

EMPLEO DE LAS IMÁGENES HIPERESPECTRALES DEL SENSOR AISA DUAL Y SU RELACIÓN CON LA IDENTIFICACIÓN DE ÁREAS DE CULTIVO DE COCA EN EL PERÚ, AÑO 2020

Mayor FAP José Luis Barrantes Cabrejos

RESUMEN

El objetivo de la investigación fue determinar la relación existente entre el empleo de las imágenes hiperespectrales del sensor AISA DUAL de la DIVRA y la identificación de áreas de cultivo de coca en el Perú, año 2020. El método utilizado tiene un enfoque cuantitativo, de alcance descriptivo correlacional. El diseño del estudio es no experimental de corte transversal. La población y la muestra estuvieron conformadas por todo el personal de Oficiales y Técnicos y Suboficiales especialistas en el procesamiento digital de imágenes de la DIVRA (15 efectivos) y personal especialista de DEVIDA en la identificación de cultivos de coca (05 especialistas), haciendo un total de 20 efectivos. La técnica de recolección de datos fue mediante la encuesta y la revisión bibliográfica; el análisis a los resultados estadísticos obtenidos de las encuestas. Se concluye que existe una relación directa entre el empleo de las imágenes hiperespectrales del sensor AISA DUAL de la DIVRA y la identificación de áreas de cultivo de coca en el Perú.

Palabras claves: Imágenes hiperespectrales, DIVRA, DEVIDA, cultivos de coca, procesamiento.

ABSTRACT

The objective of the research was to determine the relationship between the use of hyperspectral images from the DIVRA AISA DUAL sensor and the identification of coca growing areas in Peru, 2020. The method used has a quantitative, scope-based approach. correlational descriptive. The study design is non-experimental in cross section. The population and the selected sample made up of all the DIVRA officers and Technicians and NCOs specialists in digital image processing (15 personnel) and the DEVIDA personal specialist in the identification of coca crops (05 specialists), making a total of 20 troops. The data collection technique was used through the survey and the bibliographic review; The analysis was performed on the statistical results obtained from the surveys. It is concluded that there is a direct relationship between the use of hyperspectral images from the DIVRA AISA DUAL sensor and the identification of coca growing areas in Peru.

Key words: Hyperspectral images, DIVRA, DEVIDA, coca crops, processing,



EL MAY.FAP JOSÉ LUIS BARRANTES CABREJOS, Especialidad de Ingeniería Fotogramétrica, operador de sensores aerotransportados, en la Dirección de Vigilancia y Reconocimiento Aéreo (DIVRA). Jefe de la Oficina de Comercialización de la Dirección de Vigilancia y Reconocimiento Aéreo de la Fuerza Aérea del Perú. Jefe del Departamento de Apoyo al Desarrollo Nacional de la Dirección de Aerofotografía. Jefe del Departamento de Informática y Oficial del Departamento de Inteligencia de Imágenes (IMINT) del Centro de Inteligencia Aerotécnica. Jefe del Departamento de Informática del Centro de Inteligencia Aerotécnica. Jefe de Inteligencia de imágenes SIAOT/C2/CEVRAEM. Jefe de Seguridad Institucional/ Director de Geomántica de la Comisión Nacional de Investigación y Desarrollo Aeroespacial. Jefe del Departamento de Académico de la Escuela de Capacitación y Perfeccionamiento. Jefe de la Oficina de Comercialización-SAN de la Dirección de Vigilancia y Reconocimiento Aéreo. Combatiente del VRAE, del Comando Especial de Valle de Ríos Apurímac y Ene, al personal nombrado al EMC CE-VRAE.

INTRODUCCIÓN

Hoy en día somos testigos de la creciente demanda de información geoespacial para la solución de diferentes problemas que se presentan a las distintas actividades que se realizan, tanto para la seguridad como para el desarrollo del país. En ese sentido, la Percepción Remota, a través de la obtención, manipulación, procesamiento y análisis de imágenes hiperespectrales se ha convertido en una actividad muy importante en la identificación de características del terreno, ya sea en estudios de suelo, de agua como de vegetación, pudiendo clasificarlas de diferentes maneras (Novo, 2008). Como bien se sabe, la seguridad contribuye a la consolidación de la paz, al desarrollo integral y a la justicia social. Sin embargo, en la actualidad se han identificado nuevas amenazas y desafíos a la seguridad los mismos que se contraponen a los objetivos del Estado, los cuales conforman problemas difíciles que precisan acciones multisectoriales para hacerles frente, complementadas entonces con por actores civiles, de acuerdo al ámbito de responsabilidad donde se desenvuelven. Siendo esto el cimiento para la integración entre las instituciones del Estado y la población, entendiéndose que esta integración debe darse en los diferentes campos de la actividad humana, con la finalidad de alcanzar el bienestar nacional en beneficio del respeto de la persona humana y la integridad de la misma.

El Consejo de Seguridad de Defensa Nacional, identificó y aprobó las amenazas para el Estado peruano, las que se materializan en el Plan de Inteligencia Nacional, el cual es elaborado por la Dirección de Inteligencia Nacional, identificando para este 2020 nueve (09) amenazas, señalando inclusive que el narcotráfico se ubica en el puesto número dos (02); flagelo social que en lo que va de este último siglo, ha ido desarrollándose y expandiéndose tomando terrenos y poblaciones, en un crecimiento que motivan el desarrollo de diferentes actividades ilícitas, tales como la corrupción, la trata de personas, el terrorismo, entre otros.

El Perú, en la actualidad es el segundo productor de coca en el mundo, después de Colombia, teniendo cultivos de coca extendidos en todo el país. En ese sentido se puede apreciar un crecimiento entre el periodo 2016 – 2017 de 14% de áreas de cultivos de coca en el país (Oficina de las Naciones Unidas contra el Delito y Drogas, 2018). La Comisión Nacional para el Desarrollo y Vida sin Drogas (DEVIDA),

viene ejecutando acciones para combatir el narcotráfico, entre las que se encuentra el empleo de imágenes multispectrales que le permiten determinar las superficies de cultivos de coca a nivel nacional, con lo cual se puede inferir la cantidad de alcaloide producido, así como las principales zonas de producción, permitiendo tomar las acciones de fiscalización, control y erradicación correspondiente.

La Dirección de Vigilancia y Reconocimiento Aéreo (DIVRA) de la Fuerza Aérea del Perú (FAP), dentro de sus capacidades cuenta con un sensor hiperespectral AISA DUAL, que fue adquirido el año 2011, el cual es un sensor de Percepción Remota que puede ser utilizado para la obtención de información del espectro electromagnético desde la región del visible hasta el infrarrojo medio (350 nm – 2500 nm), contando para esto con 356 bandas espectrales, lo que permite conocer el comportamiento espectral de los objetos, ya sea agua, suelo o vegetación.

En el caso específico de determinación de cultivos de coca, el uso de imágenes hiperespectrales facilitaría la identificación de su clase y el estado de desarrollo de las plantas (Díaz, 2017), convirtiéndose en una alternativa importante y eficiente para la elaboración del estudio de superficie de coca a nivel nacional.

Asimismo, esta información no viene siendo utilizada y/o explotada de forma adecuada para la lucha contra el tráfico ilícito de drogas; en la actualidad viene empleándose de forma complementaria, procedimientos que ponen en riesgo la vida del personal técnico que realiza las labores de identificación en campo, así como la representación de altos costos por la necesidad de pagos de viáticos y comisiones a dicho personal (el cual tiene que realizar dichas acciones en diferentes zonas del país), por lo que se podría inferir que en la actualidad el estado peruano no viene aprovechando de manera eficiente la capacidad que tienen la FAP a través de la DIVRA para el empleo de imágenes hiperespectrales del sensor AISA DUAL.

Nuestro país es integrante del Programa Global de Monitoreo de Cultivos Ilícitos (ICMP). Dicho Programa con el apoyo de la Oficina de las Naciones Unidas contra la Droga y el Delito (UNODC) apoya a los Estados integrantes del Programa en la creación de información cartográfica y estadística respecto a la manera de cómo evoluciona cada año los campos con cultivos ilícitos de coca y amapola (UNODC, 2018). En ese sentido, según lo que informa dicha Oficina inició operaciones

en el Perú en el año 1999, teniendo como apoyo a nivel nacional a la Comisión Nacional para el Desarrollo y Vida sin Drogas, institución que se encarga de diseñar, coordinar e implementar políticas y actividades dirigidas al control de drogas.

Dentro de la metodología utilizada por la Naciones Unidas y por la Comisión Nacional para el Desarrollo y Vida sin Drogas, en el Perú se puede determinar los siguientes tipos de cultivos de coca:

- a. Cultivos de coca en fase de madurez
- b. Cultivos de coca cosechados
- c. Campos de coca rehabilitados
- d. Cultivos mixtos

Sin embargo, esta identificación se realiza por imágenes de satélite, es decir, multispectrales; que no permiten reconocer de forma adecuada el comportamiento del cultivo.

Es entonces, primordial determinar qué tanto puede ayudar el uso de las imágenes hiperespectrales del sensor AISA DUAL de la DIVRA FAP, en la identificación de las áreas de cultivos de coca (legales e ilegales), determinando la relación entre los mismos y evitando poner en riesgo las vidas del personal que realiza el trabajo de campo, así como aprovechando la oportunidad de obtención de información y el tiempo de procesamiento de la misma, proporcionando información precisa y oportuna para la ejecución de acciones militares y de esta manera explotar de forma más eficiente las capacidades que tiene el Perú, a través de la DIVRA / FAP.

MÉTODO

En la presente investigación, la población estuvo seleccionada por todo el personal de Oficiales y Técnicos y Suboficiales especialistas en el procesamiento digital de imágenes de la DIVRA (04 oficiales y 11 TTSSOO) y personal especialista de DEVIDA en la identificación de cultivos de coca (05 especialistas). La muestra, considerando el tipo de estudio por realizar, fue establecida de tipo censal, es decir, la misma cantidad de la población (20 efectivos).

La técnica que se empleó es la encuesta, para lo cual se elaboró dos instrumentos elaborados específicamente para cumplir con los fines

de investigación, con el propósito de obtener los datos que cumplan con los fines de estudio (Hernández, Fernández y Baptista, 2014). Para tal fin, fueron elaborados y utilizados dos (02) encuestas, con la finalidad de determinar la relación existente entre el empleo de las imágenes hiperespectrales del sensor AISA DUAL de la DIVRA y la identificación de áreas de cultivo de coca en el Perú, año 2020, considerando que dichos instrumentos son de carácter integral, ya que toma en cuenta no sólo las variables sino las dimensiones que la conforman.

RESULTADOS

De la Figura 1, se puede observar que de los resultados en el grupo que considera que el empleo de imágenes hiperespectrales es muy bueno, 3 consideran que la identificación de cultivos de coca en la fase de madurez es muy buena; del grupo que considera que el empleo de imágenes hiperespectrales es buena, 1 considera que la identificación de cultivos de coca en la fase de madurez es muy buena, 8 la consideran buena y 6 la consideran regular. Asimismo, del grupo que considera que el empleo de imágenes hiperespectrales es regular, 1 consideran que la identificación de cultivos de coca en la fase de madurez es muy buena y 1 la considera regular.

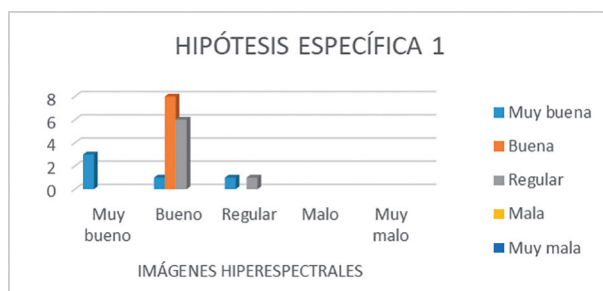


Figura 1. Contrastación de hipótesis específica 1

De la Figura 2, se puede observar que de los resultados en el grupo que considera que el empleo de imágenes hiperespectrales es muy bueno, 3 consideran que la identificación de cultivos de coca cosechados es muy buena; del grupo que considera que el empleo de imágenes

hiperespectrales es buena, 8 considera que la identificación de cultivos de coca cosechados es buena y 7 la consideran regular. Asimismo, del grupo que considera que el empleo de imágenes hiperespectrales es regular, 2 consideran que la identificación de cultivos de coca cosechados es regular.

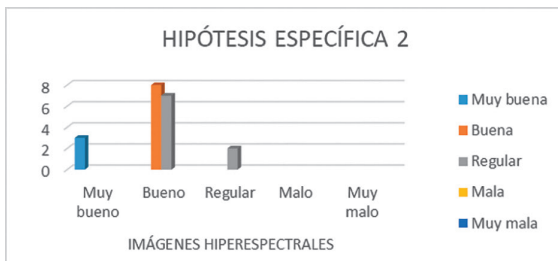


Figura 2. Contrastación de hipótesis específica 2

De la Figura 3, se puede observar que de los resultados en el grupo que considera que el empleo de imágenes hiperespectrales es muy bueno, 3 consideran que la identificación de cultivos de coca rehabilitados es muy buena; del grupo que considera que el empleo de imágenes hiperespectrales es buena, 8 considera que la identificación de cultivos de coca rehabilitados es buena y 7 la consideran regular. Asimismo, del grupo que considera que el empleo de imágenes hiperespectrales es regular, 2 consideran que la identificación de cultivos de coca rehabilitados es regular.

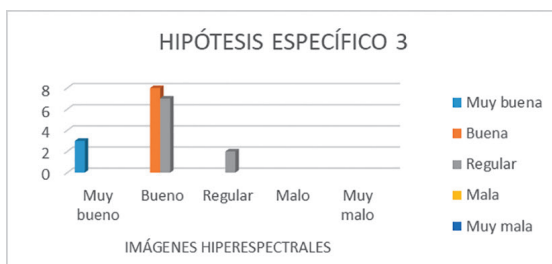


Figura 3. Contrastación de hipótesis específica 3

De la Figura 4, se puede observar que de los resultados en el grupo que considera que el empleo de imágenes hiperespectrales es

muy bueno, 3 consideran que la identificación de cultivos de coca con cultivos mixtos es muy buena; del grupo que considera que el empleo de imágenes hiperespectrales es buena, 3 considera que la identificación de cultivos de coca con cultivos mixtos es buena y 7 la consideran mala. Asimismo, del grupo que considera que el empleo de imágenes hiperespectrales es regular, 1 considera que la identificación de cultivos de coca con cultivos mixtos es regular y 1 considera que es mala.

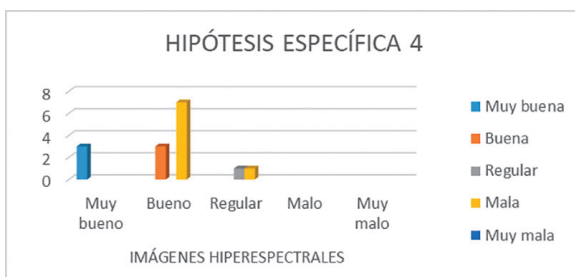


Figura 4. Contrastación de hipótesis específica 4

De la Figura 5, se puede observar que de los resultados en el grupo que considera que el empleo de imágenes hiperespectrales es muy bueno, 3 consideran que la identificación de cultivos de coca es muy buena; del grupo que considera que el empleo de imágenes hiperespectrales es buena, 8 consideran que la identificación de cultivos de coca es buena y 7 la consideran regular. Asimismo, del grupo que considera que el empleo de imágenes hiperespectrales es regular, 2 consideran que la identificación de cultivos de coca es regular.

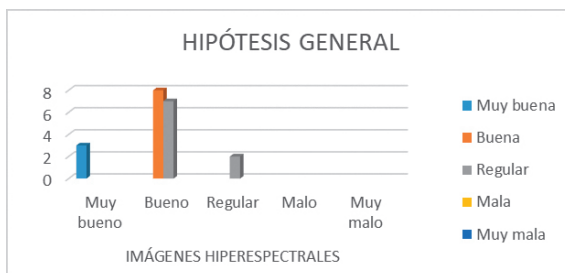


Figura 5. Contrastación de hipótesis general

COMENTARIOS

De la hipótesis específica 1 se puede afirmar que “Existe una relación directa entre el empleo de las imágenes hiperespectrales del sensor AISA DUAL de la DIVRA y la identificación de áreas de cultivo de coca en la fase de madurez en el Perú, año 2020”, debido a que así lo expresan los resultados de las pruebas estadísticas como el Chi-cuadrado: 10.16, el valor de $p\ 0.037 < 0.05$ y el coeficiente Rho de Spearman = 0.406.

Estos resultados demuestran que existe una relación directa y que el empleo de las imágenes hiperespectrales traerían como resultado la identificación de cultivos de coca en la fase de madurez de forma eficiente, siendo muy importante en la lucha contra el narcotráfico, lo que fortalecería la participación de la Fuerza Aérea en el rol estratégico o demanda del Estado de participar en el control del orden interno del país.

De la hipótesis específica 2 se puede afirmar que “Existe una relación directa y significativa entre el empleo de las imágenes hiperespectrales del sensor AISA DUAL de la DIVRA y la identificación de áreas de cultivos de coca cosechados en el Perú, año 2020”, debido a que lo expresan así los resultados de las pruebas estadísticas como el Chi-cuadrado: 16.47, el valor de $p\ 0.002 < 0.05$ y el coeficiente Rho de Spearman = 0.746.

Estos resultados demuestran que existe una relación directa y que el empleo de las imágenes hiperespectrales traerían como resultado la identificación de cultivos de coca cosechados de forma eficiente, siendo muy importante en la lucha contra el narcotráfico, lo que fortalecería la participación de la Fuerza Aérea en el rol estratégico o demanda del Estado de participar en el control del orden interno del país.

De la hipótesis específica 3 se puede afirmar que “Existe una relación directa y significativa entre el empleo de las imágenes hiperespectrales del sensor AISA DUAL de la DIVRA y la identificación de áreas de cultivos de coca rehabilitados en el Perú, año 2020”, debido a que lo expresan así los resultados de las pruebas estadísticas como el Chi-cuadrado: 16.47, el valor de $p\ 0.002 < 0.05$ y el coeficiente Rho de Spearman = 0.746.

Estos resultados demuestran que existe una relación directa y que el empleo de las imágenes hiperespectrales traerían como resultado

la identificación de cultivos de coca rehabilitados de forma eficiente, siendo muy importante en la lucha contra el narcotráfico, lo que fortalecería la participación de la Fuerza Aérea en el rol estratégico o demanda del Estado de participar en el control del orden interno del país.

De la hipótesis específica 4 se puede afirmar que “Existe una relación directa y significativa entre el empleo de las imágenes hiperespectrales del sensor AISA DUAL de la DIVRA y la identificación de áreas de cultivos de coca con cultivos mixtos en el Perú, año 2020”, debido a que lo expresan así los resultados de las pruebas estadísticas como el Chi-cuadrado: 15.96, el valor de $p\ 0.013 < 0.05$ y el coeficiente Rho de Spearman = 0.588.

Los resultados demuestran que existe una relación directa y que el empleo de las imágenes hiperespectrales traerían como resultado la identificación de cultivos de coca con cultivos mixtos de forma eficiente, siendo muy importante en la lucha contra el narcotráfico, lo que fortalecería la participación de la Fuerza Aérea en el rol estratégico o demanda del Estado de participar en el control del orden interno del país.

De la hipótesis general podemos afirmar que “Existe una relación directa y significativa entre el empleo de las imágenes hiperespectrales del sensor AISA DUAL de la DIVRA y la identificación de áreas de cultivo de coca en el Perú, año 2020”, debido a que lo expresan así los resultados de las pruebas estadísticas como el Chi-cuadrado: 16.47, el valor de $p\ 0.002 < 0.05$ y el coeficiente Rho de Spearman = 0.746.

Estos resultados demuestran que existe una relación directa y que el empleo de las imágenes hiperespectrales traerían como resultado la identificación de cultivos de coca de forma eficiente, siendo muy importante en la lucha contra el narcotráfico, lo que fortalecería la participación de la Fuerza Aérea en el rol estratégico o demanda del Estado de participar en el control del orden interno del país.

Considerando que los encuestados corresponden a personal especialistas de la Dirección de Vigilancia y Reconocimiento Aéreo y de la Comisión Nacional para el Desarrollo y Vida sin Drogas, se puede apreciar que los resultados se encuentran ajustados a la realidad.

Asimismo, en conjunto se puede afirmar que los resultados inciden en ventajas que ofrece el empleo de las imágenes hiperespectrales en la identificación del comportamiento de la vegetación, pudiendo inclusive clasificarlas en sus diferentes tipos y estadios.

Sin embargo, también es concurrente como resultado la falta de capacitación del personal especialista en el procesamiento de imágenes hiperespectrales, siendo unos pocos los que vienen trabajando en dicho sistema.

Por otro lado, en la actualidad, la Dirección de Vigilancia y Reconocimiento tiene la infraestructura y equipos (hardware y software) que permiten realizar un correcto procesamiento de imágenes hiperespectrales.

Asimismo, se llega al resultado que la Dirección de Vigilancia y Reconocimiento Aéreo, a través de su sistema de percepción remota para emplear imágenes hiperespectrales AISA DUAL tiene la capacidad de identificar los diferentes tipos de cultivos de coca que se siembran en el Perú (en fase de madurez, cosechada, rehabilitada y con cultivos mixtos), siendo muy importante para reducir los riesgos de seguridad que se puedan presentar con los trabajos de campo que se realizan en la actualidad.

CONCLUSIONES

Los resultados inciden en ventajas que ofrece el empleo de las imágenes hiperespectrales en la identificación de las áreas de cultivo de coca, pudiendo inclusive clasificarlas en sus diferentes tipos y estadios, sin embargo, existe también una carencia relacionado a la falta de capacitación del personal especialista en el procesamiento de imágenes hiperespectrales.

La Dirección de Vigilancia y Reconocimiento de la Fuerza Aérea del Perú, tiene la capacidad a través de obtención, procesamiento y análisis de las imágenes hiperespectrales del sensor AISA DUAL para la identificación de cultivos de coca en sus diferentes estadios en el Perú.

El empleo de imágenes hiperespectrales del sensor AISA DUAL permite reducir los riesgos de seguridad que se presentan al personal de la Comisión Nacional para el Desarrollo y Vida sin Drogas (DEVIDA) cuando realizan el trabajo de campo en las áreas de cultivos de coca ilegales.

REFERENCIAS

- Diaz, F. (2017). *Aplicación de técnicas de percepción remota en la determinación de áreas deforestadas en la Amazonía y Costa Peruana - 2016* (Tesis presentada para optar el grado académico de Maestro en Doctrina y Administración Aeroespacial). Escuela Superior de Guerra Aérea FAP. Lima, Perú.
- Hernández R., Fernández C., Baptista M. (2014). *Metodología de la Investigación (6ta edición)*. México D.F., México: McGraw-Hill / Interamericana Editores, S.A. de C.V.
- Novo, E. (2008). *Percepción Remota: Principios e Aplicaciones (3ra edición)*. Sao Paulo, Brasil: Edgard Blucher.
- Oficina de las Naciones Unidas contra el Delito y Drogas. (2018). *Perú: Monitoreo de Cultivos de Coca 2017*. Décimo Sexta Edición. Lima, Perú: ACOGRAF SAC.