

Impacto de las obras de conservación de suelos en las áreas dedicadas al cultivo del cocotero

Impact of soil conservation works in areas dedicated to coconut cultivation

Autores:

MSc. Albaro Blanco - Imbert, <https://orcid.org/0000-0002-6144-7258>.

Dr.C Karen Alvarado - Ruffo, <https://orcid.org/0000-0001-7105-1348>

M. Sc Illovis Fernández - Betancourt, <https://orcid.org/0000-0002-6592-965X>

M. Sc Marisol Lafargue Savón, <http://orcid.org/0000-0001-7882-5027>

M. Sc Marianela Cintra Arencibia: <https://orcid.org/0000-0002-5142-8512>

Filiación institucional: Departamento de investigación, Instituto de suelos UCTB Guantánamo:

E- mail: investigacion2@suelos.gtm.minag.cu

Fecha de recibido: 13 abr. 2024

Fecha de aprobado: 19 jun. 2024

Resumen

El estudio se desarrolló entre enero de 2022 y abril 2024, para evaluar el impacto de las obras de conservación y mejoramiento de suelo, en la disminución de la erosión de las áreas dedicadas al cultivo del cocotero, en unidades productivas del municipio Baracoa. Se seleccionó un área con fuerte degradación de los suelos, donde se estableció un sistema integrado de medidas consistentes en tranques de piedras y troncos de árboles de cocotero. Se determinó el impacto que las obras proporcionan empleándose los indicadores retención de suelos en las obras de mejoramiento, cantidad de nutrientes removidos, superficie agrícola beneficiada (ha) y la compactación del suelo ($\text{g. (cm}^3\text{)}^{-1}$). Los resultados mostraron que las obras de conservación permitieron disminuir la pérdida de suelo al retener 1747,93 t y 266.54 t de suelo, lográndose declarar el 100% del área trabajada como superficie agrícola beneficiada.

Palabras clave: Suelo; Obras de conservación; Erosión; Degradación

Abstract

The study was carried out between January 2022 and April 2024, to evaluate the impact of soil conservation and improvement works on reducing erosion in areas dedicated to coconut cultivation in productive units of the Baracoa municipality. An area with strong soil degradation was selected, where an integrated system of measures consisting of stone dams and coconut tree trunks was prepared. The impact that the works provide will be determined using soil retention indicators in the improvement works, amount of nutrients removed, benefited agricultural area (ha) and soil compaction ($\text{g. (cm}^3\text{)}^{-1}$). The results showed that the conservation works made it possible to reduce soil loss by retaining 1747.93 t and 266.54 t of soil, achieving the declaration of 100% of the worked area as benefited agricultural area.

Keywords: Soil; Conservation works; Erosion; Degradation

Introducción

Uno de los problemas serios que enfrenta nuestro país es el deterioro de los recursos naturales, entre ellos el recurso suelo, especialmente en las zonas de montaña, donde se desarrollan muchas de las producciones agropecuarias, encontrándose en ellas graves problemas de degradación y pérdida de la fertilidad de los suelos (Limeres *et al.*, 2015), reportándose, según resultados obtenidos en los mapas de suelos de Cuba a escala 1:50 000 y 1:25 000, el 74% de los suelos como poco o muy poco productivos, y un 43,3% de ellos presentan erosión de fuerte a media (Fuentes *et al.*, 2002; Telo, 2017).

La provincia Guantánamo ubicada en la zona oriental del país, se caracteriza por presentar alrededor del 70% de los suelos en la zona montañosa, ocupados por cultivos permanentes con las mayores extensiones para el café, frutales, cacao, coco, pastos, forestales, caña, y otros (Minag, 2008). Tal es el caso del municipio Baracoa que posee una extensión de 97 780 ha dedicados a la producción agropecuaria, presentando como principal renglón los cultivos de cacao, café, forestal y coco (Alvarado *et al.*, 2018).

El cultivo del cocotero en este municipio se desarrolla en una amplia diversidad de suelos distribuidos en las 11 913.27 ha, los cuales se encuentran afectados por diferentes procesos de degradación, describiéndose la erosión como principal afectación, al reportarse en el 94,66% del área (Mila, 2018), lo que unido a la incidencia de las altas precipitaciones, que ocasionan un incremento de este proceso, provocan cambios en otros factores del suelo como la profundidad efectiva, así como en las propiedades físicas y químicas, lo que ocasiona una disminución de la productividad (Alvarado, 2018).

Estudios desarrollados en el municipio destacan como luego de los embates del huracán Matthew en octubre del 2016, el cultivo del cocotero se vio afectado en más del 96%, donde los suelos resultaron unos de los más afectados al disminuir el número de áreas catalogadas como muy productivas y productivas en 2567,79 ha y 1754,73 ha respectivamente (Mila, 2018), evidenciándose la necesidad de aplicar prácticas agrícolas que permitan un mejor manejo para aumentar su productividad.

Una alternativa lo constituye la utilización de medidas de mejoramiento y conservación de suelo, las cuales permiten disminuir la pérdida de suelos (Fuentes, 2019; Doria, 2022).), ocasionando cambios positivos en los índices físicos, químicos y biológicos (Blanco *et al.*, 2019), además de incrementar el contenido de nutrientes y la reserva de carbono.

Diversos autores han resaltados los beneficios que se logran con el establecimientos de medidas de mejoramiento y conservación de suelo (Fuentes, 2019; Mendoza-Moreno, 2021; Cabrera-Aguilera, 2022; Teshome *et al.*, 2022; Oñate *et al.*, 2023), reportándose en Cuba más de 820 mil hectáreas de suelos agrícolas, forestales y tabacaleros como beneficiadas con obras de conservación de suelos para mitigar o disminuir los procesos degradativos como la erosión (Fuentes, 2019), a pesar de ello se hace imprescindible conocer si realmente el impacto es positivo o negativo, lo cual nos daría una idea de sus efectividad.

El impacto de las tecnologías de conservación de suelos se mide por el grado de aceptación o adopción por parte de los productores así como los efectos productivos y ambientales de estas (Carranza *et al.*, 2024). Sin embargo, muchas veces se hace énfasis en la difusión amplia de tecnologías y en la medición sus impactos productivos y económicos, olvidándonos de los impactos ambientales.

Teniendo en cuenta lo anterior se realizó este estudio, con el objetivo de evaluar el impacto de las obras de conservación y mejoramiento de suelo en la disminución de la erosión de las áreas dedicadas al cultivo del cocotero en dos unidades productivas del municipio Baracoa.

Materiales y métodos

La investigación se desarrolló entre enero de 2022 y abril de 2024, en agroecosistemas cocoteros del municipio Baracoa, provincia Guantánamo, Cuba, ubicados en las Unidades Básicas de Producción Cooperativas (UBPC) Caída en Combate de José Martí y Arquímedes Borges, en las cuales predominan un suelo Pardo con Carbonatos, típico, que correlaciona con un Pardo Sialítico según la metodología descrita por Hernández *et al.* (2015), situados sobre caliza suave, medianamente Profundo, con fuerte erosión, donde la profundidad efectiva no sobrepasa los 50 cm (Mila, 2018).

El clima de esta zona se considera Tropical lluvioso según el índice de Koppen, reportándose en el periodo 2013-2023, más de 3000 milímetros de lluvias anuales (Baza *et al.*, 2020). En la figura 1 se muestran los promedios mensuales de las lluvias caídas en el municipio Baracoa en los últimos 10 años.

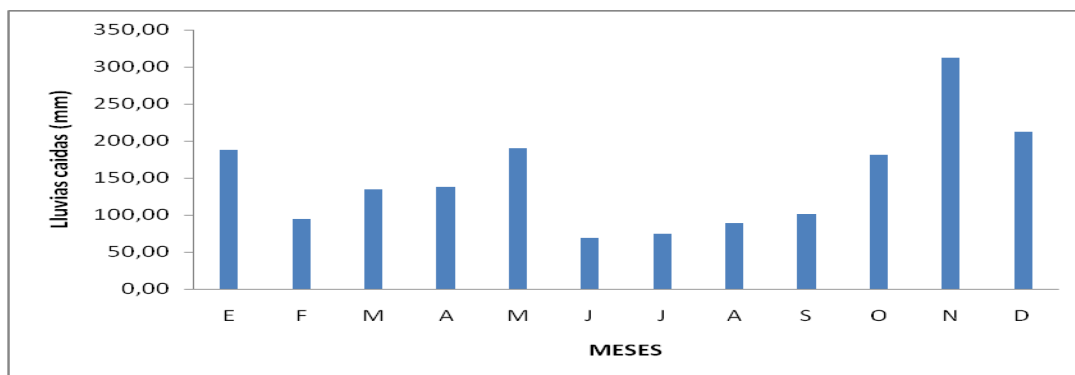


Figura 1. Promedios mensuales de las lluvias caídas en el municipio Baracoa en los últimos 10 años. Datos tomados de la Estación meteorológica del Jamal en Baracoa.

Para desarrollar la investigación en cada unidad se seleccionó un área con fuerte degradación de los suelos, en condiciones topográficas adversas, donde se establecieron un sistema integrado de medidas de mejoramiento y conservación de los suelos (NC 881, 2012), con vistas a lograr impactos, visibles y previsibles en corto, mediano y largo plazo. Las características de las áreas y el sistema de medidas implementadas se describen a continuación:

Sitio I. (UBPC Arquímedes Borges). Se trabajó en un área de 5 ha en fase de desarrollo con fuerte erosión, influenciada por los niveles de pendientes (más de 15%). Se trabajó en un colector natural (Cárcava con 1 m de profundidad, 2,20m de ancho y 7,10m de largo) y una cárcava de 0,8 m de profundidad, 1,40m de ancho y 3,30m de largo, en las cuales se establecieron tres tranques de troncos de árboles de cocotero para la primera y dos para la segunda.

Sitio II. (UBPC Año del Centenario de la caída en combate de José Martí). Se trabajo en un área de 4ha de cocotero en fase de desarrollo con fuerte erosión, influenciada por los niveles de pendientes (más de 15%). Se accionaron sobre dos cárcavas, la primera con 0,9 m de profundidad, 3,85m de ancho y 7,55m de largo y otra con 0,7 m de profundidad 1,82m de ancho y 3,52m de largo , donde se construyeron tres tranques de piedras y troncos de árboles de cocotero; tres, en la primera y dos, en la segunda.

Se determinó el impacto de las obras de mejoramiento y conservación de suelos establecidas en las áreas a partir indicadores seleccionados según la metodología propuesta por Calero *et al.* (2015), los cuales se describen a continuación.

- Retención de suelos en las obras de mejoramiento. Se estimó a partir del volumen de suelo acumulado con el empleo de la fórmula $SA = (A \times P)/2 \times L \times Da$, propuesta por Fuentes et al. (2019), donde: SA: volumen de suelo acumulado ($t \cdot m^2$); A: ancho donde se realizan las mediciones pendientes arriba desde las obras (m); P: profundidad medida en la capa de acumulación pendiente arriba desde las obras (m); $\frac{1}{2}$: Por tener forma triangular el área de acumulación, en el caso de estudio; L: Longitud total de las obras (m) y Da: Densidad aparente del suelo acumulado en las obras ($g \cdot cm^{-3}$), la cual se determinó por el método de los cilindros en el campo (Hernández, 2007).
- Cantidades de nutrientes removidos del suelo. Para su valoración se tomaron muestras compuestas de suelo en los tranques y se determinaron los indicadores químicos: pH (KCl) por el método potenciométrico, con relación suelo: solución de 1: 2, 5 (NC 32, 2008); materia orgánica del suelo, por el método Colorimétrico (NC 51, 1999); Fósforo y Potasio asimilable ($mg \cdot 100 g^{-1}$) por extracción con carbonato de amonio al 1%, con solución de suelo 1: 20 (NC 52, 1999).
- Superficie Agrícola Beneficiada (ha). Se considera cuando el 70% de las deficiencia del area se han corregido a partir de la implementación de medidas de mejoramiento y la conservación de los suelos (Urquiza et al., 2011).
- Compactación del suelo. Se evaluó a partir del índice de compactación medido por medio de la Resistencia a la penetración ($g \cdot (cm^3)^{-1}$), medido con el uso del Penetrómetro de Cono de lectura directa, marca Eikelkamp.

Resultados y discusión

En la tabla 1, se muestran los resultados de la retención de suelos en tranques contruidos en cárcavas de colectores naturales en las áreas de las UBPC Caída en Combate de José Martí y Arquímedes Borges, donde de forma general se evidencia la efectividad de la obras de conservación de suelo, establecida en cada área, al lograrse retener en un período de tres años 266.54 t y 1747,93t respectivamente en cada una de las áreas.

Tabla 1. Resultados de la retención de suelos en tranques contruidos en cárcavas presentes en áreas de la UBPC Caída en Combate de José Martí y Arquímedes Borges.

Unidad de producción	Tipo de obra	Cantidad de Suelo acumulado (t)	Promedio de Suelo acumulado en 3 años (t)
Sitio I. UBPC Arquímedes Borges.	Tranques contruidos con troncos de plantas de cocotero.	1747,93	582.64
Sitio II. UBPC del Centenario de la Caída en Combate de José Martí	Tranques contruidos con piedras y troncos de plantas de cocotero.	266,54	88,84

En sentido general, se puede observar que las mayores acumulaciones se logran para las obras establecidas en el Sitio I, lo que pudiera estar influenciado por la mayor cantidad de obras de conservación de suelos establecidas en el área seleccionada, la longitud y el ancho de la cárcava formada, el nivel de arrastre producto de la pendiente y las precipitaciones.

Según datos de ISMET del año 2023, los acumulados de precipitaciones en el municipio Baracoa resultan abundantes durante la mayoría de los meses del año (figua 1), con ocho de los doce meses con reportes promedios por encima de los 100 mm, donde los meses de octubre, noviembre, diciembre y enero, se caracterizan por los mayores acumulados, período que coincide con la temporada ciclónica en Cuba (primero de junio al 30 de noviembre), época en la cual el municipio se ha visto afectada por varios ciclones.

Silbello (2013), destaca como la ocurrencia de eventos meteorológicos asociados al cambio climático como ciclones y huracanes, favorecen el desprendimiento y migración real de las fracciones más finas a un ritmo directamente relacionado con las velocidades energéticas de las gotas de agua, provocando arrastres del suelo. Criterios que coinciden con los publicados por Rivero *et al.* (2006) quienes reportaron pérdidas de 60 t.ha⁻¹, en zonas afectadas por frecuente ocurrencia de lluvias

En tal sentido, Fuentes *et al.* (2019) destaca que las acumulaciones de suelos en las medidas de conservación suceden de forma muy variable debido, a la pendiente de los suelos así como a factores como las precipitaciones y su intensidad (Alvarado *et al.*, 2013), el manejo, el tipo de suelo (Alvarado, 2019), entre otros factores.

Telo (2017) y Larios, (2020), destacaron la efectividad del empleo de las barreras combinadas de piedra y *Agave angustifolia* Haw en el revertimiento de los procesos erosivos

y destaca la fuerte influencia de los factores que aceleran estos procesos dentro de los que menciona la carencia de cubierta protectora, drenaje excesivo que arrastra continuamente, durante el período lluvioso, cualquier producto resultante de la meteorización física y química que pueda tener lugar en tales condiciones.

Según Urquiza *et al*, (2011) y Agama, (2022), la longitud de la capa de suelo acumulado se determina evaluando un número determinado de puntos; pero puede ser que la intensidad de la lluvia caída, la velocidad del agua que se escurre y su volumen, respecto al grado de cobertura existente en el lugar y la topografía, sean lo que propicie la diferencia en la disminución de la longitud de acumulación de un año a otro.

Los resultados alcanzados se encuentran por debajo del límite de erosión, aceptado internacionalmente como admisible entre 10 – 12 $\text{tm}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{año}^{-1}$ para zonas secas (Ramos, 2001) y hasta las 25 $\text{tm}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{año}^{-1}$ para zonas húmedas según (Morgan, 1997), ambos afirman que por encima de esta cifra no se puede garantizar la conservación de los suelos, ya que la destrucción es más rápida que la creación de suelo (Agama 2022).

El análisis de las cantidades de nutrientes removidos del suelo en las áreas dedicadas al cultivo del cocotero de las unidades trabajadas (Tabla 2), arrojó una fuerte acumulación de materia orgánica, potasio y fósforo en el suelo retenido en las obras de conservación, evidenciándose la influencia de los procesos erosivos, que ocasionan su remoción con el arrastre de las escorrentías superficiales, incrementando su pérdida, lo cual cobra mayor importancia debido a la baja fertilidad de estos suelos, los cuales se caracterizan por presentar un contenido medio de materia orgánica en el primer horizonte y bajo en el segundo horizonte y el fósforo (P_2O_5) y potasio (K_2O) asimilables muy bajos (Mila, 2018 y Alvarado, 2019).

Tabla 2. Cantidades de nutrientes removidos del suelo en las áreas dedicadas al cultivo del cocotero en la UBPC Caída en Combate de José Martí y Arquímedes Borges.

Unidad de producción	pH	P ₂ O ₅	K ₂ O	MO
	KCl	(mg/100g suelo)		(%)
Sitio I. UBPC Arquímedes Borges.	7,15	3,87	49	3,49
Sitio II. UBPC del Centenario de la Caída en Combate de José Martí	7,18	7,03	20,9	4,01

Diferentes autores resaltan que la mayoría de los suelos dedicados al cocotero en el municipio Baracoa presentan categorías agroproductivas de regular a mala, influenciado por la presencia de factores limitantes como la fuerte erosión, la poca profundidad efectiva y la baja fertilidad, (Mila, 2018; Alvarado, 2019), elementos que corroboran los resultados alcanzados en nuestra investigación, encontrándose correspondencia entre la cantidad de nutriente acumulada en el suelos de las obras y su contenido en el suelo de estas áreas.

.Resultados similares fueron reportados por Andrade, Onelia; Rodríguez y Oscar (2002) y Telo (2017), quienes al evaluar los nutrientes retenidos en el suelo en medidas barreras vivas y tranques, encontraron que las cantidades presentes en las obras están estrechamente relacionadas con el contenido en el suelo.

En este sentido, Andrade, Onelia; Rodríguez y Oscar (2002), destacaron que las pérdidas de materia orgánica (MO), fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg) y sodio (Na) son un reflejo de las pérdidas absolutas de suelos, y que en ocasiones, este sedimento tiende a enriquecerse aún más con el aporte de las hojas y restos de cosechas y de las labores que se realizan en el área, planteamiento que pudiera explicar los niveles de potasio encontrados en ambas áreas, los cuales pudieron estar relacionados con el aporte que realizan los troncos de costoteros descompuestos (Alvarado, 2019), empleados en la construcción de los tranques aguas arriba de la cárcava.

En la tabla 3 se muestra la superficie agrícola beneficiada a partir de la implantación de las tecnologías para el mejoramiento y la conservación de los suelos, donde se puede observar un incremento de las áreas con medidas (60% en el Sitio I y 75% en Sitio II), lo cual permitió declarar para ambas unidades el 100% de la finca trabajada como Superficie Agrícola Beneficiada.

Tabla 3. Superficie Agrícola Beneficiada a partir de la implementación de la tecnologías para el mejoramiento y la conservación de los suelos establecidas en áreas dedicadas al cultivo del cocotero en la UBPC “Arquímedes Borges” y Año del Centenario de la caída en combate de José Martí.

Unidad de producción	Área bajo medidas (ha)		Superficie Agrícola Beneficiada (ha)	
	2020 (Línea base)	2024	2020 (Línea base)	2024

Sitio I. UBPC Arquímedes Borges.	2	5	0	5
Sitio II. UBPC del Centenario de la Caída en Combate de José Martí	1	4	0	4

Al respecto Limeres *et al*, (2015) y Orphee, (2020), resaltaron la influencia del establecimiento de medidas de mejoramiento y conservación de suelos en el incremento del número de área declarada como Superficie Agrícola Beneficiada, ya que estas permiten incorporar una mayor cantidad de áreas a las labores productivas e incrementar sus resultados productivos (Blanco *et al.*, 2018), al proporcionarles mejores condiciones para el desarrollo de los cultivos (Hernández *et al.*, 2020; Larios, 2020; García *et al.*, 2023).

Efecto de las obras de conservación de suelos en la compactación del suelo de los Sitios trabajados se muestran en la tabla 4, donde se puede observar el índice de compactación para las primeras capas del suelo y se muestran valores que lo clasifican como medianamente compacto, los cuales se incrementan con la profundidad. El suelo del Sitio II, mantiene este comportamiento, hasta los 40cm de profundidad a partir de la cual alcanza valores que la clasifican como compacto, no ocurriendo así para el área del Sitio I, donde los valores de este indicador muestran presencia de compactación a partir de los 21cm de profundidad.

Tabla 4. Efecto de las obras de conservación de suelos en la compactación del suelo de las áreas dedicadas al cultivo del cocotero en la UBPC “Arquímedes Borges” y Año del Centenario de la caída en combate de José Martí.

Unidad productiva	Índice de compactación g. (cm ³) ⁻¹			Densidad aparente g. (cm ³) ⁻¹ (0-20 cm)
	0-20 cm	21-40cm	41-60cm	
Sitio I. UBPC Arquímedes Borges.	36,0	42,0	58,0	1.29
Sitio II. UBPC del Centenario de la Caída en Combate de José Martí	30.1	39.8	52.2	1.18

Los resultados anteriores están en correspondencia con los obtenidos en la evaluación de la densidad aparente, la cual alcanza valores que la clasifican de Baja en el suelo del Sitio II y Media para el del Sitio I, comportamiento que pudiera estar influenciados por el efecto

significativo que ejercen las medidas de mejoramiento y conservación de suelos sobre la calidad del suelo (García *et al.*, 2023), al mejorar las propiedades físicas e hídricas del suelo, reduciendo la densidad aparente independiente de la profundidad (Hernández *et al.*, 2020), ya que su finalidad es proteger el suelo contra la erosión y el deterioro y mejorar su estructura y fertilidad (Guerrero *et al.*, 2023).

En este sentido diferentes autores destacaron la efectividad de las medidas antierosivas establecidas en áreas erosionadas de la provincia Guantánamo, reportando disminución del movimiento de suelo y por tanto la erosión (Orphee, 2020), de la densidad aparente y la compactación del suelo (Blanco *et al.*, 2018), afirmando que la mejora de estos indicadores influye en la capacidad productiva de los agroecosistemas además de mejorar la resiliencia ante el cambio climático (León y Acevedo, 2021; Oñate *et al.*, 2023; Teshome *et al.*, 2022).

Conclusiones

Las medidas de mejoramiento y conservación de suelos establecidas en las áreas dedicadas al cultivo del cocotero en la UBPC “Arquímedes Borges” y UBPC del Centenario de la Caída en Combate de José Martí, evidenciaron impactos positivos al beneficiar el 100% de las parcelas trabajadas, disminuir la pérdida de suelo al retener en tres años 1747,93t y 266.54 t respectivamente, además de disminuir pérdida de nutrientes y los índices de compactación.

Bibliografía

- Agama, M. F. (2022) Estimación de los factores que influyen en la pérdida de los suelos mediante la USLE en la microcuenca San Alberto del distrito de Oxapampa. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Ambiental. Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión. Facultad De Ingeniería. 108p. ç
- Alvarado, K., Blanco, A., Martín, J., Velásquez, Y Matos, K. (2013). Situación socio-tecnológica-productiva del cultivo del cocotero en Baracoa, Cuba. Pastos y Forrajes, Vol. 36, No. 2, abril-junio, 252-261.
- Andrade B., Onelia del C.; Rodríguez P., Oscar S. (2002). Evaluación de la eficiencia de barreras vivas como sistemas de conservación de suelos en ladera. Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado. Venezuela. *Bioagro*, vol. 14, núm. 3. pp. 123- 133 ISSN: 1316-3361.

- Baza, R.; Hernández, A.; Peña, A. (2020). Caracterización climática de la provincia Guantánamo, Material de archivo, Centro Meteorológico Provincial Guantánamo, Cuba, 26pp.
- Blanco, A., Fernández, I. y Arencibia. M. (2018). La conservación y mejoramiento de suelos para la protección y uso racional de los recursos naturales en predios campesinos de la provincia Guantánamo. Cuba. Revista Difusión Agropecuaria Internacional (República Dominicana). Edición No. 35. 8-12.
- Blanco, A., Limeres, T., Fernández, I., Arencibia y col. (2019). Mejora de los indicadores físicos y químicos de un suelo afectado por salinidad a partir de prácticas de Manejo Sostenible de Tierra. Revista Electrónica Hombre, Ciencia y Tecnología. CITMA Guantánamo, Vol. 23 No. 4. ISSN: 1028-0871.
- Cabrera-Aguilera, K. E. (2022). Eficiencia del Subsolador para la preparación de suelo, y su beneficio en los cultivos de siembra directa. Revista de La Universidad Técnica de Babahoyo, 20.
- Carranza-Patiño, M., Aragundi-Sabando, L., Macias-Barrera, K., Paredes-Sarabia, E., y Villegas-Ramírez, A. (2024). Conservación y Manejo Sostenible del Suelo en la Agricultura: Una Revisión Sistemática de Prácticas Tradicionales y Modernas. Código Científico Revista De Investigación, 5(E3), 1–28.
- Doria, Treviño, O.A. (2022). Efecto de una obra de conservación de suelo en la restauración de la costra biológica del suelo y su impacto en las funciones del ecosistema. Tesis presentada en opción al título de Doctor en Ciencias con Orientación en Manejo de Recursos Naturales. Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Forestales. México. 99p.
- Fuentes, A., Suarez, R., Salgado, M., Martínez, F., Dueñas, G., Soca, M., Gómez, L., Hernández, O y Linares. A. (2019) Metodología para medir las retenciones de suelos y nutrientes en las obras de conservación de suelos. Instituto de Suelos, Ministerio de la Agricultura. La Habana. ISBN 978-959-285-059-0. 103p.
- García, E., Gumersindo, O., Guerra, V. y Cocoltzi, F.J. (2023). Revista Mexicana de Ciencias Forestales Vol. 14 (77) Mayo – Junio. 35-57. DOI: 10.29298/rmcf.v14i78.1385
- Guerrero, O., Arturo, A., y Roberto, C. (2023). "Humus líquido a base de lombriz (*Eisenia Fetida*) con estiércol.
- Hernández, J.; Gacitúa, S.; González, M.; Silva, S.; Toro, J. y Montenegro, J. (2020). Efecto del uso de obras de conservación de agua y suelo (OCAS) en las propiedades del suelo y en la respuesta en crecimiento de plantas agroforestales en secano. Región de Coquimbo. Ciencia e Investigación Forestal INFOR, Chile. Volumen 26 (1): 7-22.
- Larios, H. (2020). Impacto de las obras de conservación de suelos y agua sobre la productividad agrícola y la calidad edáfica en Tlaxcala. Tesis presentada en opción al título de Doctor en Ciencias. Instituto de enseñanzas e investigación en ciencias agrícolas. Campus Montecillo, Posgrado en Hidrociencias, Montecillo, Texcoco, Estado de México. 95p.
- León, M., y Acevedo, Á. (2021). Gestión sostenible del suelo en los procesos de transición agroecológica. Revista Científica Ecosistemas, 30(2). <https://doi.org/10.7818/ECOS.2061>.
- Mendoza-Moreno, M. A. (2021). Efectos de la labranza convencional y labranza de conservación en la producción agrícola: Revisión de literatura. *Digital Zamorano*, 43.

- Mila, F. (2018). Evaluación de la agroproductividad de los suelos de Baracoa dedicados al cultivo del cocotero. En Congreso Internacional de Suelos. La Habana. 12p.
- Moisa, M. B., Gameda, D. O., y You, S. (2022). Efecto del cambio de uso y cobertura del suelo en la erosión del suelo y la producción de sedimentos en la subcuenca de Muger, cuenca superior del Nilo Azul, Etiopía. *Tierra*, 11(12). <https://doi.org/10.3390/land11122173>.
- Oñate, J. J., Acebes, P., y Olea, P. P. (2023). Aprender del pasado para afrontar el futuro. Desafíos ambientales de la agricultura española en el siglo XXI: una mirada desde el legado de Fernando González Bernáldez. *Revista Científica Ecosistemas*, 32(Núm. especial), 2495. <https://doi.org/10.7818/ecos.2495>
- Orphee, M. (2020). Impactos del manejo sostenible de tierra en el polígono demostrativo de la provincia de Guantánamo. Tesis presentada en opción al título de Máster en Desarrollo agrario sostenible. Universidad de Guantánamo. Cuba. 98p.
- Rivero, L., Sánchez, I., Gálvez, V., Valdés, M., Navarro, N. y Otero, L. (2006). Mapa de distribución de los suelos del Valle de Guantánamo de acuerdo a su comportamiento físico. Guantánamo, Cuba.(Escala 1:10000).
- Telo Crespo, L, F. (2017). “Barreras combinadas de piedra y Agave angustiholia L. para la retención de suelos en afloramientos rocosos” mayo – agosto. 2017 Vol. 5(2):207-225 ISSN: 1996-2452 RNPS: 2148. Disponible en <http://cfores.upr.edu.cu/index.php/cfores/article/view/255/html>
- Urquiza, Nery., Alemán, C., Flores, L., Ricardo, Maria. Paula y Aguilar Yulaidis. (2011). Manual de procedimientos para el Manejo sostenible de Tierra. Programa de asociación de País para el apoyo al Programa Nacional de Lucha contra la Desertificación y la Sequía. CIEGA, ISBN 978-959-287-027-7. 186pp.