



## LAS GEOTECNOLOGÍAS EN FUNCIÓN DEL DESARROLLO AGROPECUARIO EN LA PROVINCIA CAMAGÜEY, CUBA

MSc. Beatriz Lao Ramos  
MSc. Erick Sedeño Bueno  
MSc. Odalys Brito Martínez  
CIMAC, Cuba  
blao@cimac.cu

Para citar este artículo puede utilizar el siguiente formato:

Beatriz Lao Ramos, Erick Sedeño Bueno y Odalys Brito Martínez: "Las geotecnologías en función del desarrollo agropecuario en la provincia Camagüey, Cuba", Revista Observatorio de las Ciencias Sociales en Iberoamérica, ISSN: 2660-5554 (Vol 2, Número 17, diciembre 2021, pp.118-134). En línea:

<https://www.eumed.net/es/revistas/observatorio-de-las-ciencias-sociales-en-iberoamerica/ocsi-dic-2021/desarrollo-agropecuario>

### RESUMEN

Las geotecnologías constituyen herramientas ampliamente usadas a nivel mundial para la realización de estudios ambientales, sociales, económicos, entre otros. En este estudio proponemos utilizar la teledetección, como herramienta geotecnológica, en función del desarrollo agropecuario territorial. La pérdida de terrenos productivos y su ocupación por especies invasivas como el marabú, constituyen problemas ambientales que afectan el desarrollo agropecuario en la provincia Camagüey. La necesidad de recuperación de estos terrenos y su reinserción en el sector agropecuario constituye una de las prioridades provinciales. Este estudio tiene como objetivo proponer la aplicación de la teledetección en la determinación de las áreas ocupadas por esta especie, lo que facilita su ubicación espacial. Los sitios de intervención del proyecto BASAL en el municipio Jimaguayú, constituyen los polígonos de estudio. El monitoreo de la distribución espacial del marabú se realiza a través del análisis espacio-temporal, aplicando la técnica del color compuesto, la clasificación supervisada y un análisis comparativo de las áreas invadidas en los años 1986, 2014 y 2018. Los resultados muestran que la aplicación de esta herramienta nos facilita la ubicación espacial de las áreas invadidas por el marabú, el análisis temporal; así como, la identificación de áreas potenciales para proyectar alternativas que permitan un manejo adecuado de los recursos, la generación de nuevas fuentes de empleo y con ello, el desarrollo agropecuario del territorio.

**Palabras claves:** geotecnologías, teledetección, Camagüey.

### GEOTECHNOLOGIES IN FUNCTION OF AGRICULTURAL DEVELOPMENT IN THE PROVINCE CAMAGÜEY, CUBA

## ABSTRACT

Geotechnologies are tools widely used around the world for the environmental, social, and economic studies, among others. In this study we propose to use remote sensing, as a geotechnological tool, based on territorial agricultural development. The productive land loss and its occupation by invasive species such as the marabou, constitute environmental problems that affect the agricultural development in the Camagüey province. The lands need to recover and its reintegration into the agricultural sector constitutes one provincial priorities. This study aims to propose the application of remote sensing in the calculation of this species occupied areas, which facilitates its spatial location. The intervention sites belonging to the BASAL project in the Jimaguayú municipality are the study polygons. The spatial distribution marabou monitoring is carried out through the spatio-temporal analysis, applying the composite color technique, supervised classification and comparative analysis of the invaded areas during 1986, 2014 and 2018 years. The results show that the application of this tool facilitates the marabou invaded areas spatial location, the temporal analysis; as well as, the potential areas identification to project alternatives that allow an adequate resources management, the new employment sources generation and the territory agricultural development.

**Keywords:** geotechnologies, remote sensing, Camagüey.

## INTRODUCCIÓN

La provincia Camagüey se caracteriza por el desarrollo de la actividad agropecuaria, fundamentalmente la rama ganadera. Con el objetivo de favorecer el desarrollo del programa ganadero en la provincia, numerosas alternativas han sido implementadas, dentro de las que se destacan el cambio de uso del suelo, la introducción de los sistemas silvopastoriles y el empleo de nuevas especies de plantas dirigidas a la alimentación ganadera, dentro de ellas, el marabú, ampliamente distribuida en el territorio. Isidro Eduardo Santos (2011) indica que la ausencia de plagas que afecten esta especie, la resistencia a la sequía e incendios y la producción de gran cantidad de semillas facilitan la dispersión de esta planta invasiva de origen africano, logrado ocupar considerables extensiones de tierras productivas.

Ante el escenario nacional e internacional en el que nos encontramos, donde predomina, el déficit de alimentos, el incremento de los precios y los efectos del cambio climático, entre otros, se impone la necesidad de la recuperación de estos terrenos ociosos invadidos.

En la provincia Camagüey, se trabaja en el desarrollado de nuevas estrategias que permitan el rescate de estas áreas y su reinserción en el sector agropecuario. En el marco del desarrollo del proyecto BASAL (Bases Ambientales para la Sostenibilidad Alimentaria Local), numerosas han sido las acciones ejecutadas en el municipio Jimaguayú.

Las características agroproductivas de los suelos en este municipio permiten reconocer que más del 70 % de estos se encuentran aptos para la explotación ganadera (Primelles et al.,2016); razón por la cual la especialización económica de este municipio está dirigida fundamentalmente, a la producción de carne y leche. El desarrollo agropecuario del municipio dependerá, entre otros factores, de la

disponibilidad y el manejo adecuado del recurso tierra, fundamentalmente de los terrenos que permanecen ociosos, cubiertos por marabú y que pueden ser utilizados con fines agrícolas o pecuarios.

El objetivo del presente trabajo es obtener una aproximación del potencial de áreas ocupadas por el marabú en el municipio y la identificación de su distribución espacial. El estudio pretende demostrar el empleo de herramientas como la teledetección que facilitan el uso de imágenes satelitales, como referente, para el monitoreo de la cobertura de marabú en pequeñas áreas con el propósito de lograr un manejo adecuado de estas áreas; incluye, además, una propuesta de uso del marabú que pudiera generar nuevas fuentes de empleo para el personal residente en el territorio. Los sitios de intervención del proyecto BASAL en el municipio Jimaguayú, fueron utilizados como polígonos de estudio.

La teledetección es una herramienta utilizada para la cartografía del uso de la tierra por numerosos autores (Marmol et al.,2016; Pérez,2007; Ponvert & Lau Quan, 2013; Reyes et al.,2010; Tamarit et al.,2010) permitiendo, mostrar y monitorear, desde la dinámica espacio-temporal, las variaciones ocurridas en estos sitios de intervención y las áreas que permanecen invadidas y requieren de un manejo adecuado. El resultado facilitará, además, el proceso de toma de decisiones relacionadas con las técnicas de desmonte a utilizar, el orden de prioridad para el desarrollo de los trabajos, la proyección de estrategias que permitan el mejoramiento y conservación de estos suelos, entre otras.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

El empleo de imágenes satelitales de varios años facilitó el estudio espacio-temporal en los sitios de intervención del proyecto. Se emplearon como materiales principales las imágenes satelitales Landsat 5 TM tomadas el 04 de mayo del 1986, las imágenes Rapid\_eyes con fecha 09 de noviembre del 2014 e imágenes disponibles en el sitio web: <https://www.google.es/maps/@21.37687,-77.917496,365m/data=!3m1!1e3>, pertenecientes al año 2014. Se utilizaron, además, imágenes satelitales más recientes tomadas por el satélite Sentinel durante el 24 de noviembre del 2018. Como software para el procesamiento y análisis de las imágenes fueron utilizados: el ILWIS 3.3 y QGIS 3.14.

El procesamiento de las imágenes satelitales se realizó en tres etapas de trabajo: pre-procesamiento, procesamiento digital y análisis. La primera etapa de trabajo se encuentra relacionada con el pre-procesamiento o preparación de las imágenes. Las imágenes Landsat 5 TM (30 m de resolución) y Rapid\_eyes (5m de resolución) fueron sometidas a correcciones atmosféricas y radiométricas. Para las correcciones atmosféricas se empleó el método de sustracción de los píxeles oscuros o método de Chávez (Sadeck & Rodríguez, 2005). Las correcciones geométricas se realizaron empleando el ILWIS 3.3. La georeferenciación se realizó a través del proceso de registro de imagen a imagen, con el posterior resample de las mismas utilizando el método del vecino más cercano.

La segunda etapa incluyó el procesamiento digital de las imágenes utilizando ILWIS y QGIS. En el proceso se emplearon como técnicas de análisis: el color compuesto y la clasificación supervisada, seleccionándose puntos de muestreos de marabú obtenidos en trabajos previos de campo.

Con el objetivo de lograr un mayor contraste entre los tipos de vegetación existentes en el municipio, fueron empleada las combinaciones de bandas: 4-3-2 para el Landsat 5 TM (figura 1) y para el satélite Rapideyes, se empleó la combinación 3-2-1 (figura 2).

Las imágenes satelitales disponibles en el sitio google (figura 3), se utilizaron con el objetivo de confirmar las extensiones de marabú existentes en los sitios de intervención durante el año 2014.

En el estudio se empleó, además, imágenes satelitales más recientes, del año 2018, correspondientes al satélite Sentinel de 10 m de resolución. Para crear el color compuesto se empleó la combinación de bandas: 4-3-2 (figura 4).

Durante el desarrollo de la segunda etapa, se realizó la clasificación supervisada utilizando el método de Maximum Likelihood, el cual calcula estadísticamente la probabilidad de que un pixel pertenezca a una clase específica. Finalmente se obtuvieron los mapas de marabú del municipio Jimaguayú para los años 1986, 2014 y 2018.

La tercera etapa de trabajo estuvo centrada en el análisis espacio-temporal de los mapas de cobertura de marabú en los sitios de intervención del proyecto, en el municipio. Como técnica de análisis se emplearon para los modelos raster y vectoriales operaciones matemáticas con los mapas. Finalmente, fueron identificadas las áreas cubiertas de marabú en cada uno de los sitios de intervención, para cada uno de los años analizados y se determinaron, además, las áreas potenciales que pueden ser empleadas como alternativas para el desarrollo agropecuario, con un manejo adecuado de sus recursos.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como resultado del estudio se obtuvo el mapa de cobertura de marabú de todo el municipio Jimaguayú correspondiente a los años 1986, 2014 y 2018 (figura 5, figura 6 y figura 7). Además, de las áreas cubiertas de marabú en los sitios de intervención del proyecto BASAL, para los años estudiados.

### Análisis de la cobertura de marabú en el municipio Jimaguayú.

Durante el año 1986, el marabú ocupaba alrededor de 116.76 km<sup>2</sup>, lo que representa el 14.8 % del total del municipio Jimaguayú. Las mayores concentraciones de marabú se encontraban hacia la parte Oeste, Sur y Noreste del municipio (figura 5). Durante la década de los 80, las mayores extensiones de tierra estaban destinadas fundamentalmente hacia áreas de pastos que tributaban al desarrollo de la actividad ganadera.

En el 2014, el marabú como especie invasora se encontraba ampliamente distribuida en el municipio. Alrededor de 330 km<sup>2</sup> estaban ocupados por esta especie, lo que representa que el 42 % del total del municipio. Las mayores concentraciones de marabú se encontraban hacia la parte Sureste, Este, Centro y Oeste del municipio, extendiéndose en forma de franjas continuas de dirección Noreste-Suroeste (figura 6).

Teniendo en cuenta que el número de áreas invadidas por marabú en el municipio cubría significativas áreas potenciales de tierras productivas, se procede a la implementación de acciones que permitan su recuperación; dentro de las que se destaca, la limpieza de áreas cubiertas de

marabú destinadas al pasto y a la siembra de cultivos varios, y la implementación del sistema silvopastoril para la ceba y cría de ganado ovino caprino, lo que permite la combinación de plantas herbáceas, arbustos y/o animales en una misma dimensión espacial y temporal (Luccherini et al., 2013).

Durante el año 2018 (figura 7), alrededor de 301 km<sup>2</sup> permanecían cubiertos de marabú, representando el 38 % del territorio. La distribución espacial de esta especie invasora muestra similar comportamiento al existente durante el año 2014. Acciones de limpieza de los terrenos hacia la parte sur del municipio, aportaron importantes extensiones de tierra utilizadas en función del desarrollo agropecuario del municipio.

#### Análisis de la cobertura de marabú en los sitios de intervención del proyecto BASAL

Una aproximación más exacta de las variaciones en la distribución espacial de las áreas cubiertas de marabú, es ofrecido a través del análisis de la dinámica espacio-temporal de esta especie invasora en los sitios de intervención del proyecto BASAL, representado por las siguientes entidades municipales: UBPC Patria o Muerte (Vaquería 12-15, Vaquería 12-4, Vaquería 12-11 y Vaquería 12-2), CCS Evelio Rodríguez (Finca de David, Finca La Victoria, Finca Las Malvas y Finca Santa Elena), UEB El Rincón (Vaquería 5-32, Vaquería 5-29, Vaquerías 5-31 y Vaquería 5-30), CCS 26 de Julio (Finca El Porvenir) y la Estación de pastos y forraje.

El análisis del comportamiento espacial de las áreas cubiertas de marabú en cada entidad municipal, en el año 1986, está reflejado en la tabla 1.

En la UBPC Patria o Muerte, las áreas de marabú ocupaban 6.05 ha. Las mayores extensiones se encontraban en el sitio de intervención perteneciente a la Vaquería 12-15 (5.1 ha), seguido de la Vaquería 12-4 (0.59 ha), la Vaquería 12-11 (0.28 ha) y la Vaquería 12-2 (0.08 ha).

En los sitios de intervención perteneciente a la CCS Evelio Rodríguez, durante este año, alrededor de 21.5 ha estaban cubiertos de marabú. La Finca de David y la Finca La Victoria poseían las mayores extensiones de áreas invadidas, representadas por 10.4 ha y 8.9 ha respectivamente; seguido de la Finca Las Malvas con 2.0 ha y la Finca Santa Elena con 0.23 ha.

En la UEB El Rincón se aprecian las mayores extensiones de marabú. Durante 1986, las áreas cubiertas de marabú ocupaban 104.6 ha. En los sitios de intervención vaquería 5-32 y vaquería 5-29, esta especie invasora cubría 44.2 ha y 22.4 ha, respectivamente. En las vaquerías 5-31, la extensión de marabú ocupaba 20.0 ha y en la Vaquería 5-30, el área cubierta es de 18.0 ha.

Por otro lado, en la Finca El Porvenir, perteneciente a la CCS 26 de Julio, el marabú cubría 0.3 ha durante este año. En la Estación de pastos y forraje, las áreas cubiertas de marabú, era de 21.5 ha.

El análisis del comportamiento espacial de las áreas cubiertas de marabú para el año 2014 se puede apreciar en la tabla 2.

En la UBPC Patria o Muerte, en el año 2014, se produce un incremento significativo de las áreas invadidas, llegando a alcanzar los 54.6 ha; en la Vaquería 12-4, el área de marabú se extiende, ocupando 31.8 ha. En la vaquería 12-15 el marabú ocupaba 11.7 ha, en las vaquerías 12-2 y 12-11, el área ocupada alcanzó valores de 9.9 ha y 1.2 ha respectivamente.

Al igual que en la UBPC Patria o Muerte, durante el año 2014 se incrementa considerablemente el número de áreas invadidas por marabú en los sitios de intervención de la CCS Evelio Rodríguez,

llegando a ocupar 63.7 ha. Especialmente estas áreas se distribuyeron de la forma siguiente: la Finca La Victoria poseía 20.7 ha cubiertos por esta especie, la Finca Santa Elena tenía 18.2 ha, la Finca Las Malvas 13.9 ha y la Finca de David 10.9 ha.

En la UEB El Rincón se aprecian las mayores extensiones de marabú para el año 1986 y 2014. Para este último año, al igual que en las entidades mencionadas anteriormente, es significativo el incremento de las áreas cubiertas de marabú (234.2 ha). En las áreas de la vaquería 5-32, esta especie ocupaba 84.4 ha, en la vaquería 5-30 el área es de 66.1 ha, en la vaquería 5-31 la extensión ocupada era de 52.9 ha y en la vaquería 5-29 de 30.8 ha.

Durante el año 2014 en la finca El Porvenir, perteneciente a la CCS 26 de Julio, el área invadida por esta especie alcanzó los 5.6 ha. En la Estación de pastos y forraje, las áreas cubiertas de marabú muestran similar comportamiento al explicado anteriormente, llegando a incrementarse hasta 35.4 ha. Con la inserción de estos sitios de intervención en el Proyecto Basal, se posibilitó el diseño de nuevas estrategias de manejo, la entrega de equipamiento a los productores, así como la capacitación a técnicos, decisores y productores; lo que contribuyó a reducir las áreas ocupadas por marabú y la reincorporación de estas tierras a la producción de alimentos. Esto ha permitido el incremento productivo y de los beneficios económicos de las entidades, lo que ha redundado en la generación de un beneficio socioeconómico a nivel territorial y nacional, ya que se han generado nuevas fuentes de empleo para el territorio, se produjo el incremento de la producción de leche lo que contribuye al balance nacional de manera positiva, de igual manera, los productos agropecuarios benefician a toda la población del territorio en cantidad y variedad.

El comportamiento espacial de las áreas cubiertas de marabú para el año 2018, se puede apreciar en la tabla 3.

En el año 2018 en la UBPC Patria o Muerte las áreas cubiertas de marabú alcanzan los 68.7 ha; en la Vaquería 12-4, el área de marabú ocupa 25.6 ha. En la vaquería 12-15 el área invadida aumentó alcanzando los 38.1 ha, en las vaquerías 12-2 y 12-11, el área ocupada alcanzó valores de 4.4 ha y 0.56 ha respectivamente.

El área invadida por marabú en los sitios de intervención de la CCS Evelio Rodríguez, muestran incremento en las áreas invadidas, llegando a ocupar 84.9 ha; distribuidas espacialmente de la forma siguiente: en la Finca La Victoria la especie cubría 1.7 ha, en las Finca Santa Elena, la Finca Las Malvas y la Finca de David muestran un incremento de las áreas invadidas por esta especie, con valores de 19.2 ha, 39.1 ha y 24.9 ha respectivamente.

En la UEB El Rincón las áreas cubiertas de marabú muestran un incremento en comparación con las otras entidades, alcanzándose los 189.0 ha. En las áreas de la vaquería 5-32, esta especie ocupaba 71.4 ha, en la vaquería 5-30 el área es de 19.3 ha, en la vaquería 5-31 la extensión ocupada se incrementa alcanzando 60.7 ha y en la vaquería 5-29 con similar comportamiento, se alcanza las 37.6 ha.

Durante el año 2018 en la finca El Porvenir, perteneciente a la CCS 26 de Julio, el área invadida por esta especie se incrementó, alcanzando los 11.1 ha. En la Estación de pastos y forraje, las áreas cubiertas de marabú decrecen, llegando a ocupar solo 13.1 ha.

Un análisis comparativo de las entidades a las que pertenecen los sitios de intervención, es mostrado en la tabla 4.

El análisis de entidad por año refleja que en los años analizados, la UEB El Rincón presentaba las mayores áreas cubiertas por marabú. Durante el año 2014, con respecto al año 1986, en general se muestra el mayor incremento (239.6 ha) de las áreas cubiertas de marabú en los sitios de intervención del proyecto BASAL.

En el 2018, en la UBPC Patria o Muerte el 10.5 % del área total de la UBPC permanecía invadida, con un incremento de 14.1 ha superiores al año 2014. En la CCS Evelio Rodríguez el incremento de estas áreas se correspondía con 21.2 ha. En la UEB El Rincón, la extensión de marabú en el 2018, decrecían en 45.2 ha. En la CCS 26 de Julio se aprecia un incremento de 5.5 ha de las áreas invadidas por marabú para el 2018. En la estación de pastos el área decrece significativamente, con 22.3 ha.

Aunque en el año 2018, se observan valores próximos a los obtenidos para el año 2014, es válido destacar, que en algunos sitios de intervención, hubo una reducción de las áreas invadidas, como se explicó anteriormente, lo que estuvo acompañado por el diseño de nuevas estrategias productivas y la inserción de buenas prácticas de manejo desarrolladas por el proyecto BASAL en estos sitios.

La comparación entre los mapas de cobertura de marabú, en los sitios de intervención, para los años 1986, 2014 y 2018 muestra cambios significativos en cuanto a la extensión de estas áreas en el municipio. Como se explicó anteriormente, el estudio de la distribución espacial muestra las áreas potenciales para el desarrollo de trabajos de desmonte, de recuperación de suelos y de su agroproductividad.

#### *Estrategías de manejo para las áreas ocupadas por marabú*

Las estrategias de manejo del marabú y el conocimiento de sus características, ubicación, y extensión, han permitido identificar su potencial como energía renovable para el territorio, ya que según estudios, a partir de la utilización de la biomasa obtenida del marabú, se pueden generar hasta 13 megawatts a partir de la cosecha de diez hectáreas diarias de marabú que rindan 35 toneladas cada una, pues la combustión de 3 toneladas de este arbusto produce una cantidad de energía equivalente a la generada por una tonelada de petróleo.

El aprovechamiento del marabú también podría realizarse a partir de su uso como poste para el cercado ganadero, para obras de artesanía, en la elaboración de carbón para exportación, como leña en hornos de ladrillos artesanales, entre otros usos, por los cuentapropistas artesanos, carboneros particulares, entidades estatales de la agricultura, ganadería y otras, por lo que el conocimiento de su ubicación, extensión y características tiene utilidad para su uso final.

Sin embargo, la explotación irracional y descontrolada de la biomasa de marabú, sin una planificación adecuada de las áreas a ser desmontadas, puede profundizar la degradación y erosión de los suelos, al dejar tierras al descubierto sin un aprovechamiento económico inmediato; de igual manera, la quema del marabú puede afectar a la cobertura forestal, si se realiza de manera irresponsable y descontrolada.

Es por ello que en el Modelo de Ordenamiento Ambiental (MOA, 2015) del municipio se propone aprovechar el marabú para la producción de energía, pero implantando fases para esta actividad y una zonificación de las áreas para hornos de carbón que establezca las áreas prohibidas para su uso como las colindantes con bosques y franjas hidrorreguladoras; rehabilitar el suelo una vez concluida esta actividad, dando un uso productivo a las áreas de desmonte de marabú, pudiendo ser utilizadas en el desarrollo agrícola del territorio. La reforestación de estas áreas con otras especies no invasoras, puede permitir el desarrollo de un sistema silvopastoril que favorezca a su vez, el desarrollo de la ganadería en el municipio.

Estos elementos han sido tenidos en cuenta en el Modelo energético municipal (2018) y el Programa energético de la Estrategia de Desarrollo Local del municipio Jimaguayú (2018), herramientas elaboradas en el territorio a partir de la implementación del proceso de adaptación al cambio climático a nivel local, como parte del proyecto Basal.

## CONCLUSIONES

El empleo de la teledetección, como herramienta geotecnológica, facilita el proceso de monitoreo de extensiones de tierras ocupadas por especies invasoras, como el marabú.

El uso de imágenes satelitales de varios años contribuye al análisis de la dinámica espacio-temporal de pequeñas áreas que permanecen invadidas.

El conocimiento previo de la distribución espacial del marabú en el territorio permitirá definir estrategias para el manejo adecuado de estas áreas, con el objetivo de recuperar estos terrenos y su reinserción en el sector agropecuario, la generación de nuevas fuentes de empleo y con ello, el desarrollo del territorio.

## REFERENCIAS

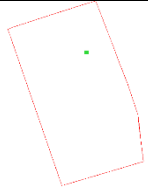


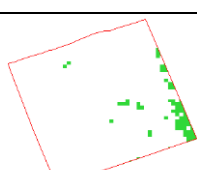
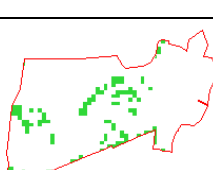
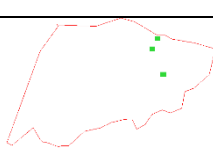
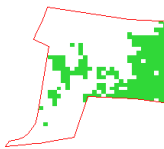

- Luccerini & Esteban (2013). *Sistemas silvopastoriles: Una alternativa productiva para nuestro país. Aputes Agroeconómicos.*
- Pérez, D. F. (2007). *Análisis de los cambios de uso de la tierra en las cuencas hidrográficas Itabo y Guanabo durante el período 1985-2005 a partir de procesamiento de imágenes de satélites.*
- Ponvert & Lau Quan (2013). *Uso de las imágenes de satélites y los SIG en el campo de la Ingeniería Agrícola.* Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2071-00542013000400013](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2071-00542013000400013)
- Primelles, J., Brito, O., Reyes, G., Acosta, Z., Placencia, F., Lao, B. "et al." (n.d.) (2016). *Modelo de ordenamiento ambiental para el municipio Jimaguayú. Camagüey.*
- Reyes, R. E. (2010). *Preparación de los mapas temáticos para la evaluación de la degradación de la Tierra en Cuba a escala nacional. La Habana.*
- Sadeck & Rodríguez (2005). <http://www.cartografia.cl/beta/index.php/articulos/677-correccion-atmosferica-en-envi-45>
- Santos, I. E. (2011). *Invasión a los terrenos cubanos por plantas leñosas espinosas.* Revista El casabe camagueyano. Vol. I No.3.



Tamarit, I. (2006). *Metodología de la cartografía digital de los ecosistemas costeros de Cuba, para la planificación y gestión de las áreas protegidas y de la cobertura de los suelos en áreas prioritizadas.* Ciudad Habana.

Tabla 1

Áreas cubiertas de marabú en el año 1986.

Sitio de intervención	Área (ha)	Esquema de distribución espacial	Área de marabú (ha)
Vaquería 12-2	66.8		0.08
Vaquería 12-4	139		0.59
Vaquería 12-11	4.9		0.28
Vaquería 12-15	442.4		5.1ha
Finca La Victoria	107.8		8.9
Finca Santa Elena	49.9		0.23
Vaquería 5-29	62.9		22.4
Vaquería 5-30	66.8		18.0


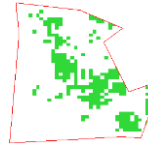
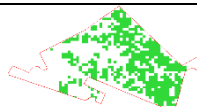
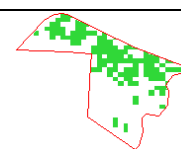

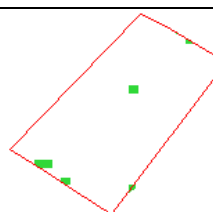
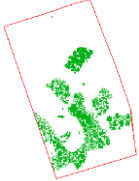
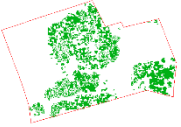

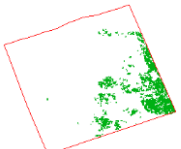
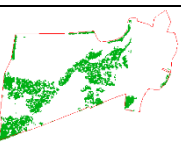

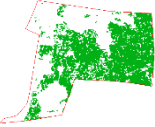
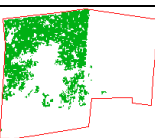
Estación de Pastos y Forraje	58.9		21.5
Vaquería 5-31	100.1		20.0
Vaquería 5-32	108.9		44.2
Finca de David	31.0		10.4
Finca Las Malvas	85.9		2.0
Finca El Porvenir	21.9		0.3

Tabla 2

Áreas cubiertas de marabú en el año 2014.

Sitio de intervención	Área (ha)	Esquema de distribución espacial	Área de marabú (ha)
Vaquería 12-2	66.8		9.9
Vaquería 12-4	139		31.8
Vaquería 12-11	4.9		1.2
Vaquería 12-15	442.4		11.7
Finca La Victoria	107.8		20.7
Finca Santa Elena	49.9		18.2
Vaquería 5-29	62.9		30.8
Vaquería 5-30	66.8		66.1







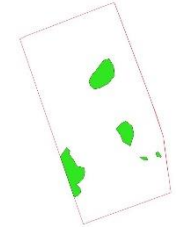
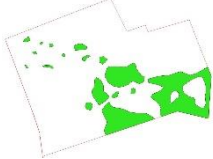


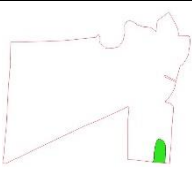
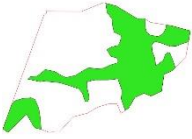
Estación de Pastos y Forraje	58.9		35.4
Vaquería 5-31	100.1		52.9
Vaquería 5-32	108.9		84.4
Finca de David	31.0		10.9
Finca Las Malvas	85.9		13.9
Finca El Porvenir	21.9		5.6

Tabla 3

Áreas cubiertas de marabú en el año 2018.

Sitio de intervención	Área (ha)	Esquema de distribución espacial	Área de marabú (ha)
Vaquería 12-2	66.8		4.43
Vaquería 12-4	139.0		25.57
Vaquería 12-11	4.9		0.56
Vaquería 12-15	442.4		38.6
Finca La Victoria	107.8		1.67
Finca Santa Elena	49.9		19.23

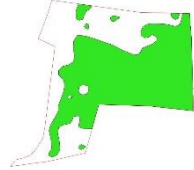
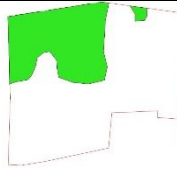
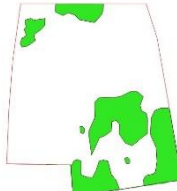
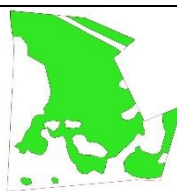
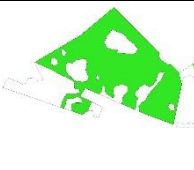



Vaquería 5-29	62.9		37.6
Vaquería 5-30	66.8		19.3
Estación de Pastos y Forraje	58.9		13.1
Vaquería 5-31	100.1		60.7
Vaquería 5-32	108.9		71.4
Finca de David	31.0		24.9
Finca Las Malvas	85.9		39.1
Finca El Porvenir	21.9		11.14

Tabla 4

Áreas cubiertas de marabú para cada entidad por año analizado.

Entidades a la que pertenecen los sitios de intervención	Área total (ha)	Áreas (ha) de marabú para cada año estudiado		
		1986	2014	2018
UBPC Patria o Muerte	653.1	6.05	54.6	68.7
CCS Evelio Rodríguez	273.7	21.5	63.7	84.9
UEB El Rincón	338.7	104.6	234.2	189.0
CCS 26 de Julio	21.9	0.30	5.60	11.1
Estación de pastos y forraje	58.9	21.5	35.4	13.1
Total	1346.0	153.9	393.5	366.8

Figuras

Figura 1. Satélite Landsat 5TM (4-3-2), municipio Jimaguayú.

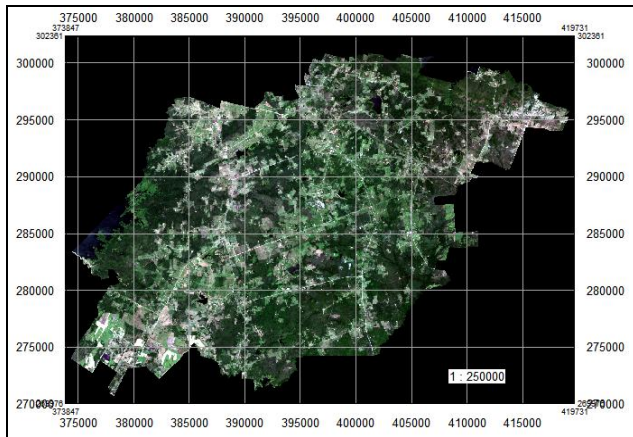


Figura 2. Satélite Rapideyes (3-2-1), municipio Jimaguayú.

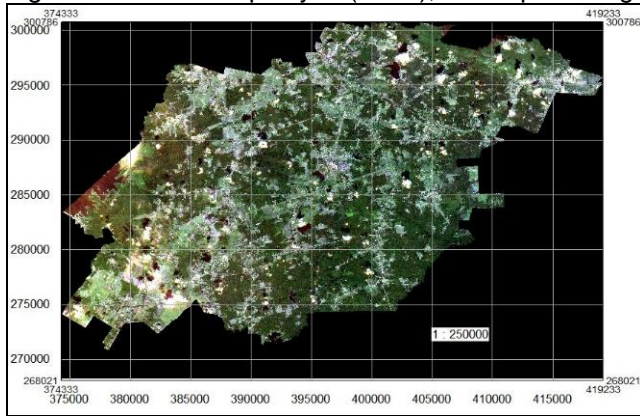


Figura 3. Imagen del google, municipio Jimaguayú.

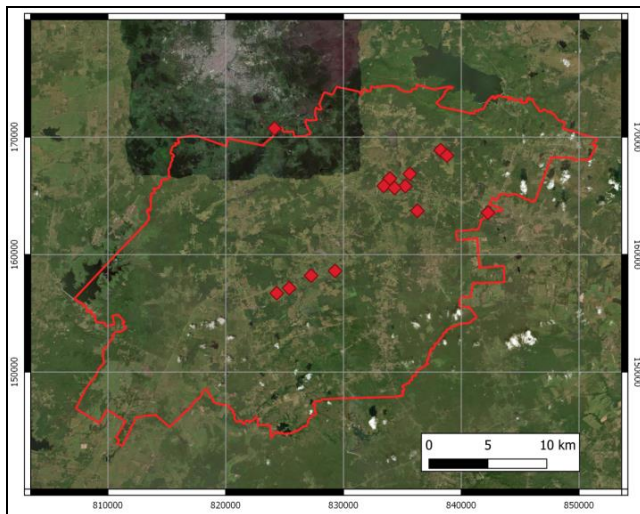


Figura 4. Satélite Sentinel (4-3-2), municipio Jimaguayú.

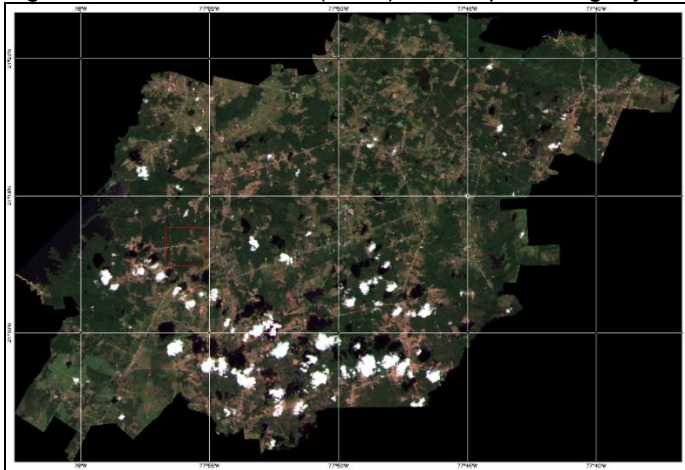


Figura 5. Mapa de cobertura de marabú del año 1986, municipio Jimaguayú.

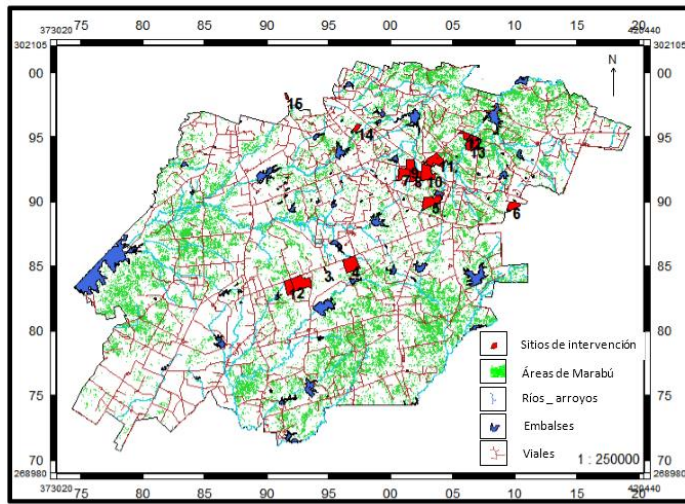


Figura 6. Mapa de cobertura de marabú del año 2014, municipio Jimaguayú.

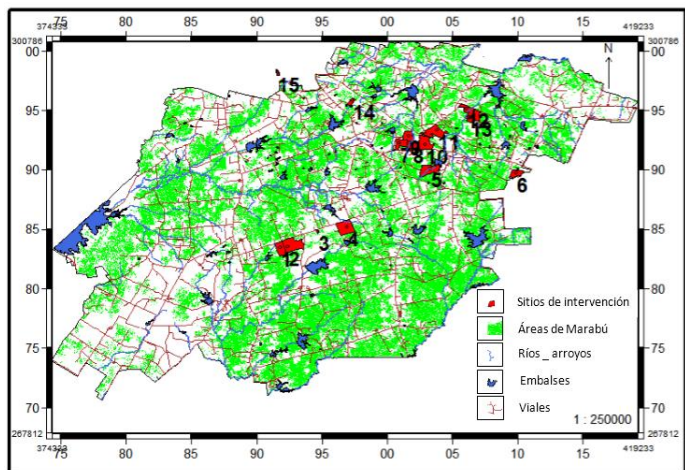
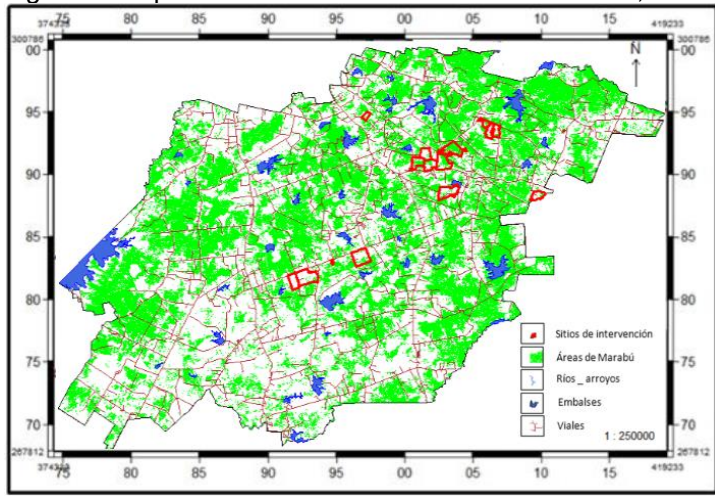


Figura 7. Mapa de cobertura de marabú del año 2018, municipio Jimaguayú.





Listado de Tablas:

Tabla 1. *Áreas cubiertas de marabú en el año 1986.*

Tabla 2. *Áreas cubiertas de marabú en el año 2014.*

Tabla 3. *Áreas cubiertas de marabú en el año 2018.*

Tabla 4. *Áreas cubiertas de marabú para cada entidad por año analizado.*

Listado de Figuras:

Figura 1. Satélite Landsat 5TM (4-3-2), municipio Jimaguayú.

Figura 2. Satélite Rapideyes (3-2-1), municipio Jimaguayú.

Figura 3. Imagen del google, municipio Jimaguayú.

Figura 4. Satélite Sentinel (4-3-2), municipio Jimaguayú.

Figura 5. Mapa de cobertura de marabú del año 1986, municipio Jimaguayú.

Figura 6. Mapa de cobertura de marabú del año 2014, municipio Jimaguayú.

Figura 7. Mapa de cobertura de marabú del año 2018, municipio Jimaguayú.