

CARTOGRAFÍA DE LA DEGRADACIÓN DE TIERRAS EN EL ECOSISTEMA SABANA- CAMAGUEY (ESC). CUBA.

[Armando Jesús de la Colina Rodríguez](#)¹, Jorge Ángel Luis Machín², Yoel Cuzán Fajardo³.

DOI:10.5281/zenodo.400592

<http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.400592>

El presente trabajo tiene como objetivo exponer las experiencias en la modelación espacial de la evaluación de la degradación de tierras en el Ecosistema Sabana- Camagüey, derivado de la aplicación de la metodología WOCAT-LADA que facilitó la cartografía del fenómeno anteriormente mencionado a través de los indicadores de estado, presión, impacto y respuesta. Entre los resultados obtenidos destaca un conjunto de 15 mapas temáticos, que identifican no sólo el tipo, intensidad y tendencia de la degradación sino que proporcionan además la vinculación con las actividades de conservación. El seguimiento del comportamiento espacial de los procesos de degradación de los sistemas de uso de la tierra (SUT) definidos, contribuye a la lucha contra la desertificación, invierte los procesos de degradación de tierras y frena la pérdida de la diversidad biológica. La implementación sistemática de la metodología constituye una herramienta para el seguimiento, monitoreo y alerta sobre los procesos de degradación de tierras y en la evaluación de la efectividad de los mecanismos y medidas de conservación en la dimensión espacio-temporal de los ecosistemas terrestres del ESC.

cartografía, degradación de tierras, WOCAT-LADA, Sabana- Camagüey, Cuba

¹ Investigador Titular, Instituto de Geografía Tropical, CITMA, La Habana. Cuba. ajcr@geotech.cu

² Investigador Auxiliar, Instituto de Geografía Tropical, CITMA, La Habana. Cuba. jorgel@geotech.cu

³ Investigador Agregado, Instituto de Geografía Tropical, CITMA, La Habana. Cuba. yoelc@geotech.cu

CARTOGRAFÍA DE LA DEGRADACIÓN DE TIERRAS EN EL ECOSISTEMA SABANA- CAMAGUEY (ESC). CUBA.

[Armando Jesús de la Colina Rodríguez](#), Jorge Ángel Luis Machín, Yoel Cuzán Fajardo.

INTRODUCCIÓN

El planeta tierra, sobre el que vivimos en comunidades, está siendo cada vez más sometido "a rupturas", debido a las actividades humanas; su capacidad de carga está bajo una gran tensión debido a la presión demográfica. Esta presión está afectando especialmente a las personas que viven en ecosistemas frágiles y en zonas secas debido a la naturaleza marginal y frágil de los recursos a los que tienen acceso (González Souza, de la Colina Rodríguez, & González Garcíandía, 1996), (de la Colina Rodríguez, 2001), (Shahid & Al-Shankiti, 2013). Hay más de 2 000 millones de hectáreas de tierra que han sido degradados, con una pérdida de la biodiversidad agrícola, el aumento de la escasez de agua y la destrucción creciente de los recursos naturales. Superpuesto a esto es el hecho de que el uso negligente y explotación de los recursos naturales ha puesto el tren del cambio climático global en movimiento. (El-Beltagy & Madkour, 2012).

Se prevé que el impacto del cambio climático va a afectar todas las fronteras. Cultivos, sistemas de cultivo, rotaciones y la biota recibirán su impacto y su consecuente transformación. Para mantener el equilibrio en el sistema, existe una necesidad de nuevos conocimientos, políticas alternativas y cambios institucionales. Los habitantes de los ecosistemas frágiles y de las zonas secas tienden a ser más gravemente afectados por los cambios en los regímenes de humedad y temperatura, como resultado del cambio climático global. Para ayudar a hacer frente a los retos, hay una necesidad de un nuevo paradigma en la investigación científica, la transferencia de tecnología y su relación con el medio ambiente, correspondiéndole a las tecnologías de la información geográfica y su sinergia con las tecnologías de la información y las comunicaciones un rol fundamental (Palet Rabaza & de la Colina Rodríguez, 2005), (A. E. Lambert Hernández et al., 2009), (Ana Elena Lambert Hernández et al., 2011), (de la Colina Rodríguez, 2012), (de la Colina Rodríguez, Cuzán Fajardo, Rodríguez Taboada, García Blanco, & García Capote, 2015).

Existe un consenso internacional que afirma que los desafíos actuales del desarrollo sostenible requieren de nuevas formas para la producción de conocimiento y la toma de decisiones, enfocados a facilitar el acercamiento entre la ciencia y la sociedad. Identificando que un aspecto clave consiste en involucrar a los actores no académicos dentro de los procesos científicos con la intención de integrar todo el conocimiento disponible, conciliando valores y preferencias, en la apropiación y aproximación a los problemas y la definición de las opciones de solución. Interdisciplinariedad, interacción en base comunitaria o investigaciones con enfoques participativos son con frecuencia sugeridos como medios apropiados para alcanzar los requerimientos que emergen de los problemas del mundo real, de las metas del desarrollo

sostenible y de las transformaciones necesarias en el campo de la ciencia (Daniel J. Lang et al., 2012), (Silvia & Beatriz, 2012), (de la Colina Rodríguez, Cuzán Fajardo, Rodríguez Quintana, & García Capote, 2015).

Para ello se requiere una mayor inversión de los organismos internacionales y los gobiernos nacionales para apoyar los esfuerzos de investigación y desarrollo sostenible integrados pertinentes, que incorporen la dimensión espacio-temporal en el abordaje del problema desde una perspectiva transversal (de la Colina Rodríguez, Cuzán Fajardo, et al., 2015). En el contexto de las direcciones estratégicas y proyecciones futuras de los programas de ciencia de los países desarrollados se priorizan programas de investigación y fondos financieros que centran su atención en el perfeccionamiento de sistemas de gestión de información que promueven el acceso abierto, y la necesidad del desarrollo de sistemas informáticos que faciliten y apoyen la captura de datos e información y la ejecución de investigaciones multidisciplinarias y transversales entre las que se pueden citar los Cross-Cutting Capacity Development Projects and Study (CCCD) que promueve y fomenta el GEF-6 (2013a) y las prioridades identificadas en la "Science Europe General Assembly on 21 November 2013" (2013b), que identifican y coinciden en la necesidad de la generación de nuevas vías y formas de producción de conocimiento y toma de decisiones destacando que constituye un desafío ineludible para alcanzar la sostenibilidad, en la que se debe involucrar también a los actores no académicos en los procesos de investigación para asegurar una total transdisciplinariedad (Hey, Tansley, & in Tolle, 2009), (Daniel J. Lang et al., 2012), (Haase, Termath, & Martsch, 2013), (Hasan et al., 2013), (de la Colina Rodríguez, Cuzán Fajardo, et al., 2015).

Sólo este enfoque puede permitir identificar la localización geográfica de las causas de la degradación en las comunidades vulnerables de los ecosistemas frágiles y zonas secas, y contribuir a una mejor eficiencia en la asignación y la utilización de los recursos financieros y naturales de manera sostenible, y por lo tanto ayudar a proteger el medio ambiente para las generaciones. (Ayón Ramos & de la Colina Rodríguez, 2015), (de la Colina Rodríguez et al., 2009), (de la Colina Rodríguez, 2012).

La degradación del suelo es un problema universal. No debemos dejarnos engañar haciéndole creer que está restringida a las tierras agrícolas o medios de vida agrícolas, a pesar de que es en estas áreas donde los efectos de la degradación de la tierra son inmediatamente evidentes y más dramática (Montanarella et al., 2015).

En el mundo en desarrollo, la degradación del suelo es un síntoma de subdesarrollo. Es el resultado de una combinación de factores sociales y económicos, como la pobreza y la distribución desigual de los recursos de la tierra, y los sistemas inadecuados de uso del suelo y los métodos de cultivo. En los ecosistemas costeros y zonas secas, estos factores se ven agravados por el clima y la fragilidad de los ecosistemas (de la Colina Rodríguez & Ayón Ramos, 2008), (de la Colina Rodríguez & Ayón Ramos, 2012).

El 14 % de la degradación mundial ocurre en América Latina y el Caribe. En Mesoamérica el 37% de la pérdida de productividad agrícola es debida a la degradación de los suelos. El 32% del total de tierra utilizada (agrícola, pastos y bosques) y 74% de las tierras agrícolas se encuentran sujetas a fenómenos de degradación. La principal causa de la degradación del suelo es un deficiente manejo de la tierra agrícola. (Montanarella et al., 2015), (Boerger, 2016).

MODELACIÓN ESPACIAL DE LA DEGRADACIÓN DE TIERRAS

En la degradación y los cambios en la cobertura y el uso de la tierra influyen múltiples factores: naturales, económicos, sociales, tecnológicos, políticos, etc. Esta gran variedad de factores hacen del tema degradación de tierras un elemento de conformación multifactorial, complejo y dinámico.

Referencias recientes de investigaciones ejecutadas por el Instituto de Geografía Tropical relacionados con la modelación espacial de cambios en la cobertura y el uso de la tierra, del sector agropecuario y aproximación al fenómeno de la degradación a diferentes niveles de agregación territorial nacional y para la región del Caribe se relacionan a continuación (de la Colina Rodríguez, Marmol Fundora, et al., 2015):

Tamarit, I. et al. (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 priorizadas. Informe Científico Técnico, Instituto de Geografía Tropical, (Inédito).

Labrada Pons, M. et al (2008): Reserva de la Biosfera Ciénaga de Zapata: Estrategias para su Gestión Ambiental. Editora GEOTECH. ISBN: 978-959-7167-16-7 (Accesible en <http://dspace.geotech.cu/jspui/handle/123456789/34>)

Labrada Pons, M. et al (2011): Estrategia para la gestión ambiental para la Reserva de la Biosfera Ciénaga de Zapata. Editora GEOTECH. ISBN: 978-959-7167-30-3 (Accesible en <http://dspace.geotech.cu/jspui/handle/123456789/154>) (Esta Obra tiene un capítulo denominado Detección de Cambios en la Cobertura Vegetal de 1959 al 2009 en la Ciénaga de Zapata, en el que se expone la metodología seguida. (con URL: <http://dspace.geotech.cu/jspui/bitstream/123456789/154/5/Deteccion.pdf>)

Reyes González, R.E. et al (2010): Preparación de los mapas temáticos para la evaluación de la degradación de la Tierra en Cuba a escala nacional. Proyecto LADA. Informe Científico Técnico, Instituto de Geografía Tropical. (Accesible en <http://dspace.geotech.cu/jspui/handle/123456789/30>).

Marmol Fundora E. (2011): Dinámica del uso agrícola y la tenencia de la tierra en Cuba a partir de la década de los años noventa del siglo XX. Tesis de Diploma. Facultad de Geografía (UH- MES) (Accesible en <http://dspace.geotech.cu/jspui/handle/123456789/163>).

Martín Morales, G. y Tamarit Herrán, I (2011) Procedimiento para el Procesamiento Digital de Imágenes. Instituto de Geografía Tropical (Inédito)

de la Colina, A J.; R. González López y T. Ayón Ramos (2011): ALTERNATIVAS PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE LOCAL DEL MEDIO RURAL EN CUBA. En: Colección Calidad Ambiental y Sostenibilidad con ISBN: 978-959-7167-31-0. En el Tomo I: Desarrollo Regional y Medio Ambiente. Problemas y Alternativas de Gestión Sostenible con ISBN: 978-959-7167-32-7 (Accesible en <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.1.5024.9124>).

de la Colina, A J. y T. Ayón Ramos (2012): APROXIMACIÓN A LA SOSTENIBILIDAD DE LA AGRICULTURA EN EL CARIBE. UN ENFOQUE TIPOLOGICO. En: "Convención Trópico 2012 (Memorias)", en el IV Congreso de Geografía Tropical. Editora GEOTECH con registro 959-7167. ISBN: 978-959-7167-36-5. (Accesible en <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.1.4982.9285>).

Abraham Alonso, Ana N. (2010): El paisaje cultural del valle de Viñales, análisis de sus cambios durante el período 1971 – 2005. Tesis de Maestría. Facultad de Geografía (UH- MES) (Accesible en <http://dspace.geotech.cu/jspui/handle/123456789/162>).

Fernández Pérez, D. (2007): Análisis de los cambios de uso de la tierra en las cuencas hidrográficas Itabo y Guanabo durante el período 1985 – 2005 a partir del procesamiento de imágenes de satélite. Tesis de Maestría. Facultad de Geografía (UH- MES) Inédito (Accesible en <http://dspace.geotech.cu/jspui/handle/123456789/161>).

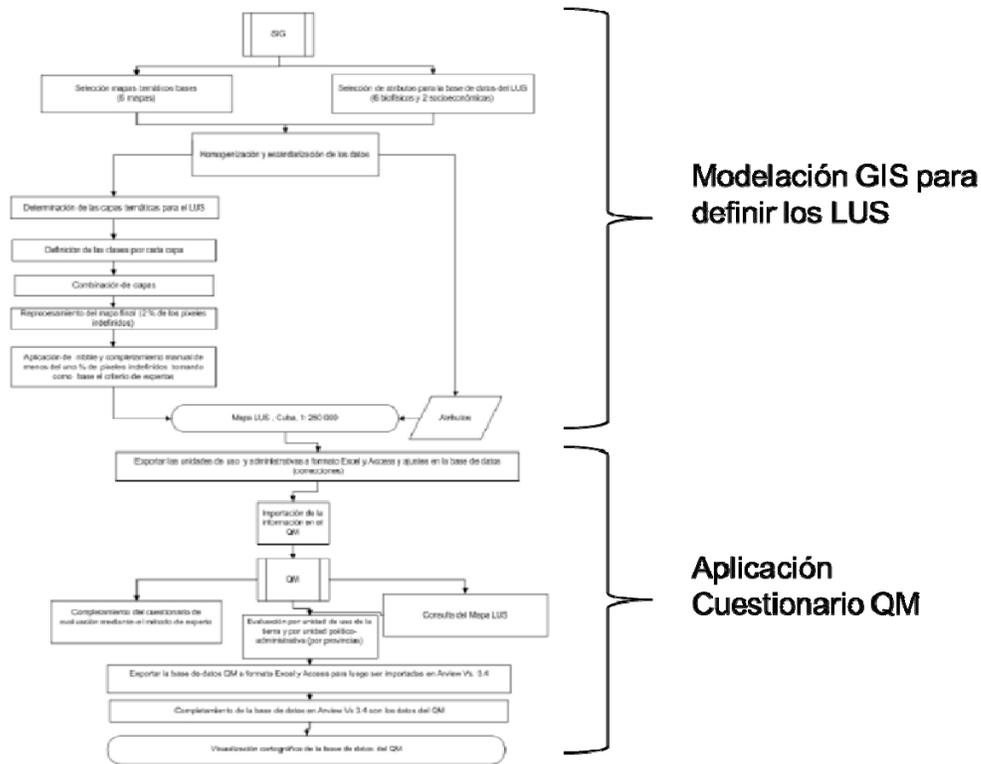
América Latina y el Caribe tiene las reservas de tierras cultivables más grandes del mundo, por lo que el cuidado y preservación de sus suelos es fundamental para que la región alcance su meta de erradicar el hambre y de contribuir a la seguridad alimentaria de una población mundial que en el año 2050 llegará a unos 9 000 millones de personas (Boerger, 2016).

La modelación espacial de la degradación de tierras en el Ecosistema Sabana-Camagüey parte de las experiencias en la evaluación de la degradación de tierras a escala nacional realizadas en Cuba (Urquiza Rodríguez, Alemán García, & de la Colina Rodríguez, 2014), Haití, México y Panamá derivados de la aplicación de la metodología WOCAT-LADA (2009) que facilitó la cartografía de los indicadores de estado, presión, impacto y respuesta del fenómeno de la degradación de tierras.

Los resultados de la implementación de la metodología WOCAT/LADA a nivel nacional y subnacional en Cuba permitió obtener un conjunto temático de 15 mapas reunidos en 5 grupos, que identifican no sólo el tipo, intensidad y tendencia de la degradación sino que proporcionan además la vinculación con las actividades de conservación, apoyando las investigaciones y los procesos de toma de decisiones en el Manejo Sostenible de Tierras (MST) (Urquiza Rodríguez et al., 2014). La implementación sistemática de la metodología constituye una herramienta para el seguimiento, monitoreo y alerta sobre los

procesos de degradación de tierras y en la evaluación de la efectividad de los mecanismos y medidas de conservación en la dimensión espacio-temporal.

El procedimiento metodológico propuesto por WOCAT/LADA para la cartografía de la degradación de tierras consiste en una modelación simple con Sistemas de Información Geográfica (SIG-GIS) para la determinación de los Sistemas de Uso de la Tierra (SUT/LUS) y posteriormente la ejecución de un ejercicio de criterios de expertos (de la Colina Rodríguez, 2016) que evalúa los SUT/LUS definidos mediante el cuestionario de mapeo (QM).



Para el ejercicio del mapeo que propone la metodología WOCAT/LADA, el Sistema de Uso de la Tierra (SUT/LUS) está considerado como la unidad básica de evaluación (Nachtergaele et al, 2007). Esas unidades espaciales básicas de análisis (SUT/LUS) contienen información valiosa (tanto biofísica como socio-económica) referidas al uso de la tierra y a las prácticas de uso y manejo, las que son las principales causas de la degradación.

El área cartografiada del Ecosistema Sabana- Camagüey se corresponde con su superficie del ecosistema terrestre comprendida entre el parteaguas norte de las provincias de Matanzas, Villa Clara, Sancti Spíritus, Ciego de Ávila, y Camagüey que asciende aproximadamente a 21 253.7 km² (2 125 370 ha).

Se identificaron 26 Sistemas de Uso del Territorio (SUT/LUS) en 106 polígonos que abarcan 5 provincias y 48 municipios (Ver Gráfico 1 y Figura 1). En el que predominan: Otras hierbas y pastos (32%), Caña sin riego (25%), Otros cultivos

(12%), Otros humedales (11%), Otros bosques (4%) y Otros mosaicos de vegetación (4%) que ocupan 18 898.4 km² (89%) del ESC.

Gráfico 1: Principales SUT/LUS identificados en el ESC

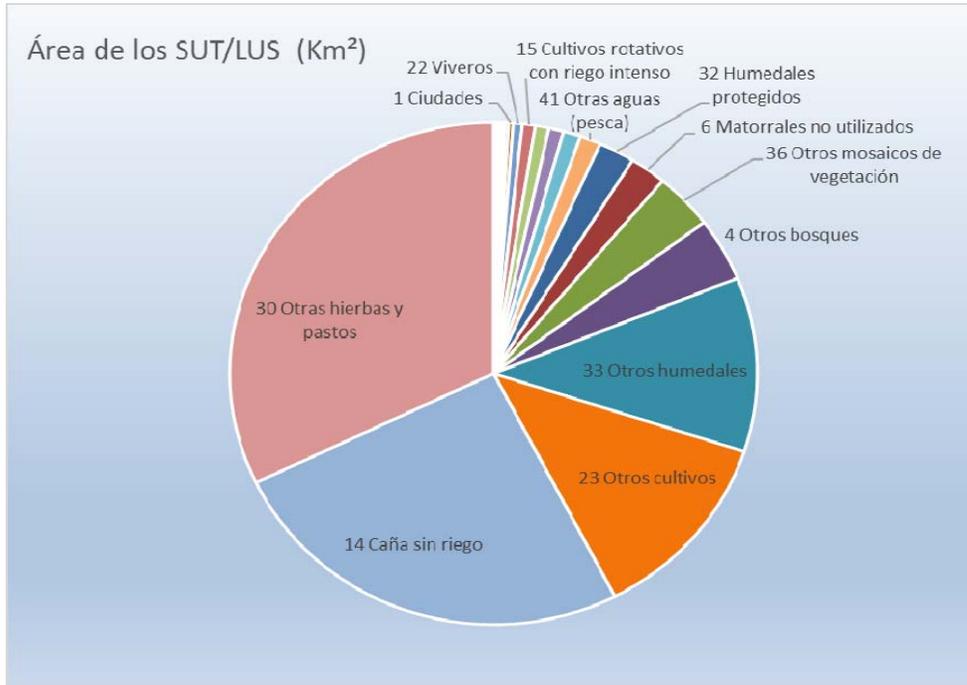
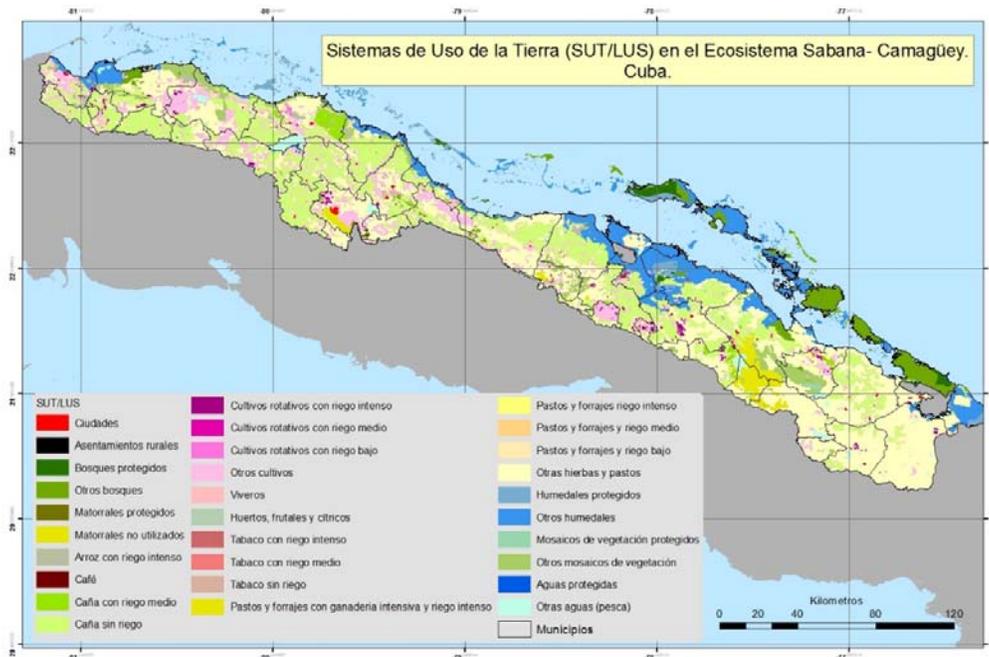
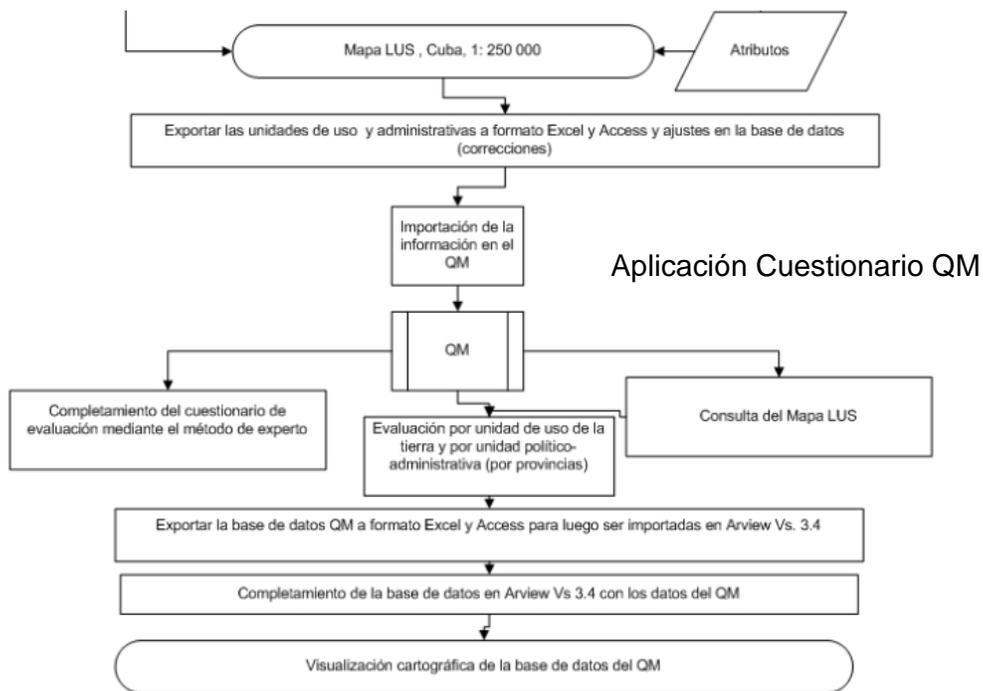


Figura 1: Distribución espacial de los SUT/LUS en el ESC



La herramienta de mapeo (o cartográfica) recomendada por WOCAT/LADA se basa en el cuestionario de mapeo original del WOCAT, que se automatizó para hacer más amigable su empleo durante el ejercicio participativo de evaluación y captura de información a partir de los criterios de expertos (WOCAT, 2007), (de la Colina Rodríguez, 2016). Este ha sido ampliado para prestar más atención a cuestiones como la degradación biológica e hídrica y hacer más hincapié en las causas directas y socio- económicas de esos fenómenos, incluyendo los impactos sobre los bienes y servicios del ecosistema. Se evalúa que tipo de degradación de la tierra está ocurriendo actualmente, dónde y por qué ocurre y qué se hace al respecto en términos de Manejo Sostenible de Tierras (MST), bajo la forma de un cuestionario. La vinculación de la información obtenida mediante el cuestionario con el Sistema de Información Geográfica (SIG-GIS) permite la generación de múltiples mapas temáticos así como también de áreas de cálculo referidas a varios aspectos de la degradación y conservación de la tierra. La base de datos del mapa y los resultados de su cartografía proveen una herramienta poderosa para obtener una visión general espacio- temporal de la degradación y conservación de la tierra en una unidad espacial mapeable: país, regiones naturales, ecoregiones, paisajes, ecosistemas, cuencas hidrográficas, etc.



La aplicación del cuestionario de mapeo identificó en el ESC 11 tipos de degradación de tierras que reflejan los indicadores de estado del marco conceptual de indicadores “Fuerzas Motrices-Presiones-**Estado**- Impacto-Respuesta (FMPEIR)” (de la Colina Rodríguez, 2016). En el que predominan: Wt Pérdida de capas superiores del suelo (28%), Bs Pérdida de biodiversidad (27%), Pc Compactación (26%) y Bh Pérdida de Hábitats (11%) que ocupan 19 449.1 km² (92%) del ESC (ver Gráfico 2 y Figura 2).

Gráfico 2: Tipos de degradación predominantes identificados en el ESC

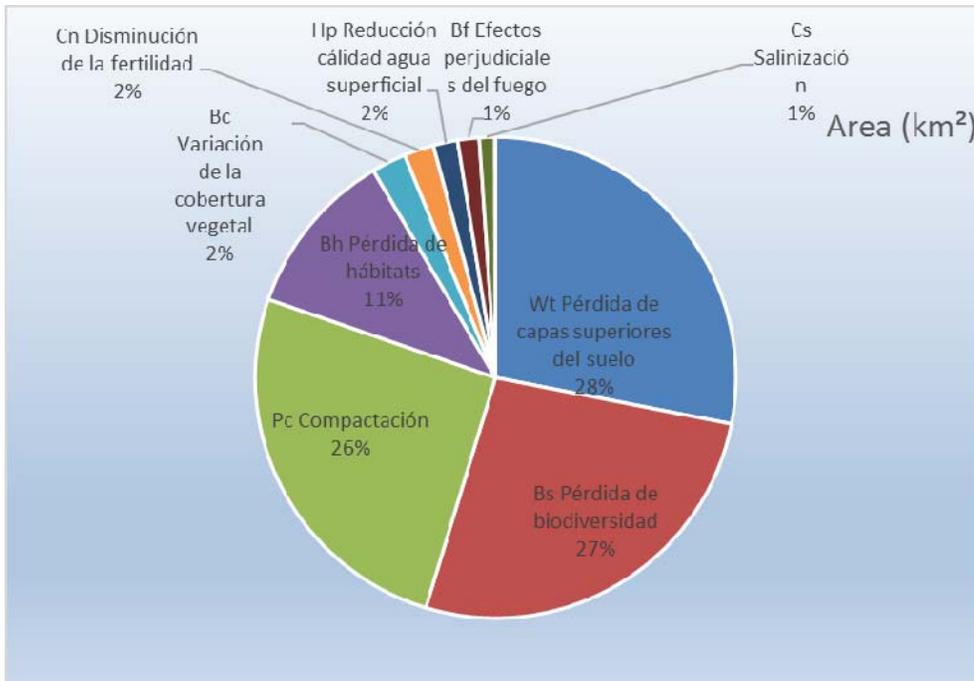
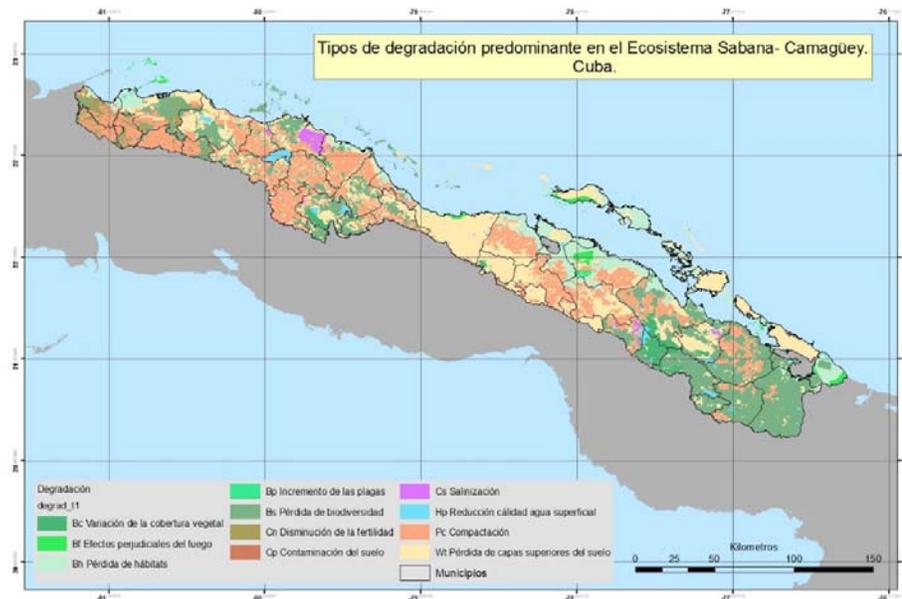


Figura 2: Distribución espacial de los tipos de degradación en el ESC



Las actividades humanas y causas naturales pueden conducir a la degradación de la tierra. En el inventario de la degradación se pone énfasis en las causas antrópicas, pero a veces la degradación natural también necesita de la aplicación de medidas. Los resultados del mapeo participativo indicaron 16 causas directas de la degradación de la tierra (**Indicadores de presión directos**) en el ESC. En el que predominan: c Manejo inapropiado de tierras cultivadas 79%, n6 Topografía (8%) y s Manejo inapropiado del suelo (5%) que ocupan 19 597.7 km² (92%) del ESC (ver Gráfico 3 y Figura 3).

Gráfico 3: Causas Directas de la degradación identificadas en el ESC

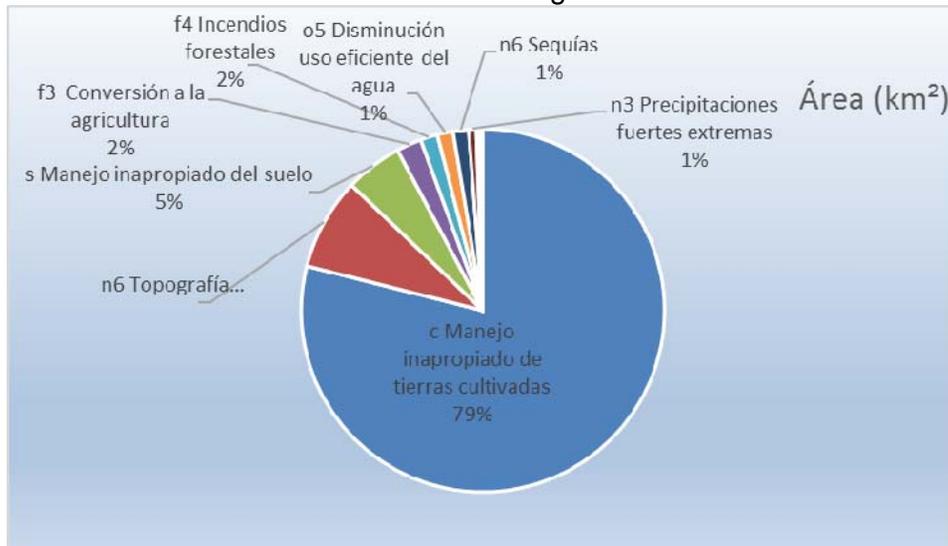


Figura 3: Distribución espacial de las Causas directas de la degradación en el ESC



Impacto sobre los servicios del ecosistema (**Indicadores de impacto**). El principal impacto evaluado es el efecto sobre los servicios de los ecosistemas (ES), tal como se muestra en la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (Instituto de los Recursos Mundiales, 2005). Resultado del Mapeo a través del cuestionario QM se definieron 3 grupos de impactos en el que predominaron: E sobre los Servicios Ecológicos (48%) y P sobre los Servicios Productivos (52%). (Ver Gráfico 4 y Figura 4).

Gráfico 4: Impacto sobre los servicios del ecosistema identificadas en el ESC

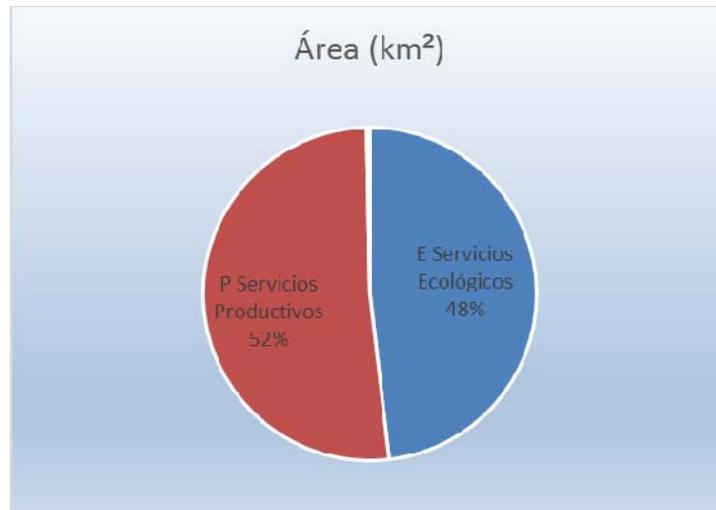
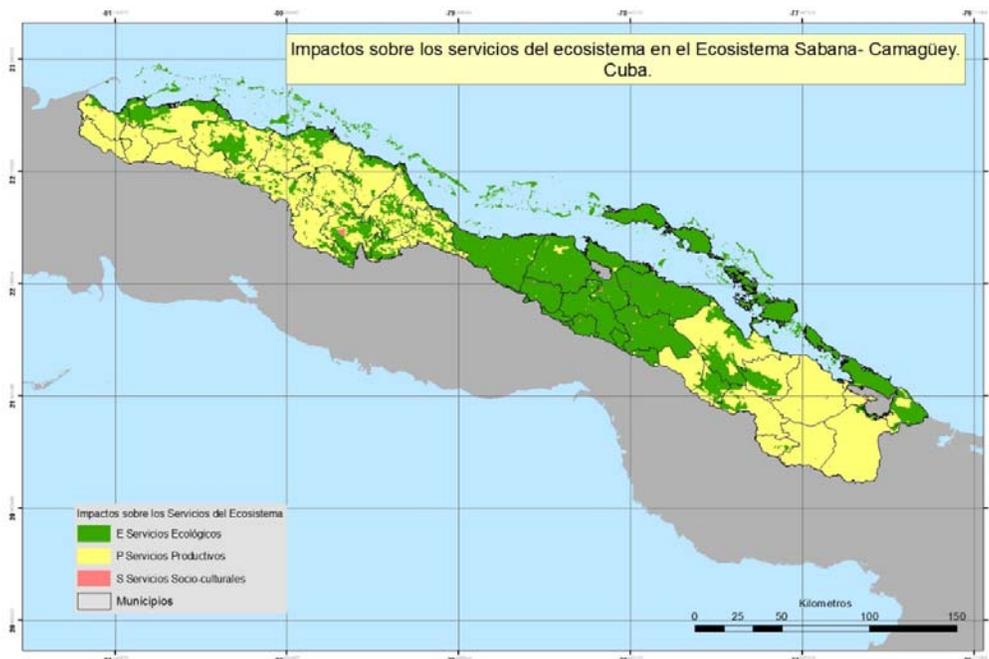


Figura 4: Distribución espacial de los Impactos sobre los servicios del ecosistema identificadas en el ESC



CONSIDERACIONES FINALES

Los desafíos y oportunidades que presenta en la actualidad la subregión de mesoamérica y el Caribe con el desarrollo de la agricultura recomiendan la aplicación de la metodología WOCAT- LADA para facilitar la cartografía de los indicadores de estado, presión, impacto y respuesta del fenómeno de la degradación de tierras a escala nacional, subnacional, regional y en una unidad espacial mapeable: regiones naturales, ecoregiones, paisajes, ecosistemas, cuencas hidrográficas, etc.

Las experiencias en la evaluación de la degradación de tierras a escala nacional en Cuba, Haití, Honduras y en el estado de Guerrero en México y Panamá identifican no sólo el tipo, intensidad y tendencia de la degradación sino proporcionan además la vinculación con las actividades de conservación, apoyando las investigaciones y los procesos de toma de decisiones en el Manejo Sostenible de Tierras (MST).

La implementación sistemática de la metodología constituye una herramienta para el seguimiento, monitoreo y alerta sobre los procesos de degradación de tierra y en la evaluación de la efectividad de los mecanismos y medidas de conservación en la dimensión espacio-temporal en el ESC.

Los resultados de la cartografía de la degradación de tierras partiendo de la identificación de los Sistemas de Uso de la Tierra (SUT/LUS) mediante una modelación espacial SIG-GIS, así como su mapeo participativo a través del cuestionario QM utilizando criterios de expertos, permitió identificar en el ESC las áreas más vulnerables a la degradación asociadas al marco conceptual de los indicadores "Fuerzas Motrices-Presiones-Estado-Impacto-Respuesta (FMPEIR)".

REFERENCIAS

- Ayón Ramos, T., & de la Colina Rodríguez, A. J. (2015). Interrelaciones Agricultura- Medio Ambiente. En *BASES TEÓRICAS Y METODOLÓGICAS PARA EL ANÁLISIS AMBIENTAL EN CUBA* (1.^a ed.). La Habana. Cuba: Editora GEOTECH. Recuperado a partir de <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.1.1725.8004>
- Boerger, V. (2016). *El Manejo Sostenible de la Tierra*. Presentado en TALLER INICIAL DEL PROYECTO: APOYO EN LA TOMA DE DECISIONES PARA LA INTEGRACIÓN Y AMPLIACIÓN DEL MANEJO SOSTENIBLE DE LA TIERRA, Chitré, Panamá.
- Daniel J. Lang, Arnim Wiek, Matthias Bergmann, Michael Stauffacher, Pim Martens, Peter Moll, ... Christopher J. Thomas. (2012). Transdisciplinary research in sustainability science: practice, principles, and challenges. *Sustain Sci*. <http://doi.org/10.1007/s11625-011-0149-x>
- de la Colina Rodríguez, A. J. (2001). Esquema tipológico geodiferenciado de los procesos de marginalidad en ecosistemas frágiles en Cuba. En *///*

- CONGRESO NACIONAL DE GEOGRAFÍA. MEMORIAS. La Habana, Cuba. <http://doi.org/10.13140/RG.2.1.1112.2082>
- de la Colina Rodríguez, A. J. (2012a). II.1 Agricultura y medioambiente. Los retos de la sostenibilidad. Agriculture and environment. The challenges of sustainability). En *DESARROLLO Y MEDIO AMBIENTE DEL CARIBE. ASPECTOS EMERGENTES EN LA CONFORMACIÓN DE UN HORIZONTE DE SOSTENIBILIDAD* (1.^a ed., pp. 50-57). La Habana, Cuba: EDITORA GEOTECH. Recuperado a partir de <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.1.4175.9443>
- de la Colina Rodríguez, A. J. (2012b). II.1 Agricultura y medioambiente. Los retos de la sostenibilidad. Agriculture and environment. The challenges of sustainability). En *DESARROLLO Y MEDIO AMBIENTE DEL CARIBE. ASPECTOS EMERGENTES EN LA CONFORMACIÓN DE UN HORIZONTE DE SOSTENIBILIDAD* (1.^a ed., pp. 50-57). La Habana, Cuba: EDITORA GEOTECH. Recuperado a partir de <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.1.4175.9443>
- de la Colina Rodríguez, A. J. (2016). *Cartografía de la degradación de tierras a escala nacional. Aplicación de la metodología WOCAT-LADA. Experiencias en los estudios de caso: Cuba, Haití, Honduras y el estado de Guerrero en México*. Chitré, Panamá.
- de la Colina Rodríguez, A. J., & Ayón Ramos, T. (2008). LA PRODUCCIÓN AGROPECUARIA, TENDENCIAS Y PERSPECTIVAS EN EL CARIBE (THE AGRICULTURAL PRODUCTION, TENDENCIES AND PERSPECTIVES IN CARIBBEAN). En *LA AGRICULTURA EN EL PANORAMA AMBIENTAL DEL CARIBE, LOS CONFLICTOS Y PERSPECTIVAS DE SU SOSTENIBILIDAD (THE AGRICULTURE IN THE ENVIRONMENTAL SCENARIO OF CARIBBEAN, CONFLICTS AND PERSPECTIVES FOR THEIR SUSTAINABLE DEVELOPMENT)*. (1.^a ed., pp. 43-65). La Habana, Cuba: Instituto de Geografía Tropical. <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.1.3921.2244>
- de la Colina Rodríguez, A. J., & Ayón Ramos, T. (2012). APROXIMACIÓN A LA SOSTENIBILIDAD DE LA AGRICULTURA EN EL CARIBE. UN ENFOQUE TIPOLOGICO. Editora GEOTECH. <http://doi.org/10.13140/RG.2.1.4982.9285>
- de la Colina Rodríguez, A. J., Cuzán Fajardo, Y., Rodríguez Quintana, M. E., & García Capote, D. (2015). SISTEMA DE INFORMACIÓN AMBIENTAL PARA LA GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO DEL ECOSISTEMA SABANA- CAMAGÜEY (SIAESC), CUBA. En *X Convención de Medio Ambiente y Desarrollo*. La Habana, Cuba. <http://doi.org/10.13140/RG.2.1.2267.6644>
- de la Colina Rodríguez, A. J., Cuzán Fajardo, Y., Rodríguez Taboada, R., García Blanco, M., & García Capote, D. (2015). INFOGEO: INICIATIVA DE UNA PLATAFORMA VIRTUAL DE SERVICIOS WEB PARA LA GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO DEL MEDIO AMBIENTE EN CUBA. En *Memorias del XV Encuentro de Geógrafos de América Latina*. La Habana, Cuba: Editora GEOTECH. <http://doi.org/10.13140/RG.2.1.4720.7845>
- de la Colina Rodríguez, A. J., Marmol Fundora, E., Martín Morales, G., Tamarit Herrán, I., Geler Roffe, T., Oliveros Pestana, A., ... Linares Cabrera, V. (2015). CARTOGRAFIA DE LA COBERTURA Y EL USO DE LA TIERRA

- A ESCALA MUNICIPAL. En *Memorias del XV Encuentro de Geógrafos de América Latina*. La Habana, Cuba: Editora GEOTECH. <http://doi.org/10.13140/RG.2.1.1554.5764>
- de la Colina Rodríguez, A. J., Martínez Suárez, J. M., Luis Machin, J. A., González Garcíandía, J., Bridón Ramos, D., Geler Roffe, T., ... Cutié Rizo, F. (2009). *Ecosistemas frágiles en Cuba. Una aproximación geográfica*. (1.^a ed.). La Habana, Cuba: Editora GEOTECH. Recuperado a partir de <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.1.3221.6481>
- El-Beltagy, A., & Madkour, M. (2012). Impact of climate change on arid lands agriculture. *Agriculture & Food Security*, 1(1), 3. <http://doi.org/10.1186/2048-7010-1-3>
- GEF Secretariat. (2013a). GEF-6 PROGRAMING DIRECTIONS. GEF Secretariat.
- González Souza, R., de la Colina Rodríguez, A. J., & González Garcíandía, J. (1996). Geographical Research in Marginal Regions. Background and Current Scientific-Investigational Guidelines. En *Cuban Contribution to the IGU Commissions and Study Groups on the 28 Intenational Geographical Congress* (1.^a ed., pp. 111-115). La Habana, Cuba: Cuban National Commitee International Geographical Union. Recuperado a partir de <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.1.2054.2888>
- Haase, T., Termath, W., & Martsch, M. (2013). How to Save Expert Knowledge for the Organization: Methods for Collecting and Documenting Expert Knowledge Using Virtual Reality based Learning Environments. *Procedia Computer Science*, 25, 236-246. <http://doi.org/10.1016/j.procs.2013.11.029>
- Hasan, S. M. S., Bisset, K., Fox, E. A., Hall, K., Leidig, J. P., & Marathe, M. V. (2013). An Extensible Digital Library Service to Support Network Science. *Procedia Computer Science*, 18, 419-428. <http://doi.org/10.1016/j.procs.2013.05.205>
- Hey, T., Tansley, S., & in Tolle, K. (2009). *The Fourth Paradigm Data-Intensive Scientific Discovery*. REDMOND, WASHINGTON: MICROSOFT RESEARCH.
- Lambert Hernández, A. E., de la Colina Rodríguez, A. J., Molina Hernández, B., Mosquera Lorenzo, C., Fernández Pérez, D., Jiménez Martínez, E., ... Miranda, L. (2011). Nueva versión de la Mapoteca Digital de Geografía Tropical. *Revista Mapping Centroamérica y El Caribe*, (5), 50-52.
- Lambert Hernández, A. E., Ribot, M., Jiménez, E., Carmona, F., Barrie, A., de la Colina Rodríguez, A. J., ... Martínez, C. (2009). MAPOTECA DIGITAL. UN SERVICIO PARA LA INFORMATIZACIÓN DE LA SOCIEDAD Y LA TOMA DE DECISIONES. En *Antología de Estudios Territoriales. Fomento de los Estudios Territoriales en Iberoamérica* (Primera). La Habana: Editora GEOTECH. Recuperado a partir de <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.1.4008.0807>
- Montanarella, L., Pennock, D. J., McKenzie, N. J., Badraoui, M., Chude, V., Baptista, I., ... Vargas, R. (2015). World's soils are under threat. *SOIL Discussions*, 2(2), 1263-1272. <http://doi.org/10.5194/soild-2-1263-2015>
- Palet Rabaza, M., & de la Colina Rodríguez, A. J. (2005). La geomática y las TICs en la estrategia de desarrollo del Instituto de Geografía Tropical. En *X CONFERENCIA IBEROAMERICANA DE SISTEMAS DE*

INFORMACIÓN GEOGRÁFICA. Bayamón, Puerto Rico.
<http://doi.org/10.13140/RG.2.1.1423.5048>

- Research Funding and Research Performing Organisations across Europe. (2013b). *Science Europe Roadmap*. Science Europe.
- Shahid, S. A., & Al-Shankiti, A. (2013). Sustainable food production in marginal lands—Case of GDLA member countries. *International Soil and Water Conservation Research*, 1(1), 24-38. [http://doi.org/10.1016/S2095-6339\(15\)30047-2](http://doi.org/10.1016/S2095-6339(15)30047-2)
- Silvia, R.-D., & Beatriz, A. (2012). Collaborative Environments, A Way to Improve Quality in Higher Education. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 46, 875-884. <http://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.05.216>
- Urquiza Rodríguez, M. N., Alemán García, C., & de la Colina Rodríguez, A. J. (2014). *Degradación de Tierras. Estudio de caso: Cuba 2014 (Land Degradation. Case Study: Cuba 2014)* (Working Paper). DESERCUBA. Recuperado a partir de <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.3079.2565>