

# La determinación de potencialidades agropecuarias y silvícolas en zonas de montaña: municipio Tercer Frente, Cuba

Adonis Ramón Puebla\*

Leusnier Martínez Quintana\*\*

Célida Suárez García\*\*\*

Órgano de Atención al Desarrollo Integral de la Montaña Sierra Maestra (CITMA), Granma - Cuba

Eduardo Salinas Chávez\*\*\*\*

Universidade Federal da Grande Dourados, MS - Brasil

## Resumen

La entrega en usufructo de tierras ociosas para la producción de alimentos en el municipio Tercer Frente no siempre considera las potencialidades reales del territorio, ni las regulaciones y normas ambientales vigentes para la ocupación de dichos espacios. Esta investigación parte de la obtención de mapas de cobertura vegetal, la modelación en SIG de las variables y el análisis de las normas ambientales vigentes para cada uso propuesto. Se ofrece un escenario de potenciales agropecuarios y silvícolas para su adecuado aprovechamiento en función de la producción de alimentos del municipio, y se determina que el territorio, a pesar de ser montañoso en un 95%, cuenta con lugares adecuados para este desarrollo sin comprometer la protección del medio ambiente.

**Palabras clave:** modelación SIG, potenciales agropecuarios, potenciales silvícolas, protección ambiental, producción de alimentos.



DOI: [dx.doi.org/10.15446/rcdg.v26n1.52754](https://dx.doi.org/10.15446/rcdg.v26n1.52754)

RECIBIDO: 13 DE AGOSTO DEL 2015. ACEPTADO: 26 DE ABRIL DEL 2016.

Artículo de investigación en el que se determinan los potenciales agropecuarios y silvícolas de un municipio montañoso en un 95%, a partir de la modelación SIG y la percepción remota, buscando un adecuado aprovechamiento del territorio en función de la producción de alimentos.

CÓMO CITAR ESTE ARTÍCULO: Ramón Puebla, Adonis, Leusnier Martínez Quintana, Célida Suárez García, y Eduardo Salinas Chávez. 2017. "La determinación de potencialidades agropecuarias y silvícolas en zonas de montaña: municipio Tercer Frente, Cuba." *Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía* 26 (1): 65-75. doi: 10.15446/rcdg.v26n1.52754.

- 
- \* Dirección postal: calle Gral. Rabi s/n, e/Gerardo Zamora y Calle 8, Rpto. Arévalo, CP: 88200, Guisa, Granma, Cuba.  
Correo electrónico: [omsm@granma.inf.cu](mailto:omsm@granma.inf.cu)  
ORCID: 0000-0001-7483-2211.
- \*\* Correo electrónico: [omsm@granma.inf.cu](mailto:omsm@granma.inf.cu)  
ORCID: 0000-0002-6412-3857.
- \*\*\* Correo electrónico: [omsm@granma.inf.cu](mailto:omsm@granma.inf.cu)  
ORCID: 0000-0002-5766-5148.
- \*\*\*\* Dirección postal: calle 376 n.º 39313 entre 393 y 395, reparto Villanueva, Santiago de las Vegas, La Habana, Cuba.  
Correo electrónico: [esalinasc@yahoo.com](mailto:esalinasc@yahoo.com)  
ORCID: 0000-0001-6392-4380.

## A determinação de potencialidades agropecuárias e silvícolas em áreas montanhosas: município de Tercer Frente (Cuba)

### Resumo

A entrega em usufruto de terras ociosas para a produção de alimentos no município Tercer Frente nem sempre considera as potencialidades reais do território nem as regulações e as normas ambientais vigentes para a ocupação desses espaços. Esta pesquisa parte da obtenção de mapas de cobertura vegetal, a modelação em SIG das variáveis e a análise das normas ambientais vigentes para cada uso proposto. Oferece-se um cenário de potenciais agropecuários e silvícolas para seu adequado aproveitamento em função da produção de alimentos do município, e determina-se que o território, embora montanhoso em um 95%, conta com lugares adequados para esse desenvolvimento sem comprometer a proteção do meio ambiente.

**Palavras-chave:** modelação SIG, potenciais agropecuários, potenciais silvícolas, proteção ambiental, produção de alimentos.

## The Determination of Agricultural and Forest Potentialities in Mountains Areas: Municipality of Tercer Frente, Cuba

### Abstract

Delivery in usufruct of idle land for food production in the Tercer Frente municipality does not always take into account the real potential of the territory or existing environmental regulations and standards for the occupation of these spaces. The research begins with the gathering of vegetation cover maps, GIS modeling of variables and analysis of environmental regulations for each intended use. A scenario is offered for agricultural and forestry potential and their appropriate use in terms of the municipality's food production, determining that the territory, despite being 95% mountainous, has suitable locations for this production without compromising the protection of the environment.

**Keywords:** GIS modeling, farming potentialities, forestry potentialities, environmental protection, food production.

## Introducción

En Cuba, las montañas de la Sierra Maestra constituyen el territorio de mayores contrastes geográficos, donde interactúan lo complejo y lo diverso, tanto natural como económico y social. Esta región no solo presenta limitaciones y dificultades para su asimilación económica, sino que tiene una capacidad para el desarrollo de formas de uso muy particulares, en función de sus condiciones geográficas y de su asimilación económica. La presencia de un tipo de economía específica en el contexto regional y los variados y elevados valores ecológicos e histórico-culturales condicionan variantes de asimilación socioeconómica muy diferentes a las de las llanuras. En ellas se requiere una asimilación económica muy especializada y en armonía con el medio ambiente.

En estas regiones montañosas, como en muchos lugares del país, se precisa el incremento de la producción de alimentos y el aprovechamiento de los recursos forestales, lo cual ocurre debido al aumento de las áreas productivas, actividad que se encuentra actualmente en pleno auge: en primer lugar, mediante el Decreto 259 (Ministerio de Justicia-República de Cuba 2008) que priorizó la entrega de tierras consideradas ociosas a personas o entidades interesadas en explotarlas hasta una cantidad determinada de hectáreas, este proceso se amplió posteriormente con el Decreto 300 (Ministerio de Justicia-República de Cuba 2012), que aumentó el área de tierra que puede ser entregada en usufructo a una persona o entidad.

Esta entrega de tierras es realizada por las Comisiones Agrarias Municipales, y muchas veces se hace por el desconocimiento de las potencialidades reales del territorio, y otras, por el desconocimiento de las normas ambientales vigentes que entran en contradicción con los potenciales reales de los diferentes territorios, lo que ocasiona que se entreguen tierras para el desarrollo de actividades agroproductivas en zonas que violan las normas y legislaciones ambientales vigentes, y en áreas que, por factores geográficos y ambientales, no son idóneas para la actividad para la cual ha sido solicitada por parte de los productores.

Estos problemas han sido verificados durante los recorridos de trabajo realizados por varios municipios que se encuentran dentro de la región montañosa de la Sierra Maestra; siendo uno de los casos más complejos el municipio Tercer Frente, un territorio eminentemente montañoso, con una situación complicada, a decir de sus gobernantes, para la producción agropecuaria. En este

territorio se detectó la entrega de tierras para la ganadería y cultivos varios en franjas forestales hidrorreguladoras de ríos y embalses, así como en zonas que por la inclinación de la pendiente y otros factores edáficos y de relieve —según recomendaciones señaladas en los trabajos realizados por Benítez, Ramírez y Machado (2006); Garea Llano, Soto Carreño y Vantour Causse (2007); Ministerio de la Agricultura (2003)— no son apropiadas para las actividades a las que se están destinando.

A partir de estos análisis con las entidades responsables y la Comisión Agraria del municipio, se determinó que no existen los conocimientos adecuados sobre las potencialidades naturales de este y los sitios apropiados para el desarrollo de las distintas actividades agropecuarias y silvícolas. De aquí surge la necesidad de dotar a los gobernantes del territorio de un estudio y una cartografía básica de la zona a partir de las posibilidades que ofrece el análisis de imágenes de satelitales y el uso de los Sistemas de Información Geográfica —en adelante, SIG—, para que sirvan de base en la entrega de tierras de acuerdo con las potencialidades reales del lugar y la rectificación del destino de las parcelas de tierra que ya han sido entregadas.

La fundamentación metodológica de este trabajo se basa en la concepción del potencial de las tierras empleado por diversos especialistas y organismos internacionales desde hace algunas décadas, y que forma parte de una amplia concepción de los estudios complejos y de síntesis del territorio, desarrollada de forma destacada por los geógrafos alemanes en la llamada “Escuela del Potencial”, cuyos más importantes exponentes son Haase (1990) y Mannsfeld (1983). Además, esta concepción guarda relación con la planificación ecológica de los franceses y con los estudios de vocación del suelo de los norteamericanos como Falqué (1972) y Tricart y Kilian (1982), que puede ser definida como “la capacidad productiva, informativa y regulativa de los paisajes según la asociación de determinadas posibilidades y condiciones actuales para diferentes tipos de utilización, con el objetivo de satisfacer las necesidades de la sociedad” (Salinas Chávez 1991, 19).

Para este trabajo, se define el potencial agrícola y silvícola como:

[...] aquellos territorios que por sus características generales y elementos específicos (pendiente, suelo, altura, humedecimiento, etc.) presentan valores destacados que permiten el uso agrícola con altos niveles de productividad y eficiencia, sin que ello conlleve a su degradación y la pérdida de otros valores de importancia como son:

calidad del agua, suelos, etc. (Arceo Kindelán y Salinas Chávez 1994, 7)

Las técnicas de trabajo aquí propuestas se basan en la amplia difusión de la Percepción Remota —en adelante, PR— y su aplicación a estudios ambientales, la cual está avalada por múltiples trabajos, como el de Pompa (2008), que realiza un análisis de la deforestación en ecosistemas montañosos del noreste de México; el de Rivera Valdez y Montás Domínguez (2006), quienes estudiaron la deforestación en República Dominicana utilizando técnicas de PR, las especificaciones técnicas dadas por la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR 2007) para el monitoreo de la cobertura de la vegetación basado en imágenes de satélite MODIS y otras fuentes.

Los SIG también tienen una larga historia en los estudios territoriales y ambientales, lo que permite tanto el procesamiento, análisis y cartografía de diversos fenómenos y procesos naturales, económicos y sociales, como su distribución espacial, al ser considerados como un sistema de información complejo de gran eficacia, capaz de dar respuestas a cuestiones actuales del uso de los territorios, así como orientar futuras actuaciones de agentes públicos y privados, facilitando la toma de decisiones que afectan al medio ambiente (Bosque Sendra 1996; Buzai y Baxendale 2012; Miraglia, Caloni y Buzai 2015).

En este sentido, el presente trabajo pretende determinar en función de la legislación ambiental cubana, así como de un conjunto de factores geográficos y ambientales, el potencial agropecuario y silvícola del municipio Tercer Frente, así como las áreas con aptitud para la reforestación, basándose en las posibilidades que pueden brindar la interpretación de las imágenes satelitales en combinación con los SIG.

## Características del área de estudio

El municipio Tercer Frente, con una extensión de 37.192,5 ha —considerado eminentemente montañoso—, se localiza en la región noroeste de la provincia Santiago de Cuba, en la ladera norte del macizo montañoso de la Sierra Maestra (figura 1). Caracterizado según datos tomados de Viña Bayés et ál. (2000) por la presencia de un estrecho valle fluvial en la zona centro sur del territorio formada por la confluencia de los principales ríos y de una estrecha llanura premontañosas hacia la parte sur del municipio, que va pasando de forma escalonada en dirección norte a alturas y montañas hasta superar

los 1.200 msnm, caracterizadas por: la gran intensidad de los procesos geomorfológicos exógenos, el amplio desarrollo de potentes cortezas de intemperismo, la morfología inestable de las laderas y la dinámica de los procesos denudativos, erosivos, fluviales, cársticos y abrasivos.

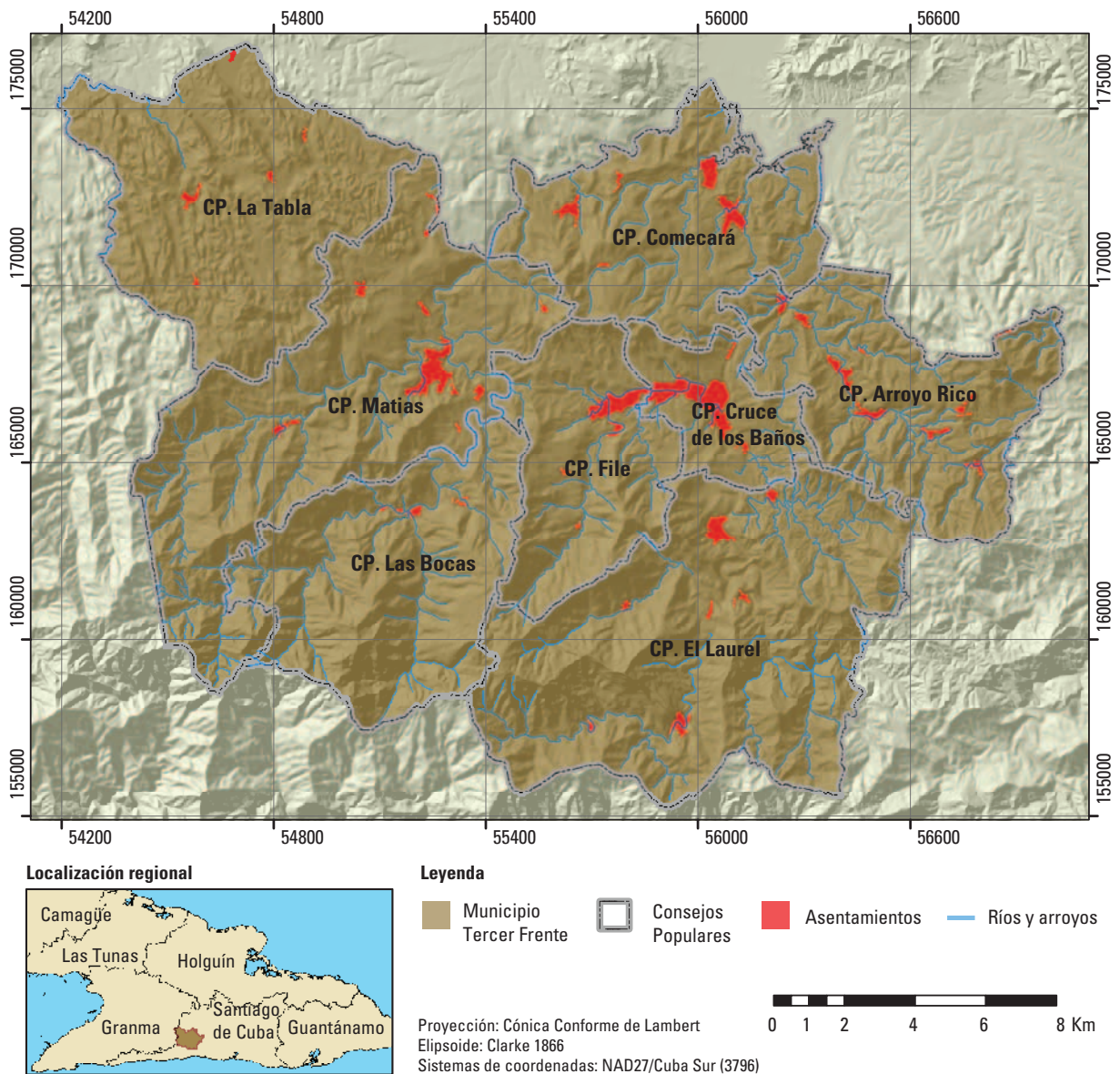
La litología de la zona, según el referente antes mencionado, en su mayor parte está constituida por tobas volcánicas, lavas andesíticas, tufitas, basaltos y rocas granitoides, pertenecientes al grupo del cobre, de edad Eoceno inferior. Hacia la porción noroeste del municipio existe un área compuesta por rocas calcáreas fuertemente carsificadas de la Formación Charco Redondo, formadas por un carso de alturas plegadas y falladas con notables formas cársticas como mogotes y poljas abiertas en el contacto con las rocas volcánicas. En otras zonas del municipio aparecen lentes calizos intercalados en los estratos volcánicos en los que también se encuentran formas cársticas, aunque de menor desarrollo.

En la regionalización climática general de Cuba, según Cisneros (1989) citado por Viña Bayés et ál. (2000), se identifican en el territorio dos tipos de climas: llanuras y alturas con humedecimiento estacional relativamente estable, alta evaporación y altas temperaturas en la parte norte, y montañoso con humedecimiento alto y estable, baja evaporación y temperaturas frescas hacia el sur. Los valores promedios anuales de las temperaturas van de 25 °C en las llanuras y alturas a 21 °C en las montañas, en el caso del humedecimiento, el encontrarse a sotavento de los vientos alisios húmedos se produce un fuerte gradiente de humedad que va aumentando de la zona llana del municipio hacia las mayores alturas, con precipitaciones desde 1.250 a 2.500 mm anuales. Vale destacar que estas variables climáticas sufren modificaciones con la altura. Las precipitaciones y la velocidad del viento predominante tienden a incrementar, y las temperaturas a decrecer, al igual que la evaporación.

La hidrografía es rica y variada, formada fundamentalmente por un río de primer orden, el Contra maestre, y más de quince ríos de segundo y tercer orden, así como por la presencia al sur del territorio del embalse Carlos Manuel de Céspedes, destinado al abasto de agua de gran parte de la población del municipio Contra maestre.

Los suelos mejor representados son los pardos y en menor medida los ferralíticos de baja agroproductividad hacia las montañas bajas. En las zonas llanas de carso desnudo y de fuertes pendientes asociadas a las montañas bajas, se encuentran suelos poco desarrollados de baja agroproductividad.





**Figura 1.** Localización del municipio Tercer Frente.  
 Datos: GEOCUBA 2003.

La vegetación está formada en un 65,6% por bosques que van desde los semidecíduos, generalmente muy degradados en las zonas más bajas hasta la pluvisilva montana en las zonas más elevadas y vegetación xerofítica de mogote en algunas elevaciones de las zonas cársticas; el resto de la vegetación está conformada por cafetales, herbazales y matorrales espinosos y no espinosos derivados de la destrucción de las áreas boscosas y el abandono de las zonas de cultivos y pastizales. Existen además áreas de cultivos y pastizales en las llanuras onduladas de mayor agroproductividad.

### Metodología para la determinación de los potenciales agrícola y silvícola

El procedimiento se realizó mediante el análisis de las variables implicadas en las limitantes para el aprovechamiento económico de un territorio y se buscaba que el uso de este se adecuara a las normas aprobadas en el país al respecto. Para ello, se desarrolló el análisis de las variables: inclinación de la pendiente, fertilidad natural de los suelos y cobertura forestal actual; posteriormente, se determinó la faja forestal hidrorreguladora de los

embalses, ríos y arroyos del territorio lo que estableció la limitante para su uso en estos y los que están ocupados por áreas protegidas con categorías de manejo estrictas. A continuación se formularon las normativas y la legislación ambiental referentes a estos aspectos, y finalmente, se realizó el análisis integrado de estas variables (figura 2).

### Generación del mapa de pendientes

El mapa de pendientes se generó a partir del modelo digital del terreno 1:25.000 del territorio, con un pixel de 25 metros, tomando como base los rangos de pendientes establecidos como limitantes para el uso agrícola y forestal en la Ley 85 “Ley Forestal” (Asamblea Nacional del Poder Popular-República de Cuba 1998) en el reglamento de esa ley, la Resolución n.º 330 (Ministerio de la Agricultura 1999) y la Norma Cubana 66 “Calidad del suelo: suelos forestales, utilización y clasificación” (Comité Técnico de Normalización Gestión Ambiental 2000), la cual establece para la silvicultura de producción y protección en Cuba, el tipo de suelo e intervalo de pendiente para los suelos montañosos y premontañosos, donde el factor limitante es la pendiente; las limitantes y rangos para los distintos cultivos en zonas montañosas que se establecen a partir del *Manual técnico para las actividades agropecuarias y forestales de las montañas* del Ministerio de la Agricultura (2003).

### Agrupación de los suelos en función de su fertilidad

Los tipos de suelo fueron agrupados para facilitar los análisis de superposición en los SIG, en función de sus características, a partir de dos categorías: fértiles o poco fértiles, según la información obtenida del mapa de suelo 1:25.000 del municipio (tipo, profundidad, pH, lavado, erosión y agroproductividad). Ello permitió, de forma general, establecer el uso adecuado del suelo para una u otra actividad en función de dichas características.

### Determinación de la cobertura vegetal predominante

La cobertura actual del territorio se determinó a partir de las imágenes satelitales Landsat 7 ETM+ del 2011 con un pixel de 30 metros, formadas por bandas independientes en formato tiff, de las cuales fueron tomadas las bandas 2, 3 y 4 para generar un solo archivo y hacer posible su manipulación con el software ERDAS 2011, mediante la aplicación de técnicas de clasificación digital —tanto del tipo no supervisado (por isodata) como supervisado— para la determinación de la cobertura forestal. Esto implicó una fase de edición de firmas o muestreo de pixeles de entrenamiento y una fase de asignación con apoyo de información de campo.

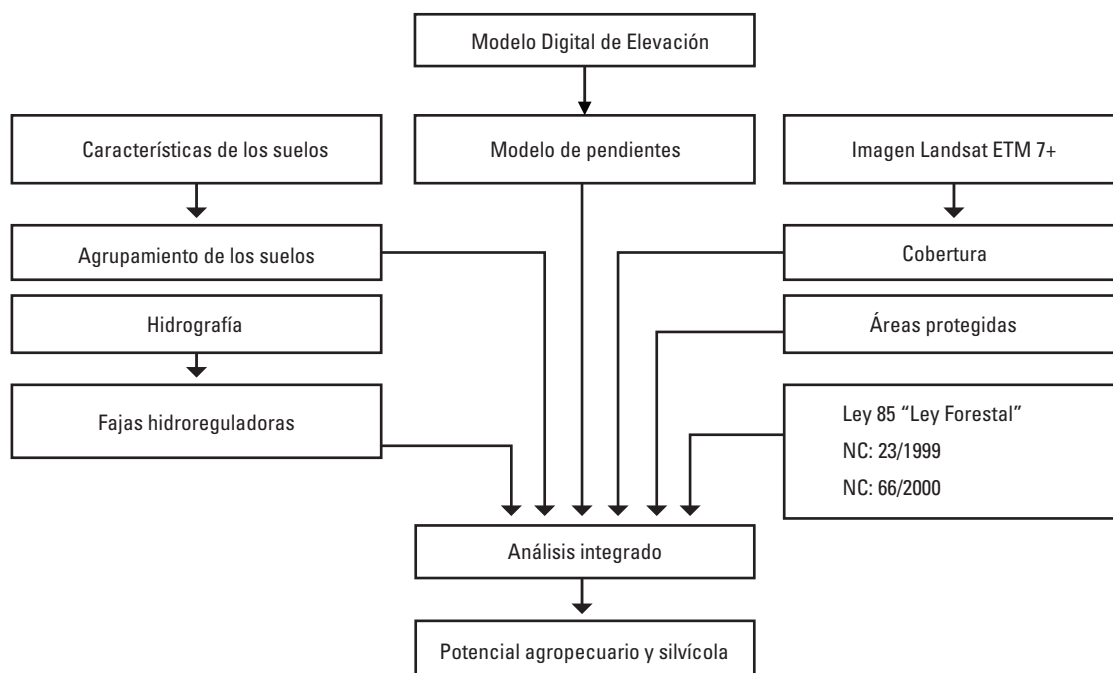


Figura 2. Procedimiento metodológico para la determinación de los potenciales agropecuarios y silvícolas.

### **Determinación de las fajas hidrorreguladoras de los embalses y ríos**

Las fajas hidrorreguladoras se determinaron a partir de la red hídrica del territorio para los ríos y embalses principales, mediante la determinación del área *buffer* (área de influencia) en función de las regulaciones establecidas por la Norma Cubana 23 “Fajas forestales de las zonas de protección a embalses y cauces fluviales” (Comité Técnico de Normalización Gestión Ambiental 1999), que establece el ancho de la faja forestal obligatoria para cada categoría de río y embalse con las siguientes dimensiones:

- En los embalses de abasto a la población: 100 m, medidos en proyección horizontal a partir del Nivel de Aguas Máximo (NAM).
- En los ríos de primer orden: 15 m en ambos márgenes, medidas en proyección horizontal, a partir del borde del cauce natural.
- En los ríos de segundo orden en adelante: 10 m en ambos márgenes, medidas en proyección horizontal a partir del borde del cauce natural.

### **Delimitación de las áreas protegidas del territorio**

La delimitación de las áreas protegidas del territorio se obtuvo a partir del inventario existente en el Centro Nacional de Áreas Protegidas y en aquellas áreas en las que, por su categoría, se prohíben las actividades agropecuarias. Se excluyó el análisis del potencial agropecuario o forestal, independientemente, de la pendiente o fertilidad natural de los suelos. En este caso fueron identificadas en el territorio tres áreas protegidas, dos de categoría estricta: las Reservas Florísticas Manejadas —en adelante, RFM—: Pozo Prieto y Monte Bisse; y un Área Protegida de Recursos Manejados, La Tabla.

### **Establecimiento de los potenciales para el territorio**

Para la determinación de los potenciales en el territorio, se hizo una valoración integral de las características climáticas y pedo-geomorfológicas de este, así como también de la cobertura actual, los tipos de cultivo y las actividades agroproductivas y silvícolas tradicionales y no tradicionales que pueden desarrollarse, lo que las excluye como áreas productivas y las incorpora a las de protección —independientemente de la pendiente— aquellas zonas localizadas dentro del sistema de áreas protegidas y las correspondientes a las fajas forestales de las de protección a embalses y cauces fluviales.

### **Resultados**

Los rangos de pendiente para la determinación del potencial agropecuario se establecieron a partir del *Manual técnico para las actividades agropecuarias y forestales de las montañas* desarrollado por el Ministerio de la Agricultura (2003), como sigue: 0-8% hortalizas, granos y viandas; 0-10% malanga, calabaza y boniato; 0-25% pastizales para la ganadería; 0-30% café y cacao; 0-50% café y cacao en suelos muy fértiles con fuertes medidas de conservación de los suelos. Para la actividad silvícola se establecieron rangos a partir del análisis de la Ley Forestal y la Norma Cubana de Calidad del suelo —suelos forestales, utilización y clasificación— con lo cual fueron establecidos los siguientes rangos: 0-25% silvicultura mecanizada de producción; 25-50% silvicultura no mecanizada para la producción; más de 50% silvicultura no mecanizada para la protección. Establecidos los rangos idóneos para cada actividad se procedió a analizar la variable fertilidad natural de los suelos, y se recomendó la actividad agropecuaria para aquellos suelos con buena fertilidad natural y las actividades silvícolas para los suelos poco fértiles.

A continuación se le resta a las áreas agropecuarias y silvícolas de producción aquellas correspondientes a las fajas hidrorreguladoras de la red hídrica del territorio para los ríos y embalses, en función de las regulaciones establecidas por la Norma Cubana de Fajas forestales de las zonas de protección a embalses y cauces fluviales. De esta manera, se estableció para el embalse Carlos Manuel de Céspedes, que es un embalse de abasto a la población, una faja forestal de 100 m, en el caso de la red hídrica el *buffer* establecido es de 15 m para el río Contramaestre, y de 10 m para el resto de las corrientes fluviales del territorio.

Posteriormente, se determinaron los tipos de cobertura del suelo a partir del mapa de formaciones vegetales y la interpretación de una imagen Landsat 7 ETM+ del 2011, sometida a un análisis multiespectral y a la aplicación de reglas de decisión establecidas estadísticamente para la identificación de la cobertura del terreno de cada pixel en la imagen. Se obtuvo la siguiente distribución de coberturas: 38.590 ha de distintos tipos de bosques; 4.690 ha de cafetales; 20.220 ha de cultivos, pastizales naturales y herbazales; 9.639,5 ha de matorrales y vegetación arbustiva; 1.211 ha de superficie hídrica; y 1.687 ha de zonas urbanas y asentamientos de población.

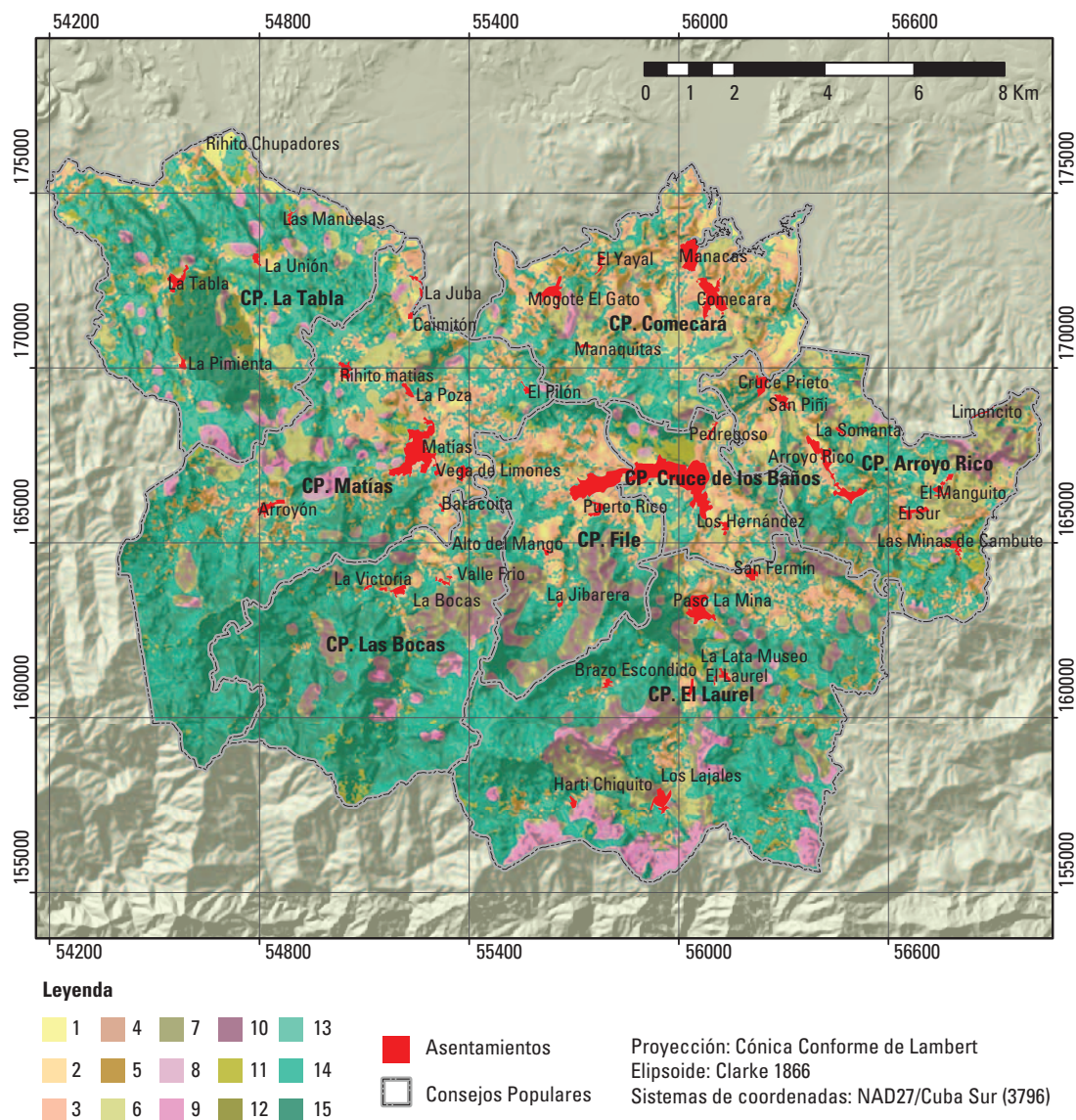
Finalmente, se procedió a realizar el análisis de todas las variables obtenidas con lo cual se establecen para cada sector del territorio las potencialidades agrícola



silvícola, priorizando la producción de alimentos. Siempre dando un margen de flexibilidad, ya que es posible, en una unidad de rango inferior de pendiente, establecer cualquiera de las que se encuentran por encima de ella, no se recomienda establecer una de rango inferior en una de rango superior. Se excluyen dentro de estos potenciales, aquellas áreas localizadas dentro del sistema de áreas protegidas del territorio y las correspondientes a las fajas forestales de las zonas de protección a embalses y cauces fluviales.

Es pertinente aclarar que este estudio se llevó hasta el nivel de Consejo Popular, cuyos límites son reflejados

en el mapa de la figura 3. El Consejo Popular constituye dentro del municipio la mínima expresión de división política administrativa para numerosos organismos en tareas organizativas y de administración de los recursos; razón por la cual fue determinado de forma independiente para cada uno de estos, su potencial agropecuario y silvícola existente. En dicho mapa se muestra la distribución de los potenciales agropecuarios y silvícola obtenidos para el municipio Tercer Frente. En la leyenda se encuentran codificadas por números y colores las potencialidades descritas en el territorio; su área y demás datos se detallan a continuación.



**Figura 3.** Distribución del potencial agropecuario y silvícola en el municipio Tercer Frente. Datos: estudio de potenciales del municipio, obtenido mediante la superposición de los diferentes factores analizados en cada mapa anterior.



### Potencial agrícola

- 986,4 ha de tierra recomendadas para el cultivo de hortalizas, granos y viandas, con pendientes entre 0-8%, suelos fértiles ocupados actualmente por herbazales o matorrales, y campos de cultivos ya establecidos.
- 215,3 ha de tierra recomendadas para el cultivo de malanga, calabaza y boniato, con pendientes entre 8-10%, suelos fértiles, ocupados actualmente por herbazales o matorrales y campos de cultivos ya establecidos.
- 3.528,2 ha de tierra recomendadas para el desarrollo de la ganadería, con pendientes entre 10-25%, suelos fértiles, ocupados actualmente por herbazales o matorrales, y campos de cultivos ya establecidos.
- 530,1 ha de tierra recomendadas para el cultivo del café y el cacao con pendientes entre 25-30%, suelos fértiles, ocupados por herbazales o matorrales, y campos de cultivos ya establecidos.
- 1.667,2 ha de tierra recomendadas para el cultivo de frutales, café y cacao con pendientes entre 30-50%, suelos fértiles, ocupados actualmente por herbazales o matorrales, y campos de cultivos ya establecidos. En este caso, se requiere la aplicación de fuertes medidas de conservación de suelos en las plantaciones que se prevea establecer.

Existen en el territorio áreas ya establecidas con plantaciones de café y cacao que, por encontrarse en zonas idóneas para su cultivo, deben mantenerse. Dentro de estas se tienen:

- 1.956,9 ha de plantaciones de café y cacao con pendientes entre 0-30% y suelos fértiles.
- 2.172,2 ha de plantaciones de café y cacao con pendientes entre 30-50%, suelos fértiles, en terrenos que requieren fuertes medidas de conservación de suelos.

### Potencial silvícola

Para el potencial silvícola en algunas áreas cafetales que se encuentran en terrenos poco adecuados para su rendimiento óptimo, el municipio cuenta con:

- 357,4 ha de tierras en las que se recomienda el reemplazo de las plantaciones de café por silvicultura para la producción en áreas con pendientes de 0-25% y suelos poco fértiles.
- 923,0 ha de tierras en las que se recomienda el reemplazo de las plantaciones de café por silvicultura para la producción en áreas con pendientes de 25-50% y suelos poco fértiles.

- 1.941,9 ha de tierras en las que se recomienda el reemplazo de las plantaciones de café por silvicultura para la protección con especies predominantes de la formación boscosa en áreas con pendientes superiores al 50% y suelos poco fértiles.

Dentro de las áreas con potencial para la reforestación, existen en el territorio algunas que carecen de cobertura boscosa y no son aptas por sus condiciones edafo-geomorfológicas para la actividad productiva, tales como:

- 818,5 ha de terrenos recomendados para la reforestación con especies predominantes de la formación boscosa original para la producción en áreas con pendiente de 0-50%, suelos poco fértiles y cobertura de herbazales, cultivos, pastizales y matorrales.
- 476,8 ha de terrenos recomendados para la reforestación con especies predominantes de la formación boscosa original para la protección en áreas con pendientes superiores al 50%, suelos poco fértiles y cobertura de herbazales, cultivos, pastizales y matorrales, así como las incluidas dentro de áreas protegidas propuestas con categoría de RFM, y las correspondientes a las fajas forestales de las zonas de protección a embalses y cauces fluviales.

Quedan excluidas de las áreas para la producción, aquellas que se encuentran localizadas dentro de áreas protegidas con categoría de RFM y las correspondientes a las fajas forestales de las zonas de protección a embalses y cauces fluviales —independientemente del rango de pendiente que presente el terreno—.

Para las áreas que conservan la cobertura boscosa con distintos estados de degradación por su ubicación y niveles de pendiente, las potencialidades silvícolas son:

- 4.890,5 ha de bosques recomendados para la silvicultura mecanizable con especies de la formación boscosa para la producción en aquellas áreas con pendiente inferior al 25%.
- 9.265,3 ha de bosques recomendados para la silvicultura no mecanizable con especies de la formación boscosa para la producción en aquellas áreas con pendientes entre el 25-50%.
- 6.667,2 ha de bosques recomendados para la silvicultura no mecanizable con especies de la formación boscosa para la protección en aquellas áreas con pendientes superiores al 50%, así como aquellas que se encuentren dentro de áreas protegidas con categoría de RFM y las fajas forestales de las zonas de protección a embalses y cauces fluviales.

## Conclusiones

A modo de conclusiones se puede establecer que:

- Las condiciones físico-geográficas le confieren al municipio Tercer Frente características particulares que requieren de un profundo análisis para su adecuado aprovechamiento, en función de la producción agropecuaria y silvícola.
- La metodología propuesta y el uso combinado de las herramientas que ofrecen los SIG y la PR permiten modelar y estimar con bastante exactitud los lugares adecuados para el desarrollo agropecuario y silvícola en un territorio dado. Lo que demuestra la validez del método que puede ser adecuado para su aplicación a otras regiones similares de Cuba y el mundo.
- Los análisis realizados de forma colateral como un nuevo producto permitieron evaluar y determinar el estado de la faja hidrorreguladora de los embalses, ríos y arroyos del municipio, lo que los constituyó en una valiosa herramienta para los decisores que intervienen en su protección y rehabilitación.
- Se determinó que el territorio, a pesar de ser montañoso, cuenta con amplias potencialidades para el desarrollo agropecuario y silvícola sin violar lo legalmente establecido en la legislación ambiental de Cuba.
- Finalmente, se logró brindar a los decisores locales que intervienen en la entrega de tierras un mapa digital de escala 1:25.000 de potenciales agropecuarios silvícolas del municipio que les indica los lugares adecuados para el desarrollo de cada categoría agropecuaria y silvícola del municipio, sin comprometer la protección del medio ambiente.

## Referencias

- Arceo, Sara, y Eduardo Salinas. 1994. "Evaluación del potencial natural de los paisajes para la actividad agropecuaria en el ejemplo del municipio de Yagüajay." *Geographica* 31:3-16.
- Asamblea Nacional del Poder Popular-República de Cuba. 1998. "Ley n.º 85: Ley Forestal." La Habana: Asamblea Nacional del Poder Popular-República de Cuba.
- Benítez, Diocles, Alina Ramírez, y Braulio Pérez. 2006. *Alternativas tecnológicas para la producción ganadera en las montañas*, Instituto de Investigaciones Agropecuarias "Jorge Dimitrov". Inédito.
- Bosque Sendra, Joaquín. 1996. *Sistema de Información Geográfica*. Madrid: Rialp.
- Buzai, Gustavo D., y Claudia A. Baxendale. 2012. *Análisis socioespacial con Sistemas de Información Geográfica*. Tomo 2. *Ordenamiento territorial, temáticas de base vectorial*. Buenos Aires: Lugar.
- Comité Técnico de Normalización Gestión Ambiental. 1999. "Norma Cubana 23 de 1999: Franjas forestales de las zonas de protección a embalses y cauces fluviales." La Habana: Oficina Nacional de Normalización.
- Comité Técnico de Normalización Gestión Ambiental. 2000. "Norma Cubana 66 del 2000: Calidad del suelo; Suelos forestales. Clasificación y utilización." La Habana: Oficina Nacional de Normalización.
- CONAFOR (Comisión Nacional Forestal). 2007. "Especificaciones técnicas para el monitoreo de la cobertura de la vegetación basado en imágenes de satélite MODIS". Consultado el 29 de junio de 2009. <http://www.conafor.gob.mx/portal/index.php?l1=4&l2=3&l3=2>.
- Falqué, Max. 1972. "Pour una planification ecologique". *L'irrigant* 60:3-22.
- Garea Llano, Eduardo, Francisco Soto Carreño, y Antonio Vantour Causse. 2006. "Combinación de métodos de análisis espacial para la zonificación agroecológica de cultivos en condiciones de montaña." *Ciencias de la Tierra y el Espacio* 7:38-46.
- GEOCUBA. 2003. *Mapa topográfico de Cuba, 1:100.000*. La Habana: Oficina Nacional de Hidrografía y Geodesia.
- Haase, Günter. 1990. "Approaches to, and Methods of Landscape Diagnosis as a Basis of Landscape Planning and Landscape Management." *Ekología (CSSR)* 9 (1): 31-44.
- Mannsfeld, Karl. 1983. *Landschaftsanalyse Und Ableitung von Naturraumpotentialen Kartenbeilage*. Berlin: Akademie-Verlag.
- Ministerio de la Agricultura. 2014. *Manual técnico para las actividades agropecuaria y forestal de las montañas*. La Habana: Comisión Nacional Plan Turquino - Manatí.
- Ministerio de la Agricultura. 1999. "Resolución n.º 330: Reglamento de la Ley Forestal". <http://web.pnuma.org/gobernanza/cd/Recursos/multimedia%20Manejo%20Integrado%20costero/Documentos/leyes/R330-1999.pdf>
- Ministerio de la Agricultura. 2003. *Manual técnico para las actividades agropecuaria y forestal de las montañas*. La Habana: AGRINFOR.
- Ministerio de Justicia-República de Cuba. 2008. "Decreto-Ley n.º 259: Sobre la entrega de tierras ociosas en el usufructo." *Gaceta Oficial* 30, 29 de agosto. [http://www.actaf.co.cu/index.php?option=com\\_mttree&task=att\\_download&link\\_id=62&cf\\_id=24](http://www.actaf.co.cu/index.php?option=com_mttree&task=att_download&link_id=62&cf_id=24)

- Ministerio de Justicia-República de Cuba. 2012. "Decreto-Ley n.º 300: Sobre la entrega de tierras estatales ociosas en usufructo." *Gaceta Oficial* 45, 22 de octubre. [http://www.actaf.co.cu/index.php?option=com\\_mtree&task=att\\_download&link\\_id=793&cf\\_id=24](http://www.actaf.co.cu/index.php?option=com_mtree&task=att_download&link_id=793&cf_id=24)
- Miraglia, Marina, Nicolás Caloni, y Gustavo D. Buzai, org. 2015. *Sistemas de información geográfica en la investigación científica actual*. Los Polvorines: Universidad Nacional de General Sarmiento. (E-Book).
- Oficina Nacional de Normalización. 1999. *NC 23: 1999 Franjas forestales de las zonas de protección a embalses y cauces fluviales*. La Habana: Oficina Nacional de Normalización.
- Oficina Nacional de Normalización. 2000. *NC 66:2000 Calidad del suelo. Suelos forestales. Clasificación y utilización*. La Habana: Oficina Nacional de Normalización.
- Pompa, M. 2008. "Análisis de la deforestación en ecosistemas montañosos del noroeste de México." *Avances en Investigación Agropecuaria* 12 (2): 35-44.
- Rivera Valdez, Yrvin A., y Rubén Montás Domínguez. 2006. "Estudio bitemporal de la deforestación en la República Dominicana usando sensores remotos." Serie Tecnología n. 2. Santo Domingo: UNAPEC.
- Salinas Chávez, Eduardo. 1991. "Análisis y evaluación de los paisajes en la planificación regional en Cuba." Tesis de doctorado, Universidad de La Habana, Cuba.
- Salinas Chávez, Eduardo, Leandro Yanes Suárez, y Sara Arceo Kindelán. 1990. "La evaluación agrogeográfica en la planificación regional en Cuba." *Cuadernos Geográficos de la Universidad de Granada* 18-19:217-236.
- Tricart, Jean, y Jean Kilian. 1982. *La ecogeografía y la ordenación del medio natural*. Barcelona: Anagrama.
- Viña Bayés, Nicasio, Nicasio Viña Dávila, Kesia Mustelier Martínez, y Adrián Trapero Quintana. 2000. "Caracterización físico-geográfica del Macizo Sierra Maestra." Programa Científico Técnico Nacional Desarrollo Sostenible de la Montaña, Santiago de Cuba: Centro Oriental de Ecosistemas y Biodiversidad (BIOECO).

#### **Adonis Ramón Puebla**

Licenciado en Geografía de la Universidad de La Habana (2001) y Magíster en Geografía, Medio Ambiente y Ordenamiento Territorial, Mención Paisajes y Planificación Ambiental de la misma universidad (2009). Labora en el Órgano de Atención al Desarrollo Integral de la Montaña Sierra Maestra como Especialista en sistema de información geográfica, percepción remota, áreas naturales protegidas y ordenamiento ambiental.

#### **Leusnier Martínez Quintana**

Ingeniero Forestal de la Universidad de Granma, Cuba (2007). Labora en el Órgano de Atención al Desarrollo Integral de la Montaña Sierra Maestra, como Especialista en manejo y conservación del suelo, y actividad forestal.

#### **Célida Suárez García**

Ingeniera Agrónoma de la Universidad de Ciego de Ávila, Cuba (1984) y Magíster en Gestión Ambiental de la Universidad de Granma (2011). Directora del Órgano de Atención al Desarrollo Integral de la Montaña Sierra Maestra.

#### **Eduardo Salinas Chávez**

Catedrático de Geografía Regional en la Facultad de Geografía de la Universidad de La Habana (Cuba), obtuvo los títulos de Licenciado en Geografía (1976) y Doctor en Ciencias Geográficas (1991) de dicha Universidad y es Magíster en Gestión Turística para el Desarrollo Local y Regional de la Universidad de Barcelona (España 2003). Actualmente trabaja en la Universidade Federal de Grande Dourados (UFGD), Dourados, MS, Brasil.