

Diagnóstico inicial en sitio de intervención del proyecto ecoVALOR. Estudio de caso

Initial Diagnosis at the Intervention Site of the ecoVALOR Project. Case Study



<https://cu-id.com/2284/v14n4e03>

ⁱAmaury Rodríguez-González^{1*}, ⁱⁱJavier Arcia-Porrúa¹, ⁱⁱⁱJulián Herrera-Puebla¹,
ⁱⁱClara García-Ramosⁱⁱ, ⁱⁱAbdiel Carabaloso-Jonsonⁱⁱⁱ

¹Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola, Boyeros, La Habana, Cuba.

ⁱⁱInstituto de Suelos, Boyeros, La Habana, Cuba.

ⁱⁱⁱCentro Nacional Áreas Protegidas, La Habana, Cuba.

RESUMEN: La caracterización de un sitio es una herramienta que facilita la descripción, gestión y control de los procesos, a través de la identificación de sus elementos esenciales. La misma debe ser construida de manera participativa, con la finalidad de lograr un involucramiento de las partes interesadas, así como lograr el compromiso y orientación a resultados de quienes ejecutan el proceso. Por lo que, el presente trabajo tiene como objetivo mostrar los resultados de la aplicación de una encuesta participativa aplicada a productores del sitio de intervención, que incluyó la descripción del sitio, manejo del suelo y el agua, así como características productivas de la unidad. Los resultados de la encuesta aplicada permiten realizar un análisis de indicadores de calidad físicos y químicos del suelo, lo cual constituye la línea base, para la evaluación de posibles cambios producidos a partir de prácticas de manejo aplicadas.

Palabras clave: línea base, encuesta, prácticas de manejo.

ABSTRACT: The characterization of a site is a tool that facilitates the description, management and control of processes, through the identification of its essential elements. It must be built in a participatory manner, with the purpose of achieving the involvement of interested parties, as well as achieving the commitment and results orientation of those who execute the process. Therefore, the objective of this work is to show the results of the application of a participatory survey applied to producers at the intervention site, which included the description of the site, soil and water management, as well as productive characteristics of the unit. The results of the applied survey allow an analysis of physical and chemical quality indicators of the soil, which constitutes the baseline for the evaluation of possible changes produced from applied management practices.

Keywords: Base line, survey, management practices.

INTRODUCCION

El proyecto ecoVALOR “Incorporando consideraciones ambientales múltiples y su implicación económica en el manejo de bosques paisajes y sectores productivos en Cuba” responde a la Estrategia de Desarrollo Económico y Social a 2030 [PCC-Cuba \(2021\)](#) al implementar incentivos económicos para lograr la sostenibilidad financiera en el uso y conservación de los recursos naturales y el medio ambiente la lucha contra la contaminación y el enfrentamiento al cambio climático. El mismo incluye importantes retos que trata de cambiar paradigmas e incorporar elementos de la economía al medio ambiente la conservación y protección de esos recursos ecológicos que están implícitos en el plan del país hasta 2030 a partir de sus ejes estratégicos que reconoce el equilibrio que debe existir entre el capital natural y financiero.

El proyecto también tiene en cuenta el diseño y validación de herramientas metodológicas que incluyen análisis de escenarios focalizados en apoyo a la toma de decisiones sobre el uso de los recursos naturales y la implementación de experiencias pilotos que generan validan y demuestran mecanismos para optimizar e internalizar los valores de los bienes y servicios de los ecosistemas en las localidades seleccionadas además incluye una encuesta con vista a obtener y elaborar la información levantada de modo rápido y eficaz.

El suelo es considerado como un medio de soporte de las plantas y otros organismos que lo convierte en uno de los factores más importantes para el correcto desarrollo de los cultivos agrícolas el cual debe ser reconocido como un sistema vivo y dinámico que funciona a través de un equilibrio único con interacción de sus componentes biológicos químicos y físicos.

*Autor para correspondencia: Amaury Rodríguez-González, e-mail: amaury.rodriguez@iagric.minag.gob.cu

Recibido: 15/02/2024

Aceptado: 10/09/2024

Los cambios en el uso de suelo y la cubierta vegetal derivados de la expansión y extensión de actividades antrópicas generan impactos negativos en la biodiversidad y la provisión de servicios ecosistémicos y contribuyen significativamente en los procesos de cambio climático a nivel regional.

En Cuba la degradación de los suelos afecta un total de 2,9 millones de hectáreas agrícolas cultivable, cifra que tiende a aumentar si no se toman las medidas necesarias para su control. Este proceso de degradación de suelos en un alto porcentaje se manifiesta por un inadecuado manejo y explotación de los mismos siendo las causas principales el monocultivo y el uso intensivo de la maquinaria, el consumo de altas dosis de fertilizantes sintéticos, manejo inadecuado de los sistemas de riego y drenaje, entre otras (Casanovas et al., 2022). El apoyo del Proyecto ecoVALOR, con medios tecnológicos para el manejo del suelo, contribuyen para apoyar y concientizar a los productores sobre la necesidad del manejo conservacionista del suelo.

Teniendo en cuenta lo antes expuesto se evidencia la necesidad de establecer una línea base que permita comparar el antes y el después, con vista a tener una visión de la situación actual, tanto desde el punto de vista social, de la disponibilidad de diferentes bienes y servicios y el posible impacto que puedan provocar la introducción de nuevas prácticas agrícolas. El objetivo del presente trabajo es mostrar los resultados de la aplicación de una encuesta participativa aplicada a productores del sitio de intervención del proyecto ecoVALOR.

MATERIALES Y METODOS

El trabajo se desarrolló en un sitio de intervención del proyecto eco VALOR en áreas de la CCS Mártires de Bolivia Municipio Puerto Padre ubicados en la provincia de Las Tunas. La [Figura 1](#), muestra los diferentes puntos tomados (967, 968 y 969), correspondiendo al área en explotación y 971 al área de bosque. Muestra además (en las áreas sin plantar), zonas de color más claro, evidenciando un nivel de irregularidad de las áreas, producido por exposición a la superficie del material subsuperficial, como resultados del sistema de preparación de suelo que emplean.

Para ello se aplicó una encuesta, con vista a conocer las limitaciones y potencialidades del sitio objeto de estudio. La [Tabla 1](#) muestra los aspectos generales levantados a los productores del sitio mediante encuesta.

Caracterización del suelo de la Unidad de Producción

El suelo es un recurso natural finito y no renovable que presta diversos servicios ecosistémicos

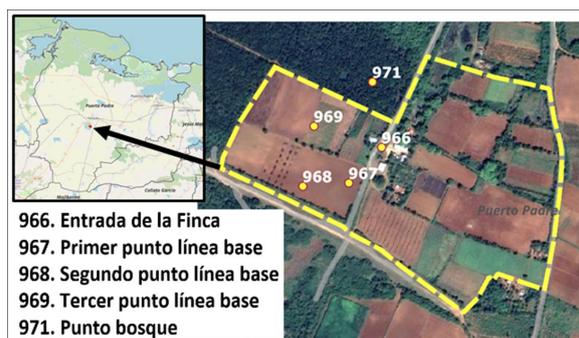


FIGURA 1. Localización de la CCS “Mártires de Bolivia”.

o ambientales entre ellos y a manera de ejemplo, el relacionado con su participación en los ciclos biogeoquímicos de elementos clave para la vida como carbono, Nitrógeno, Fósforo, etc, que continuamente y por efecto de la energía disponible, pasan de los sistemas vivos a los componentes no vivos del planeta, no obstante, lo más conocido es que el suelo es el asiento natural para la producción de alimentos y materias primas de los cuales depende la sociedad mundial (Montanarella, 2015; Burbano, 2016; OBIO-Argentina, 2016; Castillo et al., 2021).

La “*línea base*” requiere del aporte de una visión cualitativa y cuantitativa, que nace desde el intercambio con cada uno de los actores y muestra una visión de la situación inicial del sitio, para ello se tomaron (de manera georreferenciada) puntos de muestreo, para establecer la “*línea base*” de las principales propiedades físico-químicas que puedan variar con la incorporación de nuevas tecnologías y/o prácticas agrícolas. En todos los casos se incluyeron puntos de muestreo en bosques secundario, próximos al área de intervención, con vista a determinar la influencia del uso de las tecnologías convencionales aplicadas en el sitio.

Método para estimar las propiedades físico-químicas evaluadas

Según [Castillo et al. \(2021\)](#), la selección de indicadores que permiten evaluar la salud del suelo, deben cumplir entre otras las siguientes condiciones: describir los procesos del ecosistema; integrar propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo; reflejar los atributos de sostenibilidad, rescribir los procesos del ecosistema; integrar propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo y reflejar los atributos de sostenibilidad.

Fueron determinadas: pH, Materia Orgánica, Densidad aparente y Velocidad de Infiltración, en todos los casos debidamente explicado en el Manual Práctico para la evaluación de los indicadores de calidad del suelo, que permite la determinación de la “línea base” elaborado por [Herrera et al. \(2022\)](#).

TABLA 1. Esquema de encuesta realizada

1. Datos generales de la unidad de producción

1.1 Provincia: _____ Municipio: _____

1.2 Nombre de la Unidad de Producción: _____

1.3 Estructura organizativa que pertenece: UBPC: _____ Productor Privado: _____ CCS _____ CPA _____ Otra _____

1.4 Cuántos miembros beneficiarios (socios) existen en la unidad de producción: _____

1.5 Tiempo de permanencia en la zona: _____

1.6 Actividad principal de la unidad: Cultivos varios _____ Ganadería _____ Caña de Azúcar _____ otros _____

1.7 Números de Técnicos de Campo: _____ M _____ H _____

1.8 ¿Qué tipo de sistema de cultivo que utilizan? Tradicional _____ Semi-mecanizado _____ Mecanizado _____

2. Descripción física de la unidad de producción

2.1 Área total (ha): _____

2.2 Área productiva atendida con infraestructura de riego (ha): Sin riego: _____

2.3 Tipología según su nivel tecnológico de maquinaria agrícola alto _____ medio _____ manual _____

3. Criterios de los suelos y aguas de la unidad de producción

3.1 Como considera los tipos de suelos: Arenoso _____ Arcilloso _____ Franco _____ Limoso _____ F- arenoso _____ F- arcilloso _____ F- limoso _____

3.2 Topografía de las zonas de intervención: Plana _____ Semiplana _____ Ondulada _____ Inclineda _____

3.3 Pendiente predominante: 2% _____ 5% _____ 7% _____ 10% _____ más del 10% _____

3.4 ¿Cómo considera se encuentran las tierras? Contaminadas _____ Limpias _____

Si la respuesta es contaminada:

a ¿Qué tipo de contaminantes cree tener? Altas cantidades de Agroquímicos: _____ presencia de metales pesados _____ presencia de estiércoles _____

3.5 Mencione tres problemas que considere puedan presentar sus suelos: Erosionados _____ Altos % de Alcalinidad _____ Plagados _____ Poca Materia Orgánica _____ Poca Fertilidad _____ Suelos salinizados _____ Suelos compactados _____

3.6 ¿Conoce Usted si se han realizado análisis de laboratorio en los suelos en el área de intervención? Si _____ No _____

Si la respuesta es SI:

a ¿Qué tipo de análisis ha hecho? Fertilidad _____ Microbiológico _____ Metales pesados _____

b ¿Con que periodicidad los hace? Una vez al año _____ Cada dos años _____ Cada tres años _____ Cada cinco años _____ Solo una vez _____

c ¿Mencione el laboratorio con el cual los hace? _____

3.7 Tienen pozos: SI _____ NO _____ ¿Cuántos? _____ Profundidad del agua (m): _____

3.8 ¿Mencione tres problemas (si presentan) que actualmente tienen en cuanto a calidad del agua? Aguas con Heces _____ Plaguicidas _____ Fertilizantes _____ Alcalinas _____ Siempre turbias _____ Pesadas _____ contaminadas con aguas negras _____

3.9 ¿Cómo hacen ustedes para afrontar estos problemas? _____

4. Características productivas de la unidad de producción

4.1 ¿Mencione los tres principales cultivos agrícolas que siembra como cultivo principal (dentro de un sistema de rotación de cultivo) en los últimos tres años? según prioridad?

4.2 ¿Mencione los tres principales cultivos agrícolas que siembra en rotación en los últimos tres años? según su prioridad?

4.3 ¿Cuál o cuáles son sus cultivos principales de preferencia económica en la zona? _____

4.4 ¿Qué tipo de semilla utilizan?

a Cultivo principal Criolla _____ Mejorada _____ Certificada _____

b Cultivo en rotación Criolla _____ Mejorada _____ Certificada _____

c Cultivo sin rotación Criolla _____ Mejorada _____ Certificada _____

5. MANEJO DE PLAGAS

5.1 ¿Conoce usted las plagas (insectos) que atacan los cultivos en las zonas? SI _____ NO _____

Si contesta SI, entonces:

¿cuales? _____

5.2 ¿Aplican algunas técnicas de Manejo para evitar el ataque de plagas? SI _____ NO _____

5.3 Mencione algunas Técnicas de Manejo que practican los productores en las zonas de interferencias: Manual _____ Químico _____ Biológica _____ Cultural _____ Botánico _____

6. MANEJO DE ENFERMEDADES

6.1 ¿Conoce usted las enfermedades que atacan sus cultivos? SI _____ NO _____

6.2 ¿Cuáles son las enfermedades que más atacan sus dos principales cultivos? _____

6.3 ¿Cuál es la técnica de manejo que practican para el control: Manual _____ Químico _____ Biológica _____ Cultural _____ Botánico _____ Ninguna _____

7. SERVICIOS DE APOYO EN LA ZONA

7.1 ¿En la unidad tienen incorporada la implementación de Buenas Prácticas Agrícolas? SI _____ NO _____

7.2 ¿Disponen en su plan de trabajo de presupuesto para la implementación de las BPA? SI _____ NO _____

7.3 ¿Reciben capacitaciones en temas relacionados con la implementación de las Buenas Prácticas Agrícolas? SI _____ NO _____

7.4 Mencione los temas relacionado a la implementación de las BPA en las capacitaciones que ha recibido: _____

7.5 ¿Conoce en qué consisten los servicios ecosistémicos? SI _____ NO _____

RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados del diagnóstico inicial, obtenido mediante la encuesta realizada, evidencia una degradación del suelo, la poca profundidad efectiva, el contenido de piedras y la disminución del contenido de materia orgánica, sobre todos en los primeros 10-20 cm, confirman este comportamiento. Al comparar el área de explotación con un sitio próximo con bosque secundario con más de 20 años sin explotación (Tabla 2), se confirma este deterioro en otras propiedades como, la porosidad, velocidad de infiltración, plasticidad, estabilidad de los agregados y la densidad aparente.

Los suelos (Redzina Roja) del sitio objeto de estudio, según encuesta realizada y verificados en el sitio, son manejados el 100 % con tecnologías convencionales, basada en uso de arados y gradas de discos que invierten el prisma, provocando un deterioro acelerado, efectos, que coincide con lo reportado por [Rajadel & Castro \(2021\)](#).

Existen numerosos procesos por lo que el suelo pierde su potencial productivo, por ejemplo, cuando éste es sometido a la acción de diferentes elementos erosivos como el agua de lluvia o el viento, se produce una disgregación de los micro y macroagregados, facilitando enormemente su arrastre y pérdida [Domínguez \(2005\)](#); [Rodríguez \(2003\)](#); [Yanez & Marola \(2019\)](#), resultando uno de los principales problemas globales que afecta a los recursos naturales y a la producción agrícola. A nivel mundial, los valores promedios anuales de erosión del suelo alcanzan entre 12 a 15 toneladas por año y por cada hectárea, lo que significa una reducción de la capa superficial del suelo, que es precisamente la más fértil, de 0,9 a 0,95 cm cada año, provocado por una causa física que provoca la pérdida y agotamiento de la capa fértil del suelo debido a eventos como inundaciones, escorrentías superficiales, corrimientos de tierras, viento, tormentas, labranza intensiva o el uso de maquinaria pesada.

TABLA 2. Algunos indicadores físico-químicos considerados como línea base en el sitio de intervención

Local	Prof (cm)	pH en agua	CE (dSm ⁻¹)	MO (%)	Hum inicial (gr/gr)	D A (gr/ cm ³)	Porosidad (%)	Porosidad Dren (%)	LSP (%)	LIP (%)
Cultivos Varios	0-10	8.0	0.2	3.59	33.0	1.22	55.9	13.0	24.1	12.1
	10-20	8.1	0.2	2.76	36.2	1.25	55.2	11.4	21.3	11.1
	20-30	8.2	0.2	-	35.5	-	50.2	4.8	23.4	11.1
Bosque	0-10	8.0	0.1	5.54	24.9	1.10	61.2	23.9	25.4	16.6
	10-20	8.1	0.2	2.48	27.9	1.18	40.2	21.6	-	-
	20-30	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Localización	Punto	mm/seg	cm/min	cm/hora
Velocidad de infiltración				
Cultivos Varios	967	0.50	3.30	0.05
		0.10	0.20	0.02
		0.40	2.50	0.03
	968	0.10	0.60	0.01
		0.60	3.40	0.05
		0.10	0.40	0.01
Bosque	971	7.00	42.20	7.82
		1.40	8.50	0.32

Textura					
Localización	Punto	Prof (cm)	Arena	Limo	Arcilla
Cultivos Varios	967	0-10	33	23	44
		10-20	31	13	56
		20-30	30	10	60
	968	0-10	28	22	50
		10-20	30	18	52
		20-30	28	22	50
	969	0-10	46	14	40
		10-20	47	13	40
		20-30	-	-	-
Bosque	971	0-10	37	27	36
		10-20	-	-	-

Estabilidad de los agregados

Localización	θ de los Tamices (% de muestra que queda en el tamíz)										
	Punto	Prof (cm)	2	1	710	355	250	180	125	63	res
Cultivos Varios	967	0-10	22.4	19.5	9.5	15.6	5.9	4.4	3.4	2.9	1.1
		10-20	46.7	20.1	8.5	12.7	4.3	2.9	2.1	2.0	0.8
		20-30	62.2	16.9	6.3	8.1	2.4	1.5	1.2	1.0	0.4
	968	0-10	16.1	23.0	12.8	21.5	8.8	6.8	5.4	0.5	1.4
		10-20	40.4	21.8	9.6	14.8	5.1	3.3	2.6	2.0	0.6
		20-30	50.6	19.3	8.2	11.8	3.9	2.5	1.7	1.5	0.5
	969	0-10	29.9	20.5	9.9	26.9	6.6	5.0	4.5	4.5	2.2
		10-20	49.1	19.1	8.2	12.2	4.4	2.7	2.0	1.6	0.6
		20-30	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bosque	971	0-10	65.9	23.7	3.9	3.3	1.0	0.7	0.5	0.7	0.3
		10-20	-	-	-	-	-	-	-	-	-

La degradación del mismo, se ha convertido en una de las mayores preocupaciones actuales, debido a su importancia para la preservación de la vida. Para evaluar su calidad y así, determinar si el uso que se le está dando es sostenible ecológicamente, se ha recurrido al uso de índices e indicadores, éstos son propiedades del suelo medibles que afectan la capacidad de éste de ejercer una de sus funciones funciones (Bastida et al., 2008).

Los efectos a corto plazo, donde se pone en evidencia la degradación y disminución de la calidad del suelo, son aquellos que se relacionan directamente con las variables de producción y calidad de cultivos, mientras que, a largo plazo, el uso continuo de aguas de mala calidad puede producir cambios perjudiciales en las propiedades edáficas, llegando a obtener en algunos casos, un suelo que se clasifica como no apto para agricultura, como ha sido demostrado por (Ayers & Westcott, 1987).

Según González et al. (2023) y Trezza et al. (2008), el manejo del riego, con una adecuada gestión, aporta la cantidad necesaria de agua en el momento que se necesita, humedeciendo el suelo hasta la profundidad requerida por el cultivo. En el sitio de intervención del proyecto ecoVALOR, la calidad del agua para el riego se puede catalogar de apta aunque su uso inadecuado e ineficiente puede influir negativamente sobre la calidad del suelo y sobre todos no lograr satisfacer las necesidades de los cultivos que se explotan ésta proviene de pozos y es conducida hasta la cabeza del surco con mangueras lo que origina erosión al suelo y una aplicación ineficiente del sistema de riego (inferior al 40%) debido a los años de explotación (> 20 años).

A pesar de que el suelo y el agua son recursos indispensables para la obtención de rendimientos altos y estables la Ley de Factores Limitantes o Ley del Mínimo según Ruiza et al. (2004), expresa que el factor más limitativo de los rendimientos, limita el potencial de una variedad dada y solamente éste se puede aumentar, corrigiendo este factor limitante, no importando si las demás condiciones están en

un buen nivel, si una falla, el rendimiento baja, pero cuando se corrige, los rendimientos pasan a depender del siguiente factor limitante. Este proceso se repite de manera escalonada hasta que no haya más factores limitantes. Las plagas y enfermedades pueden ser factores que inciden directamente en los rendimientos, los cuales hay que considerar. Según criterios obtenidos a partir de la encuesta realizada, la Unidad objeto de estudio, no presenta altas incidencia de plagas y enfermedades, por lo que no tienen un peso significativo en la disminución de los potenciales productivos de los cultivos que se desarrollan. Este comportamiento, puede estar dado por el uso de bioproductos y barreras biológicas que impiden las afectaciones a los diferentes cultivos.

Teniendo en cuenta que los sistemas agroalimentarios se desarrollan dentro de una base de recursos limitada, por lo que es necesario que estos sistemas hagan uso de los recursos naturales de una manera ambiental, económica y socialmente sostenible, con el fin de conservar el ecosistema, el crecimiento de éstos sistemas debe ser inclusivo, debe enfocarse en objetivos más allá de la producción, lo que incluye la eficiencia a lo largo de las cadenas alimentarias, y debe promover prácticas sostenibles (FAO, 2016).

A partir de la encuesta realizada, la Unidad de Producción, focaliza sus esfuerzos en llevar acciones como; aumentar y diversificar las producciones, contribuyendo a la seguridad alimentaria y mejorar la economía y el bienestar familiar, a partir de un enfoque inclusivo, mediante la implementación de las Buenas Prácticas, con éstas se logra la sustitución y/o reducción de las aplicaciones de productos químicos, mediante los principios del Manejo Integrado de Plagas (MIP), lo que ayudó a disminuir la contaminación del ambiente y al cuidado de la salud humana. El análisis realizado con los productores, arrojó, que en la Unidad de Producción se tiene implementada las Buenas Prácticas Agrícolas, que disponen de toda la documentación y capacitación para su implementación, lo que se evidencia con

el manejo de sistemas de rotación de hortalizas y granos (Maíz-Pimiento-Calabaza-Frijol-Tomate), la incorporación de materia orgánica de forma generalizada en todas las áreas y el uso de otras prácticas con la utilización de productos biológicos y la aplicación de manejos conservacionistas, se constata que la aplicación de materia orgánica es le labor dentro de las buenas prácticas de mayor incidencia en el incremento de los rendimientos agrícolas, con incrementos de éstos de alrededor del 5%, estos resultados coinciden con los obtenidos por diferentes autores con el manejo de materia orgánica (Huerta et al., 2019).

Según Arcia et al. (2024), al hacer un análisis detallado de las Unidad de Producción que apoya el Proyecto ecoVALOR en Cuba, ubica ésta en la categoría de media Prioridad de Mantenimiento, la que señala un deterioro moderado de los servicios ecosistémicos prestados por el suelo. El Proyecto (ecoVALOR), que entre sus objetivos fundamentales tiene la valoración, mantenimiento y recuperación de servicios ecosistémicos Gutiérrez & Salabarría (2023), entregaron de una serie medios (mecanizados y de riego), que permitirá desarrollar experiencias pilotos generando, validando y demostrando, mecanismos para la optimización y la internalización de los valores de los bienes y servicios ecosistémicos en los sectores claves.

Según Portela et al. (2021), las prácticas poco sostenibles de uso de los suelos, la falta de planificación territorial, la degradación de los recursos, la introducción de especies invasoras y la contaminación, unido al impacto devastador de los eventos extremos, desembocan en pérdida de diversidad biológica, sequía y otros problemas que entorpecen el desarrollo.

CONCLUSIONES

- La encuesta participativa aplicada, permitió el conocimiento detallado de las características del sitio objeto de estudio, así como el manejo utilizado en la práctica agrícolas
- El uso de la mecanización en las áreas es pobre y tradicional, por lo que el manejo con labranza conservacionista puede constituir una práctica que reporte resultados positivos, dada las características de los suelos.
- Los rendimientos agrícolas están vinculados a las características propias de los suelos y a su vez a la aplicación de materia orgánica.
- En la Unidad de Producción los suelos son de poco a muy poco profundos.
- La calidad del agua para el riego que se utiliza, se puede catalogar de APTA, proveniente de pozos, aunque su manejo es deficiente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arcia, J., Rodríguez, A., Herrera, J., García, C., & Carabaloso, A. (2024). Valoración de algunos servicios ecosistémicos en sitios de intervención del Proyecto ecoVALOR en la República de Cuba. *Ingeniería Agrícola*, 14(4), ISSN: 2306-1545, e-ISSN: 2227-8761.
- Ayers, R. S., & Westcott, D. W. (1987). *Calidad del agua en la agricultura* (FAO 29; p. 174). FAO, Rome, Italy.
- Bastida, F., Zsolnay, A., Hernández, T., & García, C. (2008). Past, present and future of soil quality indices: A biological perspective. *Geoderma*, 147, 159-171.
- Burbano, O. H. (2016). *El suelo y su relación con los servicios ecosistémicos y la seguridad alimentaria*. <http://dx.doi.org/10.22267/rcia.163302.58>
- Casanovas, C. E., Suárez del Villar, L. A., & Avilleira, C. I. (2022). Valoración de la seguridad alimentaria cubana a partir de la superficie agrícola explotada y los rendimientos agrícolas. *Universidad y sociedad*, 14(5), ISSN 2218-3620.
- Castillo, V. X., Etchevers, B. J. D., Hidalgo, M. C. M. I., & Aguirre, G. A. (2021). Evaluación de la calidad de suelo: Generación e interpretación de indicadores. *Terra Latinoamericana*, 39(1), 1-12. <http://dx.doi.org/10.28940/terra.v39i0.698>
- Domínguez, S. M. J. (2005). *Evaluación de la calidad de los suelos de laderas de Nandaime, a través de la identificación y uso de indicadores técnicos y locales*. Universidad Nacional Agraria (UNA), Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente.
- FAO. (2016). *Boletín Informativo FAO en Uruguay, Noticias, Proyectos, Talleres, Eventos, Estadísticas* (C0030s N° 23, enero-marzo; p. 13). FAO, Roma, Italia. <http://www.fao.org/3/a-c0330s.pdf>
- González, R. F., Cisneros, Z. E., & Chaterlán, D. Y. (2023). La gestión del riego para la reducción de impactos negativos ambientales. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 32(1), ISSN: 1010-2760, e-ISSN: 2071-0054.
- Gutiérrez, N. M., & Salabarría, F. D. (2023). El aporte del Proyecto Nacional ECOVALOR al uso sostenible de la biodiversidad en Cuba. *Ingeniería Agrícola*, 13(2), ISSN: 2306-1545, e-ISSN: 2227-8761.
- Herrera, M., Arcia, P. J., García, R. C., & Rodríguez, G. A. (2022). *Manual práctico para la determinación de los indicadores de calidad del suelo*. Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola, La Habana, Cuba.
- Huerta, M. E., Hernández, J. C., & Álvarez, L. A. (2019). La apreciación de abonos orgánicos para la gestión local comunitaria de estiércoles en los traspatios. Estudios Sociales. *Revista de alimentación contemporánea y desarrollo regional*, 29(53), 1-24.

- Montanarella, L. (2015). Agricultural policy governs our soils. *Nature*, 528.
- OBIO-Argentina. (2016). *Observatorio Nacional de Biodiversidad*. Observatorio Nacional de Biodiversidad, 2016, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de la Nación, Suelos, Buenos Aires, Argentina. <http://obio.ambiente.gob.ar/suelos>
- PCC-Cuba. (2021). *Lineamientos de la política económica y social del Partido y la Revolución para el período 2021-2026*. Editora Política. La Habana, 2021.
- Portela, L., Cabrera, E. N., & Díaz, L. I. (2021). Integración de los servicios ecosistémicos en el desarrollo sostenible de ecosistemas de montaña en Cuba. *Revista Anales de la Academia de Ciencias de Cuba, Ciencias Sociales y Humanísticas*, 11(3), ISSN: 2304-0106.
- Rajadel, A. O. N., & Castro, P. N. A. (2021). Programa de acciones y alternativas de mejoras para mitigar la erosión en la Cooperativa de Producción Agropecuaria "Mártires de Barbados". *Revista Científica Agroecosistemas*, 9(3), 49-56.
- Rodríguez, A. (2003). Cubierta vegetal en el olivar, Agricultura y conservación. *Agricultura*. https://www.researchgate.net/publication/28278525_Cubiertas_vegetales_en_el_olivar
- Ruiza, M., Fernández, T., & Tamaro, E. (2004). *Biografía de Justus von Liebig* [Biográfico]. Biografías y Vidas, La enciclopedia biográfica en línea, Barcelona (España). <https://www.biografiasyvidas.com/biografia/l/liebig.htm>
- Trezza, P. R., Suarez, Y., Núñez, A., & Umbra, I. (2008). Programación del riego en caña de azúcar en una zona semiárida del Estado Lara, Venezuela, utilizando la metodología FAO-56a. *Bioagro*, 20(1), 21-27, ISSN: 1316-3361.
- Yanez, S., & Marola, L. (2019). *Erosión por cárcavas en olivar: Proyecto de restauración de la cuenca del arroyo Ibros (Ibros, Jaén)* [Trabajo Fin de Máster Julio, Universidad de Jaén, Dpto: Geología Centro de Estudios de Postgrado Máster en Análisis]. <http://tauja.ujaen.es/jspui/handle/10953,1/9818>

Amaury Rodríguez-González, MSc., Investigador Agregado, Instituto Investigaciones de Ingeniería Agrícola, La Habana, Cuba.

Javier Arcia-Porrúa, Dr.C., Investigador Titular, Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola, La Habana, Cuba, e-mail: javierarcia54@gmail.com.

Julián Herrera-Puebla, Dr.C., Investigador Titular, Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola, La Habana, Cuba, julian.herrera@boyeros.iagric.cu.

Clara García-Ramos, Dra.C., Investigador Titular, Instituto de Suelos, La Habana, Cuba, e-mail: claragarciar@gmail.com.

Abdiel Caraballosa-Jonson, Dr, Med, Vet, Investigador Auxiliar, Centro Nacional Áreas Protegidas, La Habana, Cuba, e-mail: yeironjcf@gmail.com

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

CONTRIBUCIONES DE AUTOR: **Conceptualización:** Amaury Rodríguez González, Javier Arcia Porrúa, **Curación de datos:** Amaury Rodríguez González, Javier Arcia Porrúa, **Análisis formal:** Amaury Rodríguez González, Javier Arcia Porrúa, Julián Herrera, **Investigación:** Amaury Rodríguez González, Javier Arcia Porrúa, Clara García Ramos, Abdiel Caraballosa Jonson, **Metodología:** Amaury Rodríguez González, Javier Arcia Porrúa, Julián Herrera, **Supervisión:** Amaury Rodríguez González, Javier Arcia Porrúa, **Validación:** Amaury Rodríguez González, Javier Arcia Porrúa, Julián Herrera, Clara García Ramos, Abdiel Caraballosa Jonson, **Redacción-borrador original:** Javier Arcia Porrúa, **Redacción-revisión y edición:** Amaury Rodríguez González, Javier Arcia Porrúa,

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.

Este artículo se encuentra bajo licencia [Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional \(CC BY-NC 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)