

SUELO

ARTÍCULO ORIGINAL



<https://eqrcode.co/a/jr7YDR>

Línea Base para la obtención de Neutralidad en la Degradación de las Tierras en Cuba

Baseline for obtaining Neutrality in Land Degradation in Cuba

Dr.C. Luis Rivero-Ramos^{I*}, Dr.C. Olegario Muñoz-Ugarte^I, Lic. Jessica Fernández-Casañas^{II}, Lic. Manuel Farradaz-Campos^{III}, Dr.C. Javier Arcia-Porrúa^{IV}.

^IInstituto de Suelos, MINAG, Boyeros, La Habana, Cuba.

^{II}Dirección de Medio Ambiente. CITMA, La Habana, Cuba.

^{III}Dirección Nacional de Suelos y Fertilizantes, MINAG, La Habana, Cuba.

^{IV} Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola, Boyeros, La Habana, Cuba.

RESUMEN. Detener y revertir la degradación de las tierras y la pérdida de biodiversidad, forma parte de los Objetivos de la Agenda 2030 y en particular del Objetivo de Desarrollo Sostenible 15 (ODS 15). Con este fin, fue aprobada la meta 15.3, que plantea lograr un mundo con una “neutralidad en la degradación de la tierra (NDT)” para el año 2030, la que se alcanza, cuando el área de tierra productiva permanece estable o aumenta de forma global o en un ecosistema terrestre. Su evaluación requiere el previo análisis de la Línea Base NDT, en el caso de Cuba para el año 2015, para la cual se utilizan tres indicadores básicos NDT (Cubierta Terrestre; Reserva de Carbono Orgánico del Suelo y Productividad de la Tierra) y su evaluación mediante métodos de datos por defecto y su complementación con datos nacionales. Los análisis conjuntos de estos y otros resultados muestran la tendencia al incremento de la productividad de la tierra en Cuba. El presente artículo describe el cálculo de la Línea Base, primera etapa para el desarrollo del proceso de establecimiento de las Metas para la obtención de la Neutralidad de la Degradación de Tierras (NDT) en Cuba en el año 2030.

Palabras clave: objetivos Agenda 2030, productividad de la tierra, ecosistema terrestre sostenible.

ABSTRACT. Halting and reversing land degradation and loss of biodiversity is part of the Goals of the 2030 Agenda and in particular of Sustainable Development Goal 15 (SDG 15). To this end, goal 15.3 was approved, which proposes to achieve a world with “land degradation neutrality (LDN)” by the year 2030, which is reached when the area of productive land remains stable or increases by globally or in a terrestrial ecosystem. Its evaluation requires the prior analysis of the NDT Baseline, in the case of Cuba for the year 2015, for which three basic NDT indicators are used (Land Cover; Soil Organic Carbon Reserve and Land Productivity) and its evaluation using default data methods and their complementation with national data. The joint analysis of these and other results show the tendency to increase land productivity in Cuba. This article describes the calculation of the Baseline, the first stage for the development of the process of establishing the Goals to obtain the Neutrality of Land Degradation (LDN) in Cuba in the year 2030.

Keywords: Agenda 2030 Goals, Land Productivity, Sustainable Terrestrial Ecosystem.

INTRODUCCIÓN

Cuatro de los cinco problemas ambientales identificados en la Estrategia Ambiental Nacional de Cuba, se relacionan directa o indirectamente con la actividad agropecuaria, azucarera y forestal (la degradación de los suelos, la deforestación,

la contaminación de aguas terrestres y marinas y la pérdida de la diversidad biológica) y a su vez, con los objetivos que sustenta la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación y la Sequía (Febles, 2016).

*Autor para correspondencia: Luis Rivero-Ramos, e-mail: luisbeltran.rivero@isuelos.cu ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-1653-2007>

Recibido: 21/01/2020.

Aprobado: 23/07/2021.

En septiembre del 2015, la Asamblea General de las Naciones Unidas aprobó la “Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible”, en la que se incluyeron 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y 169 metas. El ODS 15 insta a los países a proteger, restablecer y promover el uso sostenible de los ecosistemas terrestres, gestionar los bosques de forma sostenible, luchar contra la desertificación, detener y revertir la degradación de las tierras y poner freno a la pérdida de la diversidad biológica (Di Gregorio & O’Brien, 2012). Poco después, durante el 12 período de sesiones de la Conferencia de las Partes (COP, por sus siglas en inglés) de la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación (UNCCD, por sus siglas en inglés), se aprobó la meta 15.3, que se centra en “luchar contra la desertificación, rehabilitar las tierras y los suelos degradados, incluidas las tierras afectadas por la desertificación, la sequía y las inundaciones, y procurar lograr un mundo con una degradación neutra del suelo” para 2030. Se establece el concepto de Neutralidad de la Degradación de las Tierras (NDT) como un instrumento para impulsar la implementación de la Convención. Se invitó a todos los Países Partes a formular metas voluntarias a fin de alcanzar la NDT y solicitó a los órganos de la UNCCD que orientaran la formulación de metas e iniciativas nacionales para lograr la NDT en el 2030, así como el uso de un marco de indicadores con vistas al seguimiento, evaluación y la comunicación del progreso hacia la consecución de las metas nacionales (Orr *et al.*, 2017).

En Cuba, previo a la aprobación y adhesión del país a esta iniciativa, se creó en el año 2018, un Grupo de Trabajo conformado por un amplio número de especialistas de instituciones bajo la Dirección de Medio Ambiente del CITMA, que posibilitó la realización del trabajo que concluyó con su Informe Final y el envío, en febrero de 2020, de la correspondiente Nota de Alto Nivel de la Ministra del CITMA, contentiva de las Metas y Medidas asociadas para lograr la NDT en el año 2030.

El presente artículo describe el cálculo de la Línea Base NDT, primera etapa para el desarrollo del proceso de establecimiento de las Metas para la obtención de la Neutralidad de la Degradación de Tierras (NDT) en Cuba en el año 2030.

MATERIALES Y MÉTODOS

La Neutralidad en la Degradación de Tierras (NDT) se alcanza, cuando el área de tierra productiva y por tanto, el uso sostenible de la tierra, permanece estable o aumenta de forma global o en un ecosistema terrestre. En términos de neutralidad, el concepto de NDT se basa en alcanzar el equilibrio entre la nueva degradación de tierras (ya anticipada) y las futuras medidas para mejorar (restaurar) la tierra degradada mediante los servicios y funciones de los ecosistemas que proporcionan los recursos de la tierra, p. ej., el suelo, el agua y la biodiversidad. Estos servicios y funciones de los ecosistemas también sirven para preservar o mejorar la productividad, y reforzar la resiliencia de la tierra y de las poblaciones que dependen de ella.

El Indicador adoptado para medir los resultados obtenidos en la meta 15.3 del ODS consiste en la “Proporción de tierra degradada en relación a la superficie total de tierra”. Para el análisis de la Línea Base NDT, se utilizaron los tres sub indicadores

básicos NDT (Cubierta Terrestre; Reserva de Carbono Orgánico del Suelo (Reserva COS) y Productividad de la Tierra). Estos tres indicadores ofrecen una amplia cobertura y juntos, permiten evaluar la cantidad y calidad del capital natural terrestre y la mayoría de los servicios eco sistémicos relacionados Orr *et al.* (2017), que son los indicadores biofísicos oficialmente adoptados por la UNCCD y permiten su cálculo mediante métodos que emplean datos por defecto proporcionados por el Programa de Apoyo al Establecimiento de Metas NDT para los mismos, basados en información geoespacial y modelado, Nivel 1 UNCCD (2016), los que se complementaron, con fuentes de datos e información nacionales, Niveles 2 y 3.

En todos los casos la Línea Base fue definida para el año 2015, por ser año del que se dispone de mayor información en Cuba y en el que un gran número de proyectos nacionales e internacionales ha intervenido sobre las áreas críticas. El cálculo se realizó mediante la metodología de datos por defecto (Nivel 1), (Sims *et al.*, 2017 & UNCCD, 2018).

Para evaluar el Indicador Cubierta Terrestre, como fuente de datos por defecto del Nivel 1 se seleccionó el conjunto de datos para la Cubierta Terrestre de la Iniciativa de Cambio Climático de la Agencia Espacial Europea a una resolución de 300 m (CCI-LC, ESA, 300 m) que presenta series temporales globales anuales de la Cubierta Terrestre para el periodo 1992-2015 y empleando 22 Clases, (European Space Agency (ESA), 2017 & UNCCD, 2018).

Para el Indicador de Reserva de Carbono Orgánico del Suelo (COS), se emplea como fuente de información por defecto los datos globales de mapeo del suelo SoilGrids con resolución 250 m ISRIC (2017), considerando las capas de lava, densidad aparente y porcentaje de COS IPCC (2006) & Hengl *et al.* (2017); la cual se comparó con el Mapa de Reservas de Carbono Orgánico de los Suelos de Cuba, elaborado en el marco de la Alianza Mundial por el Suelo, (FAO & ITPS, 2020; Conant *et al.*, 2011).

Mientras que para el Indicador Productividad de la Tierra (PT), se empleó la Base de Datos Global del JRC (1999-2013) como data por defecto para proveer de información armonizada de la dinámica de la PT, la que se basa en imágenes de observaciones del *IDNV Spot Vegetation* de una serie de esos 15 años con resolución de 1 km, (Ivits & Cherlet, 2013).

A partir de las Líneas Bases obtenidas para los tres Indicadores, se identificaron un número de Puntos o Áreas críticas, que con el empleo adicional de información nacional existentes de proyectos nacionales permitieron el seguimiento y monitoreo de estos y otros indicadores, lo que permitió identificar las Tendencias, los Procesos y Causas de la degradación de las tierras en Cuba

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Figura 1 muestra el mapa de la Línea Base Cubierta Terrestre, el cual se comparó con la realidad para el caso de Cuba. En general, se observó una coincidencia adecuada para las clases 1 *Bosque*, 2 *Superficies arboladas*, 5 *Humedales*, 6 *Asentamientos humanos*, 7 *Otras tierra* y 8 *Cuerpos de agua*, mientras que las clases 3 *Pastizales* y 4 *Tierras de cultivo* no

coincidían en muchas áreas, por lo que se realizó una adecuación de las mismas, a partir de datos nacionales existentes sobre cubierta terrestre. Dentro de la clase 1 *Superficies arboladas* (datos por defecto), se incluyen las áreas que en Cuba están identificadas como Bosques y también muchas áreas que no clasifican como tales. Esto condujo a subdividir la clase 1 de datos por defecto en dos clases: 1 *Bosques* y 2 *Superficies arboladas*, con lo cual la Línea Base para este indicador, queda con ocho clases, como se muestra en la Figura 1.

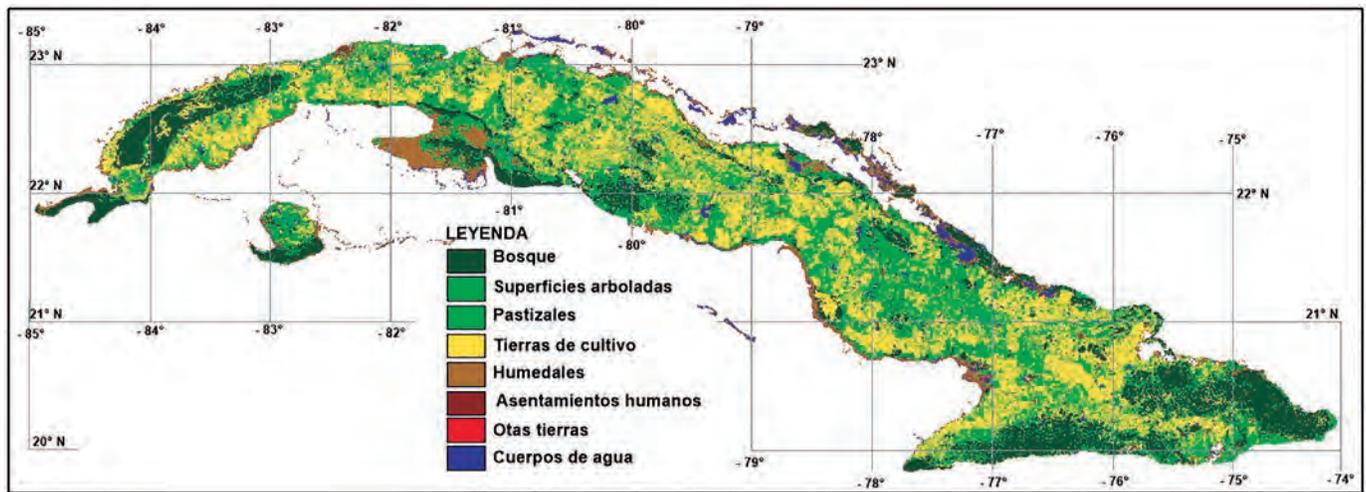


FIGURA 1. Mapa de la Línea Base *Cubierta terrestre*.

En la Tabla 1 se muestran los datos de la Cubierta terrestre, los que se obtuvieron después de una serie de adecuaciones en los datos por defecto, a partir de datos nacionales. Estos datos, expresados en cifras, reafirman la distribución geoespacial de la Figura 1 y muestran que la suma de las clases 1 *Bosque* y 2 *Superficies arboladas*, coincide con el valor aproximado que se considera en la actualidad como bosques, o en proceso que debe conducir a tal condición.

TABLA 1. Datos de Cubierta Terrestre adecuados con referencia a la correspondiente Línea Base

CÓDIGO CLASE	NOMBRE DE LA CLASE	ÁREA (ha)	% DEL TOTAL
1	Bosque	2 144 129.97	19.51
2	Superficies arboladas	1 450 428.43	13.20
3	Pastizales	3 017 599.84	27.46
4	Tierras de cultivo	3 383 235.33	30.79
5	Humedales	745 866.12	6.79
6	Asentamientos humanos	49 608.23	0.45
7	Otras tierras	2 354.33	0.02
8	Cuerpos de agua	195 179.75	1.78
TOTAL		10 988 402.00	100

En el caso del mapa de la Línea Base Reserva del Carbono Orgánico del Suelo (COS), se utilizó, como se planteó anteriormente, el cálculo a partir de datos globales por defecto ISRIC (2017); la cual se comparó con el mapa de Reserva COS de Cuba elaborado en el marco de la Alianza Mundial por el Suelos (FAO & ITPS, 2020). En el caso de este último, los datos se refieren a Reserva de Carbono Orgánico del Suelo (COS) en los primeros 30 cm del mismo, sin incluir los restos vegetales en la superficie, mientras que la fuente introduce un factor, en correspondencia con la cubierta vegetal. Por esta razón, los valores del mapa citado anteriormente son más bajos; no obstante, se mantiene una alta correspondencia entre los valores de ambos mapas y el tipo de cubierta vegetal, por lo que se tomó la fuente por defecto como Línea Base. Se hicieron además modificaciones en las clases, para adecuarlas al caso de Cuba (Figura 2).

Por otra parte, la Tabla 2 muestra los valores de Reserva de COS correspondientes al mapa anterior. Como se aprecia, se establecieron

siete clases, con rangos de valores que se ajustan a las condiciones de Cuba, en lo que se refiere a los procesos que dan lugar a la transformación de la materia orgánica en humus y su posterior pérdida, por la incidencia de varios factores. Por lo general, en los suelos minerales de Cuba el contenido de COS (% COS) en los primeros 30 cm de profundidad, está entre 0.5 y 5.0%, pero se encuentran valores mayores a 12.0% en pequeñas áreas de suelos orgánicos.

Finalmente, la Figura 3 muestra el mapa para la Línea Base Dinámica de la Productividad de la Tierra para el caso del tercer Indicador Productividad de la Tierra, que se obtuvo, como se planteó anteriormente, también a partir de datos por defecto, Base de Datos Global del JRC (1999-2013), a la cual se le incorporó la información de una serie de factores nacionales como: aptitud del suelo para soportar la biodiversidad, clima, relieve, disponibilidad de fuentes de agua y cobertura vegetal. La Figura 3 muestra el correspondiente Mapa.

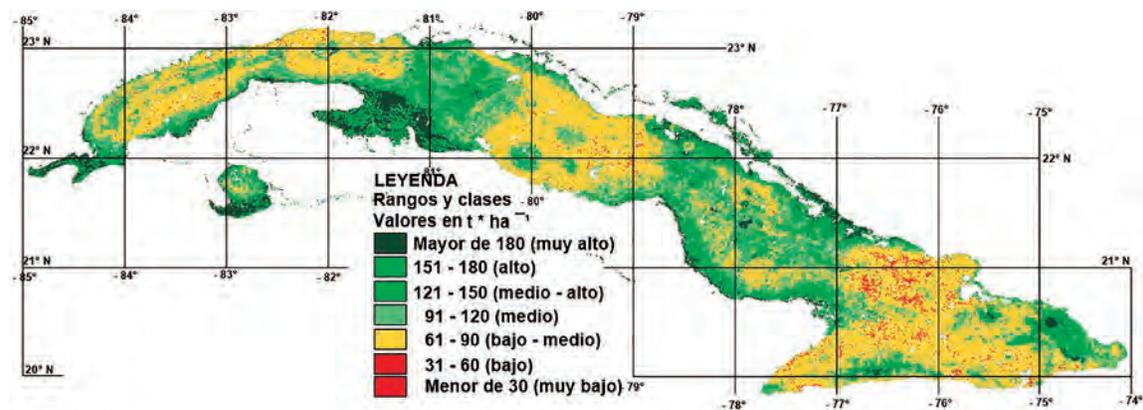


FIGURA 2. Mapa de la Línea Base Reservas de Carbono Orgánico del Suelo (COS).

TABLA 2. Datos de Reservas de Carbono Orgánico del Suelo (RCOS) en los primeros 30 cm del suelo y capa *mulch*, con referencia a la Línea Base, año 2015

VALORES DE RCOS (t ha ⁻¹)	CÓDIGO CLASE	CLASE	ÁREA (ha)	% DEL TOTAL
Mayor de 180	1	Muy alto	726 926.17	6.80
151 – 180	2	Alto	926 543.70	8.67
121 – 150	3	Medio – alto	1 561 530.51	14.61
91 – 120	4	Medio	2 795 238.53	26.15
61 – 90	5	Bajo – medio	4 483 884.66	41.94
31 – 60	6	Bajo	194 690.58	1.82
Menor de 30	7	Muy bajo	1 157.30	0.01
TOTAL			10 689 971.49	100

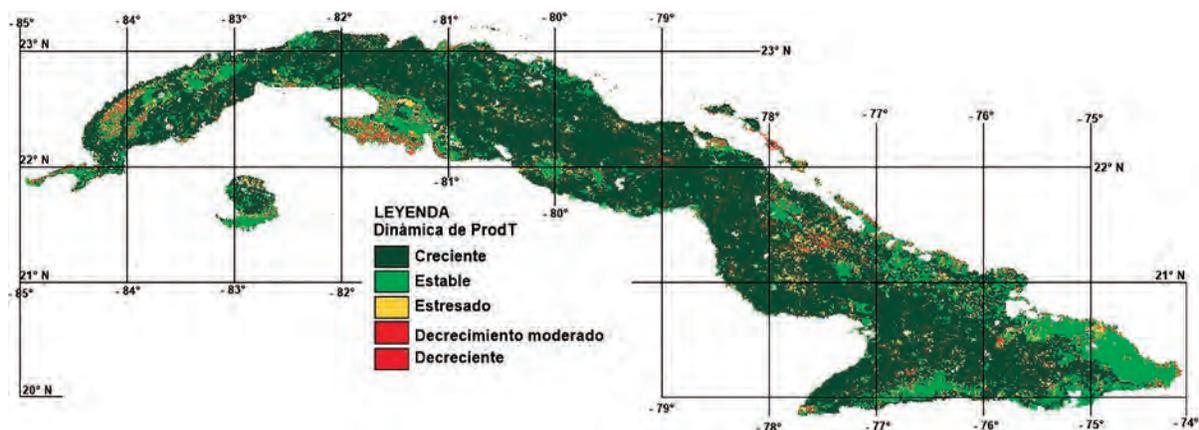


FIGURA 3. Mapa Línea Base Dinámica de la productividad de la tierra.

En la Tabla 3 se muestran los datos correspondientes al mapa de la Figura 3, agrupados por Clases. Como se aprecia, se establecieron cinco Clases, con rangos de valores que se ajustan a las condiciones de Cuba.

TABLA 3. Datos de la Dinámica de la Productividad de la Tierra, Línea Base año 2015

CÓDIGO CLASE	NOMBRE DE LA CLASE	ÁREA (ha)	% DEL TOTAL
1	Creciente	2 144 129.97	71.55
2	Estable	1 450 428.43	20.70
3	Estresado	3 017 599.84	4.67
4	Decrecimiento moderado	3 383 235.33	1.50
5	Decreciente	745 866.12	1.58
TOTAL		10 296 073.17	100

Todo lo anterior permite aseverar que los datos por defecto se ajustan a las condiciones actuales de Cuba, con una **Tendencia** general al incremento de la productividad de la tierra por la incidencia de factores positivos como son: la disminución de los efectos negativos de la maquinaria e implementos agrícolas; incremento de la eficiencia en la fertilización mineral y aplicación del riego; incremento de formaciones vegetales protectoras de la superficie y aportadoras de materia orgánica; toma de conciencia sobre las consecuencias de la degradación acelerada de la tierra y los efectos del cambio climático; todo lo cual se debe el incremento de acciones para revertir la de-

gradación, a través de Programas y Proyectos instrumentados por el país (Febles, 2016).

Esta Tendencia positiva también se manifiesta en el comportamiento de la Cubierta terrestre (Tabla 4), factor que en las condiciones de Cuba es fundamental para el incremento de la productividad. Es conveniente aclarar que la Tabla 4 se elaboró solo con datos por defecto, antes de hacer las adecuaciones en las clases de la Cubierta terrestre, referidas anteriormente. No obstante, esto no impide que los datos reafirmen la tendencia positiva al incremento de la productividad de la tierra que se observa en la actualidad.

TABLA 4. Comportamiento de la cubierta terrestre a partir de datos por defecto. Para el período 2000-2015

Clase de cubierta	Área año 2000		Área año 2015		Diferencia (5015-2000)	
	ha	%	ha	%	ha	%
1 Superficies arboladas	4 025 896	36.2	4 105 574	36.9	+ 79 678	+ 0.7
2 Pastizales	661 367	5.9	674 371	6.1	+ 13 004	+ 0.2
3 Tierras de cultivo	5 333 112	47.9	5 248 302	47.2	-84 810	- 0.7
4 Humedales	623 733	5.6	616 435	5.5	-7 298	- 0.1
5 Superficies artificiales	64 052	0.6	84 754	0.8	+ 20 712	+ 0.2
6 Otras tierras	435	0.0	1 875	0.0	+ 1 440	-
7 Cuerpos de agua	415223	3.7	392 506	3.5	-22 717	- 0.1
TOTAL	11 123 817	100	11 123 817	100		

La Tabla 4 muestra la Tendencia al incremento de las clases favorables de la Cubierta terrestre, factor que en las condiciones de Cuba es fundamental para el incremento de la productividad. Así las Superficies Arboladas se incrementaron en 0.7% y los Pastizales en 0.2%, mientras que las Tierras de Cultivo y los Humedales, disminuyeron en 0.7 y 0.1%, respectivamente.

De tal forma, que el análisis conjunto de los tres indicadores, muestra que existe correspondencia entre los 3 indicadores y tendencia positiva para la NDT.

Como **Procesos** que favorecen la degradación se identificaron los siguientes:

- Pérdida de la protección que ejerce la cubierta vegetal sobre la superficie de la tierra, contra la incidencia directa del clima.
- Disminución de los aportes de materiales orgánicos, predecesores de la formación de la capa *mulch*, la que a su vez es la fuente de las reservas de carbono orgánico del suelo (Reserva COS).
- Degradación de las propiedades físicas, físico-químicas y biológicas del suelo, con énfasis en los primeros 30 cm de profundidad, como consecuencia de lo cual disminuye la actividad biológica sobre los componentes de la capa *mulch* que preceden a la formación de las RCOS.
- Pérdidas en cantidad y calidad de las fuentes superficiales y subterráneas de agua, con incidencia sobre el crecimiento y desarrollo de las formaciones vegetales, como premisas en la producción de biomasa.
- Pérdidas en la superficie neta, sobre la cual se desarrollan las formaciones vegetales, lo que incide sobre la producción total de biomasa.

Mientras que las **Causas** fundamentales que incidieron en la degradación de las tierras están relacionadas con: los cambios de uso de la tierra; prácticas agrícolas inadecuadas, lo que incluye el uso intensivo de maquinaria agrícola y del riego; el incremento de asentamientos humanos e infraestructuras y los efectos del cambio climático.

Finalmente, a partir de estos resultados se identificaron 16 **Puntos o Áreas Críticas** de degradación, y de ellas fueron seleccionadas 5 para un seguimiento con información nacional (Niveles 2 y 3). La Tabla 5, muestra sus características. Así, por ejemplo, el punto 10 cuenta con una amplia información geoespacial y base de datos (Nivel 3) que será utilizada en el análisis más detallado del monitoreo del comportamiento de los tres indicadores NDT.

TABLA 5. Caracterización general de los Puntos Críticos

No.	UBICACIÓN		ÁREA (ha)	ACTIVIDAD PRINCIPAL	RELIEVE	LLUVIA (mm)	SUELO
	Long. W	Lat. N					
1	74.16	20.23	3 839	Pastizal con ganado menor	Ligeramente ondulado	600 - 800	ferralic Nitosol
2	74.92	20.61	11 528	Minería	Fuertemente ondulado	1200 - 1400	geric Ferralsol
3	75.84	20.50	5 940	Forestal	Fuertemente ondulado	1200 - 1400	calcaric Cambisol

No.	UBICACIÓN		ÁREA (ha)	ACTIVIDAD PRINCIPAL	RELIEVE	LLUVIA (mm)	SUELO
	Long. W	Lat. N					
4	76.65	20.23	5 180	Pastizal y superficie arbolada	Fuertemente ondulado	1800 - 2000	calcaric Cambisol
5	77.62	19.90	3 510	Forestal	Ondulado	800 - 1000	leptic Phaeozem
6	77.48	21.33	38 562	Cultivos y frutales	Llanura alta interior	1200 - 1400	eutric Gleysol
7	77.10	21.56	9 368	Forestal y mangle	Llanura baja costera	1200 - 1400	fibric Histosol
8	77.94	22.18	6 783	Mangle en cayo	Llanura baja costera	1200 - 1400	leptic Phaeozem
9	78.45	22.20	3 864	Mangle zona costera	Llanura baja costera	1000 - 1200	fibric Histosol
10	78.98	22.06	9 124	Cultivo y pastizal	Fuertemente ondulado	1400 - 1600	leptic Cambisol
11	80.61	22.55	19 587	Ganado y superfic arboladas	Llanura alta interior	1200 - 1400	petrogleyic Gleysol
12	81.00	23.03	5 548	Extracción de petróleo	Llanura baja costera	1000 - 1200	calcic Gleysol
13	81.85	22.37	45 989	Mangle (área protegida)	Llanura baja costera	1200 - 1400	fibric Histosol
14	82.45	22.70	7 696	Ganado en zona baja costera	Llanura baja costera	1000 - 1200	histic Gleysol
15	84.06	22.53	24 987	Forestal y cultivos	Montañoso	1600 - 1800	ferralic Nitosol
16	84.56	22.00	5 328	Mangle zona costera	Llanura baja costera	1400 - 1600	histic Gleysol

NOTA:

1. La ubicación está referida a la proyección (WGS 84) (EPSG: 4326).
2. La lluvia se refiere al acumulado (en mm) para el año natural (enero–diciembre) en el período 1971 – 2000.
3. La clasificación de los suelos es la World Reference Base (WRB, 2006).
4. Los 5 Puntos Críticos a dar seguimiento aparecen en negrita.

No fue objetivo del presente artículo, el amplio y complejo proceso participativo posterior que posibilitó arribar al Programa de Metas y Medidas asociadas para lograr la NDT en Cuba en el año 2030. No obstante, el Programa final obtenido, se encuentra disponible en internet (CITMA-Cuba, 2020a; 2020b).

CONCLUSIONES

- El cálculo de las Línea Base de los tres Indicadores: Cubierta Terrestre; Reserva de Carbono Orgánico del Suelo y Productividad de la Tierra, para el año 2015, como base de referencia obtenida mediante el método de datos por defecto y sus adecuaciones con empleo de información nacional, brindó información suficiente sobre Tendencias, Procesos y Causas de la degradación de la tierra en Cuba; la que muestra tendencia al incremento de la productividad de la tierra en Cuba.
- Los resultados obtenidos posibilitan en una segunda eta-

pa de trabajo con la participación de un amplio grupo de instituciones, proponer un Programa de Metas y Medidas asociadas para lograr la Neutralidad en la Degradación de la Tierra (NDT) en Cuba para el año 2030.

AGRADECIMIENTOS

Un trabajo de la presente envergadura no hubiera sido posible sin la participación, en esta su primera fase, de un elevado número de instituciones y de especialistas, entre los que se encuentran, en el primero de los casos: Dirección Nacional de Suelos y Fertilizantes; MINAG; Instituto de Suelos; MINAG; Dirección de Medio Ambientes, CITMA; Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola, MINAG; GEOCUBA; Instituto de Geografía Tropical, CITMA; Instituto de Meteorología, CITMA; Dirección Forestal, MINAG; Agencia de Medio Ambiente, CITMA; Instituto de Ecología y Sistemática, CITMA; Centro Nacional de Áreas Protegidas, CITMA; Instituto de Planificación Física; mientras que en el caso de los especialistas: Dagoberto Rodríguez y Nicasio Castellanos (DNSF), Luis Gómez, Amaury Belltrán y Roberto Morales (IS), Armando Tamayo (GEOCUBA), Virgen Cutié y Ramsés Vázquez (InsMet), Miguel Ribot y Armando de la Colina (IGT), Juan Herrero (Dirección Forestal), MINAG, Julián Herrera (IAgric), Arnaldo Álvarez (INAF), Ana Socarras (IES) y Ulises Fernández (CITMA). A todos, muchas gracias.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CITMA-CUBA: Informe Final de la república de Cuba. Programa Nacional de Establecimiento de Metas para la Neutralidad en la Degradación de Tierras, [en línea] Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente de la República de Cuba, 41pp., La Habana, Cuba, 2020a. Disponible en: <https://knowledge.unccd.int/countries/cuba>
- CITMA-CUBA: Nota de Alto Nivel de Cuba. Programa Nacional de Establecimiento de Metas para la Neutralidad en la Degradación de Tierras, [en línea] Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente de la República de Cuba, 9pp., La Habana, Cuba, 2020b. Disponible en: <https://knowledge.unccd.int/countries/cuba>

- Revista Ingeniería Agrícola, ISSN-2306-1545, E-ISSN-2227-8761, Vol. 11, No. 4 (octubre-noviembre-diciembre, pp. 39-45), 2021
- CONANT, R.T.; OGLE, S.M.; PAUL, E.A.; PAUSTIAN, K.: "Measuring and monitoring soil organic carbon stocks in agricultural lands for climate mitigation", *Frontiers in Ecology and the Environment*, ISSN-1540-9309, 9(3): 169-173, 2011.
- DI GREGORIO, A.; O'BRIEN, D.: *Overview of Land-Cover Classifications and Their Interoperability, Remote Sensing of Land Use and Land Cover: Principles and Applications*, 37-48pp., 2012.
- EUROPEAN SPACE AGENCY (ESA): *Land Cover Climate Change Initiative (CCI) Product User Guide. Versión 2.0*. 105pp., [en línea] 2017, Disponible en: http://maps.elie.ucl.ac.be/CCI/viewer/download/ESACCI-LC-Ph2-PUGv2_2.0.pdf
- FAO & ITPS: *Global Soil Organic Carbon Map V1.5*, [en línea] Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, FAO, Rome, Italy, 2020. Disponible en: <http://www.fao.org/documents/card/en/c/ca7597en>
- FEBLES, J.M.: *Análisis y diagnóstico de políticas agroambientales en Cuba. Fortalecimiento de las políticas agroambientales en los países*, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, FAO, La Habana, Cuba, 2016.
- HENGL, T.; MENDES, J.; HEUVELINK, G.; RUIPÉREZ, M.; KILIBARDA, M.; BLAGOTIĆ, A.; SHANGGUAN, W.; WRIGHT, M.N.; GENG, X.; BAUER, M.: "SoilGrids250m: Global gridded soil information based on machine learning", [en línea] *PLoS one*, ISSN-1932-6203, 12(2), 2017. Disponible en: <http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0169748>
- IPCC: *Directrices del IPCC para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero*, [en línea] IPCC, Ginebra, 2006. Disponible en: <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol4.html>
- ISRIC: *Datos globales de mapeo del suelo SoilGrids 250m*, [en línea] 2017, Disponible en: <http://www.isric.org/explore/soilgrids>
- IVITS, E.; CHERLET, M.: "Land-Productivity Dynamics: Towards integrated assessment of land degradation at global scales", [en línea] *Joint Research Centre (European Commission)*. European Union, DOI-<https://doi.org/10.2788/59315>, 10: 59315, 2013.
- ORR, B.J.; COWIE, A.L.; CASTILLO, V.M.; CHASEK, P.; CROSSMAN, N.D.; ERLEWEIN, A.; LOUWAGIE, G.; MARON, M.; METTERNICHT, G.I.; MINELLI, S.; TENGBERG, A.E.; WALTER, S.; WELTON, S.: "Scientific Conceptual Framework for Land Degradation Neutrality", [en línea] *En: Framework for Land Degradation Neutrality. A Report of the Science-Policy Interface*. United Nations. Convention to Combat Desertification (UNCCD), Bonn, Germany. 2017, ISBN-978-92-95110-63-2, pp. 1-98, Bonn, Germany, 2017. Disponible en: https://www2.unccd.int/sites/default/files/documents/2017-08/LDN_CF_report_web-spanish.pdf
- SIMS, N.C.; GREEN, C.; NEWNHAM, G.J.; ENGLAND, J.R.; HELD, A.; WULDER, M.A.; HEROLD, M.; COX, S.J.D.; HUETE, A.R.; KUMAR, L.; VISCARRA-ROSSEL, R.A.; ROXBURGH, S.H.; MCKENZIE, N.J.: "Guía de buenas prácticas, Indicador 15.3.1 de los ODS: Proporción de tierra degradada en relación con la superficie total de tierra", [en línea] *En: Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación (CNUCLD)*, Bonn, Alemania. 2017, Bonn, Germany, 2017. Disponible en: http://www2.unccd.int/sites/default/files/levant-links/2017-10/Good%20Practice%20Guidance_SDG%20Indicator%2015.3.1_Version%201.0.pdf
- UNCCD: "Establecimiento de Metas para la Neutralidad en la Degradación de Tierras – Guía Técnica", *En: Convención de Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación*, pp. 68, Bonn, Germany, 2016.
- UNCCD: "Default Data: Methods and Interpretation. A guidance document for 2018 UNCCD reporting", *En: United Nations Convention to Combat Desertification (UNCCD)*, Bonn, Germany, pp. 55, Bonn, Germany, 2018.
- WRB: *World Reference Base for Soil Resources*, Ed. Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO, World Soil Resources Report No. 103 ed., ISBN-92-5-105511-4, Rome, Italy, 2006.

Luis Rivero-Ramos, Investigador Titular, Instituto de Suelos. Ministerio de la Agricultura. La Habana, Cuba, e-mail: luisbeltran.rivero@isuelos.cu ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-1653-2007>

Olegario Muñoz-Ugarte, Investigador Titular, Instituto de Suelos. Ministerio de la Agricultura. La Habana, Cuba, e-mail: olegario.muniz@isuelos.cu ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0003-4872-3606>

Jessica Fernández-Casañas, Investigadora, Dirección de Medio Ambiente. CITMA, La Habana, Cuba, e-mail: jessicafc@citma.gob.cu, ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-0949-6343>

Manuel Farradaz-Campos, Investigador, Dirección Nacional de Suelos y Fertilizantes, MINAG, La Habana, Cuba, e-mail: farradas91@gmail.com. ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-2893-1427>

Javier Arcia-Porrua, Investigador Titular, Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola (IAgric), Boyeros, La Habana, Cuba, e-mail: javierarcia54@gmail.com, ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-5458-3884>

Los autores de este trabajo declaran no presentar conflicto de intereses.

Este artículo se encuentra bajo licencia Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional (CC BY-NC 4.0).

La mención de marcas comerciales de equipos, instrumentos o materiales específicos obedece a propósitos de identificación, no existiendo ningún compromiso promocional con relación a los mismos, ni por los autores ni por el editor.