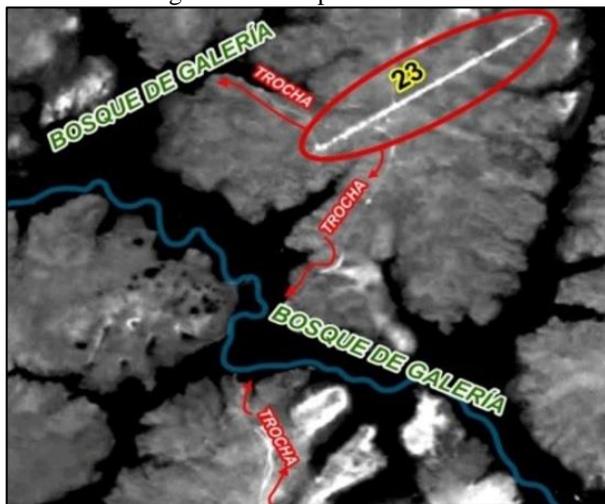


Fig. 16. Contexto geográfico en el que tienen presencia las pistas no autorizadas en el estado Apure.

Fuente: División de Monitoreo y Análisis Espacial del Comando Nacional Antidrogas de la GNB (DIMAE, 2017).

V. CONSIDERACIONES FINALES

Las actividades vinculadas al tráfico ilícito de drogas se localizan de forma bastante sectorizada dentro del área de estudio, siendo la presencia de potenciales cultivos ilícitos detectada en su totalidad en el área fronteriza del estado Zulia en donde existe una diversidad de relieves, una densa cobertura boscosa y una gran cantidad de cursos de aguas que significan un gran atractivo para el establecimiento de este tipo de cultivos, además con una gran influencia de las grandes áreas de cultivos ilícitos que se observan en los departamentos de la

nación colombiana que colindan con este estado, si bien es cierto que la detección directa de los campamentos clandestinos destinados a la fabricación de drogas mediante las técnicas de percepción remota se dificulta por localizarse precisamente clandestinamente bajo el denso dosel del bosque, el hecho de detectar potenciales cultivos ilícitos brinda la oportunidad de acercarnos a la localización de estas estructuras, pues las mismas tienden a construirse en las inmediaciones de estas plantaciones ilícitas con el fin de minimizar los costos de transporte.

En este particular, el Sistema de Aeronave Pilotada a Distancia (RPAS), viene a jugar un papel muy importante, pues no solo facilita durante el patrullaje a pie la localización a distancia de los potenciales cultivos ilícitos y campamentos clandestinos, sino que también cuenta con una capacidad de maniobra para obtener una gran cantidad de datos visuales georreferenciados que enriquecen la GEOINT del SIMDCI.

Por su parte, las pistas no autorizadas fueron detectadas en su totalidad al sur del municipio Pedro Camejo del estado Apure, en donde su relieve de llanura y su vegetación conformada por sabanas, propicia la construcción de estas estructuras ilícitas, siendo también atractivo la disposición de bosques de galería que sirven para el ocultamiento de las aeronaves y de los numerosos ríos navegables que permiten el transporte de mercancía ilícita vía fluvial hasta la desembocadura del río Orinoco en el Océano Atlántico.

A la fecha los resultados arrojados por el proyecto SIMDCI, corresponden a la detección, geolocalización, clasificación, cuantificación y representación de potenciales cultivos ilícitos y pistas no autorizadas en el área de estudio para el año 2015, los mismos han tenido un alto valor estratégico en la planificación y ejecución de Operaciones Militares Antidrogas, no solo en el año 2015 sino en los años 2016 y 2017. El siguiente paso es evaluar la dinámica geográfica que han sufrido las actividades vinculadas al tráfico ilícito de drogas en el área de estudio, a través de estudios multitemporales que año tras año permitan generar información oficial confiable relacionada con el dónde, cuándo y en que magnitud la región fronteriza venezolana se ve afectada por estas actividades ilícitas y hasta qué punto las Operaciones Antidrogas han logrado mitigar referidas actividades.

VI. REFERENCIAS

- [1] Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio (NASA), "Landsat Data Continuity Mission", 2013, [En línea]. Disponible: http://www.nasa.gov/pdf/723395main_LDCMpresskit2013-final.pdf. Consultado el: 04 de Junio de 2017.
- [2] Agencia Bolivariana para Actividades Espaciales (ABAE) (2013). "Satélite Miranda", 2013. [En línea]. Disponible: <http://miranda.abae.gob.ve/index.php>. Consultado el: 20 de Abril de 2017.
- [3] Comando Nacional Antidrogas, "Revista Vanguardia Operativa 2016". Caracas, Venezuela. FANB-GNB.
- [4] Comisión Interamericana para el Control del Abuso de Drogas (CICAD). "Estrategia Hemisférica sobre Drogas", 2010. [En línea]. Disponible: <http://www.cicad.oas.org/apps/Document.aspx?Id=954>. Consultado: el 02 de Junio de 2017.
- [5] FAO Venezuela, "Nota de Análisis Sectorial, Agricultura y Desarrollo", 2006, [En línea]. Disponible: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/012/ak170s/ak170s00.pdf>. Consultado el: 03 de Junio de 2017.
- [6] G. Hay; G. Castilla, "Geographic Object-Based Image Analysis (GEOBIA): A new name for a new discipline", 2008, [En línea]. Disponible: http://homepages.uecl.ac.uk/~gjhay/PDFs/Peer_reviewed/Ch1_4_GEOBIA_

fulltext_2008_Hay+Castilla_USE.pdf. Consultado el: 03 de Julio de 2017.

[7] Instituto Nacional de Aeronáutica Civil, "Publicación de Información Aeronáutica de Venezuela". AIP-Venezuela, INAC 5ª Edición, 2015).

[8] International Civil Aviation Organization (ICAO), "Manual on Remotely Piloted Aircraft Systems (RPAS)", 2015, [En línea]. Disponible: <https://www.icao.int>. Consultado el : 02 de Julio de 2017.

[9] INFODEFENSA, "Vehículos Aéreos no Tripulados en Latinoamérica", 2015, [En línea]. Disponible: <https://www.infodefensa.com>. Consultado el: 10 de Julio de 2017.

[10] J. Jensen, "Sensoriamento Remoto do Ambiente: Uma Perspectiva em Recursos Terrestres", Editora: Parêntese., Brasil, 2011.

[11] D. Mendoza, "Coca crops detection along Venezuelan border using object-based approach on VRSS-1 images", Diplomado en Geoinformática. Indian Institute of Remote Sensing. República de la India, 2013.

[12] M. Moreira, "Fundamentos do Sensoriamento Remoto e Metodologias de Aplicação", Editora: UFV. Brasil, 2011.

[13] National Geospatial –Intelligence Agency, "Geospatial Intelligence (GEOINT) Basic Doctrine. Publication 1", 2006, [En línea]. Disponible: www.nga.mil. Consultado el: 20 de Julio de 2017.

[14] S. Nussbaum; G. Menz, "Object-Based Image Analysis and treaty verification", 2008, [En línea]. Disponible: <http://books.google.co.ve/books?id=RxHbb3enITYC&pg=PA28&lpg=PA28&dq=NUSSBAUM,+S.;+MENZ,+G&source=bl&ots=sSDUIr3TSq&sig=s0O--18hDJzm-kOY4hF1gzTrKTs&hl=es419&sa=X&ei=GM8IVNizMYuWyAS7mIGAAG&ved=0CDwQ6AEwBA#v=onepage&q=NUSSBAUM%2C%20S.%2B%20MENZ%2C%20G&f=false>. Consultado el: 20 de Julio de 2017.

[15] Oficina de Naciones Unidas contra la Droga y el Delito (UNODC), "Colombia. Monitoreo de Cultivos de Coca 2013", 2014, [En línea]. Disponible:

http://www.unodc.org/documents/colombia/2014/Junio/INFORME_MONITOREO_FINAL_-_WEB.pdf. Consultado el : 02 de Julio de 2017.

[16] Oficina de Naciones Unidas contra la Droga y el Delito (UNODC), "Colombia. Monitoreo de territorios afectados por cultivos ilícitos 2016", 2017, [En línea]. Disponible:

https://www.unodc.org/documents/colombia/2017/Julio/Censo_Cultivos_Coc_a_2015_SIMCI.pdf. Consultado el : 20 de Julio de 2017.

[17] Oficina Nacional Antidrogas (ONA), "Balance de la Lucha Antidrogas en Venezuela", 2009, [En línea]. Disponible: http://www.ona.gob.ve/RevistasBalance/Nueva_Revista_ONA_2009.pdf. Consultado el: 02 de Julio de 2017.

[18] Oficina Nacional Antidrogas (ONA), "Balance de la Lucha Antidrogas en Venezuela", 2010, [En línea]. Disponible: http://www.ona.gob.ve/RevistasBalance/Nueva_Revista_ONA_2010.pdf. Consultado el: 02 de Julio de 2017.

[19] Senderos de Apure, "Destruída pista clandestina por la FANB en zona sur del Río Cinaruco del municipio Pedro Camejo en Apure", 2014, [En línea]. Disponible: <http://www.senderosdeapure.net/2013/08/destruida-pista-clandestina-por-la-fanb.html>. Consultado el: 12 de Julio de 2017.

[20] F. Ponzoni; Y. Shimabukuro, "Sensoriamento Remoto no Estudo da Vegetação", Editora: Parêntese, São José dos Campos, Brasil, 2010.



Pinto H. Jairo Nació en Caracas, Dto. Capital, Venezuela en 1981. Magister en Análisis Espacial y Gestión del Territorio en la Universidad Central de Venezuela (2017), Especialista en Cartografía Militar en la Universidad Nacional Politécnica de las Fuerzas Armadas (Caracas, 2013), Especialista en

Sensoriamento Remoto y Sistemas de Información Geográfica en el Instituto Nacional de Pesquisas Espaciales (Santa María, Brasil, 2010), egresado de la Escuela de Formación de Oficiales de la Guardia Nacional Bolivariana en 2004 con el título de Licenciado en Ciencias y Artes Militares, mención Administración Pública. Ha desarrollado gran parte de su carrera profesional en el área de las geociencias con énfasis en inteligencia geoespacial (GEOINT), percepción remota, gestión de proyectos, monitoreo de áreas, policía ambiental, detección de cultivos ilícitos, pistas no autorizadas, campamentos clandestinos, entre otras actividades destinadas al mantenimiento del Orden Interno. Posee 13 años de experiencia laboral ha ejercido diferentes cargos relevantes, fue jefe del Departamento de Censura de Imágenes en la Agencia Bolivariana para Actividades Espaciales (ABAE, 2013), jefe de la Coordinación de Análisis de la Oficina Nacional Antidrogas (2014). Actualmente posee el grado militar de Mayor y se desempeña como Jefe de la División de Monitoreo y Análisis Espacial del Comando Nacional Antidrogas de la Guardia Nacional Bolivariana, Jefe y Coordinador Técnico del Proyecto "Sistema Integral de Monitoreo para la Detección de Cultivos Ilícitos", ha tenido participación directa en diferentes operaciones antidrogas en la región fronteriza de Venezuela así como también ha sido acreedor de varios reconocimientos profesionales, académicos e intelectuales.



Arias L. Franklin, Nació en La Azulita, Mérida, Venezuela en 1991. Recibió el Título como Geógrafo de la Universidad de Los Andes (ULA), Mérida, en 2014 y el Grado de Teniente en la categoría de Oficial Asimilado de la Escuela de Estudios de Orden Interno de la GNB, Caracas, en 2016. De 2012 a 2013, realizó pasantías en el área de cartografía

en la Empresa Nacional Forestal S.A-Upata, Bolívar. De 2014 a 2015, fue interprete y analista de imágenes satelitales en el proyecto de Monitoreo de Bosques en los Andes Venezolanos (ULA-Mérida). Desde el 2016, ha sido Jefe del Departamento de Análisis Espacial del Comando Nacional Antidrogas de la GNB, teniendo participación en varias Operaciones Antidrogas en la región fronteriza de Venezuela con Colombia. Actualmente se desempeña como Analista de Sistemas de Información Geográfica y Procesamiento Digital de Imágenes del proyecto SIMDCI. Es coautor de los artículos científicos: "Utilización del Sistema TerraAmazon para la evaluación de cambios en la cobertura forestal en una cuenca de los Andes venezolanos (1988-2014)" publicado en el Anais XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, João Pessoa-PB, Brasil, INPE y "Dinámica de Cobertura Boscosa en la Unidad de Manejo Forestal El Manteco I, Reserva Forestal San Pedro, Venezuela" publicado en la Revista Forestal Latinoamericana, Vol. 30, N° único (57-58) 2015.