

# 66

## DEGRADACIÓN DEL SUELO

EN SISTEMAS AGRÍCOLAS DE LA GRANJA SANTA INÉS, PROVINCIA DE EL ORO, ECUADOR

### SOIL DEGRADATION IN AGRICULTURAL SYSTEMS OF SANTA INÉS FARM, PROVINCE OF EL ORO, ECUADOR

Irán Rodríguez Delgado<sup>1</sup>

E-mail: [irodriguez@utmachala.edu.ec](mailto:irodriguez@utmachala.edu.ec)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6453-2108>

Hipólito Israel Pérez Iglesias<sup>1</sup>

E-mail: [hperez@utmachala.edu.ec](mailto:hperez@utmachala.edu.ec)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3368-8716>

Rigoberto Miguel García Batista<sup>1</sup>

E-mail: [rmgarcia@utmachala.edu.ec](mailto:rmgarcia@utmachala.edu.ec)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2403-0135>

<sup>1</sup>Universidad Técnica de Machala. Ecuador.

#### Cita sugerida (APA, séptima edición)

Rodríguez Delgado, I., Pérez Iglesias, H. I., & García Batista, R. M. (2021). Degradación del suelo en sistemas agrícolas de la granja Santa Inés, provincia de El Oro, Ecuador. *Revista Universidad y Sociedad*, 13(S2), 557-564.

#### RESUMEN

La actividad antrópica del hombre ha provocado desequilibrios ecológicos que amenazan la capacidad productiva del recurso suelo. El objetivo del trabajo es evaluar el comportamiento de la degradación de suelos sometidos a diferentes condiciones de manejo agrícola a través de la medición de algunas propiedades físicas, químicas y biológicas en sistemas de producción establecidos en la granja Santa Inés, Universidad Técnica de Machala, provincia de El Oro, Ecuador. En cinco sistemas de producción agrícola (banano, maíz, pastos, cacao y bosque) seleccionados previamente se efectuó la toma de muestras de suelo a 0-30 cm de profundidad en el perfil en puntos permanentes de muestreo, en las cuales se realizaron determinaciones analíticas en laboratorio de algunas propiedades físicas, químicas y biológicas, entre las que se encuentran la densidad real, contenidos de arcilla y arena, pH, capacidad de intercambio catiónico y materia orgánica. El manejo intensivo y continuado en sistemas de producción agrícola donde no se aplican alternativas para la conservación y mejoramiento del suelo, provoca el incremento de la densidad real y el contenido de arena; así como, la disminución del pH y del contenido de MO y los valores de CIC, lo cual conduce a la disminución de la fertilidad y capacidad productiva de áreas agrícolas, lo cual constituye un riesgo para las presentes y futuras generaciones.

**Palabras clave:** Propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, erosión y compactación, actividad antrópica.

#### ABSTRACT

The anthropic activity of man has caused ecological imbalances that threaten the productive capacity of the soil resource. The objective of the work is to evaluate the behavior of the degradation of soils subjected to different conditions of agricultural management through the measurement of some physical, chemical and biological properties in production systems established in the Santa Inés farm, Technical University of Machala, province from El Oro, Ecuador. In five previously selected agricultural production systems (banana, corn, pasture, cocoa and forest), soil samples were taken at a depth of 0-30 cm in the profile at permanent sampling points, in which analytical determinations were made. in the laboratory of some physical, chemical and biological properties, among which are the real density, clay and sand contents, pH, cation exchange capacity and organic matter. Intensive and continuous management in agricultural production systems where alternatives for the conservation and improvement of the soil are not applied, causes an increase in the real density and the sand content; as well as, the decrease in pH and OM content and CEC values, which leads to a decrease in fertility and productive capacity of agricultural areas, which constitutes a risk for present and future generations.

**Keywords:** Physical, chemical and biological properties of the soil, erosion and compaction, anthropic activity.

## INTRODUCCIÓN

El desarrollo cultural de la humanidad y la evolución de la especie humana han contribuido a la modificación de ecosistemas naturales en agroecosistemas; generándose conflictos con la conservación de bosques y recursos naturales que provocan desequilibrios ecológicos, debido al establecimiento de prácticas de manejo agrícola no sostenibles, como el uso excesivo de productos agroquímicos (Quijano-Cuervo, et al., 2021), empleo de maquinaria agrícola, quema de residuos agrícolas, monocultivo, sellado del suelo por urbanizaciones e infraestructura (García & Álvarez, 2021), así como, el uso continuado e intensivo del suelo con fines alimenticios y comerciales.

El suelo, considerado como patrimonio natural y cultural de la humanidad; es un recurso finito de vital importancia para la vida en el planeta, formado por una mezcla de materia orgánica (MO), minerales y nutrientes, que se encuentra en constante evolución y posibilita la vida de organismos vegetales, microorganismos y seres humanos (García, et al., 2012); su fertilidad, se encuentra determinada por sus propiedades físicas, químicas y biológicas; y constituye la característica principal que contribuye al crecimiento de los cultivos y animales; y principal indicador de la calidad del recurso natural.

Los sistemas agrícolas implementados por el hombre en su interés de satisfacer las necesidades alimenticias y económicas de una población en constante crecimiento; que puede alcanzar los 9000 millones de personas en 2050 (Burbano, 2016), han conllevado al deterioro progresivo de la calidad del suelo, reflejada en la degradación física (compactación y pérdida de la estructura) y la degradación química, caracterizada por la acumulación de sales solubles expresadas en la disminución del potencial productivo del suelo y la aparición de problemas ambientales (Mogollón, et al., 2014).

Los problemas actuales de la producción agrícola a nivel mundial obedecen a la degradación del suelo, pérdida de la biodiversidad y el inadecuado uso de los recursos naturales. La degradación es el cambio en la salud del suelo que provoca la disminución de su capacidad para prestar bienes y servicios, sin embargo, la pérdida del suelo se refiere a la desaparición del suelo producido por la desertificación y el sellado.

La degradación del suelo constituye un problema mundial; identificado como un proceso que reduce la capacidad actual y potencial del suelo para producir bienes y servicios, que se incrementa de forma sistemática principalmente en los sistemas de producción agrícola, debido a causas naturales y antropogénicas, siendo estas últimas las que mayor impacto provocan fundamentalmente en la compactación del suelo (González, et al., 2009); la cual es catalogada como la causa principal de la degradación física de los suelos; aunque, también se puede presentar la degradación química y biológica.

La degradación física representa al deterioro de las condiciones del suelo por agentes naturales provocadas por el manejo agrícola y que causan afectaciones en los sistemas productivos a través de la erosión antropocéntrica, hídrica y eólica (Hernández Jiménez, et al., 2017) que

deterioran la estructura del suelo generándose costras de sellado, compactación e hidromorfía.

La degradación física y biológica del suelo se produce por la pérdida de MO y se encuentra relacionada de forma directa con el uso del suelo y la cobertura. El impacto negativo en las propiedades físicas tiene consecuencias como: la pérdida de estructura, reducción de porosidad, incremento de la densidad aparente y formación de costras en algunos suelos; condiciones que no permiten el buen desarrollo de las plantas (Muñoz-Iniestra, et al., 2013). El decrecimiento de los valores de MO en el suelo genera disminución del carbono, reducción de la actividad de los microorganismos y pérdida de biodiversidad edáfica, lo que contribuye al incremento de la degradación biológica (Guerra-García, 2009). La MO influye en el índice de degradación biológica; los suelos con cobertura vegetal tienen un contenido mayor de MO a diferencia de los suelos desnudos, en los cuales el nivel de degradación es mayor.

La disminución de la MO que se presenta en los suelos explotados de forma continuada puede, en algunos casos, determinar la degradación del suelo, evento que en condiciones climáticas secas y semiáridas es especialmente relevante (Romanyá, et al., 2007).

La degradación química se genera por la concentración de sustancias tóxicas o la pérdida de bases intercambiables del suelo, que influyen en la fertilidad del suelo y provocan una rápida disminución de la productividad de los cultivos (Zavala-Cruz, et al., 2001); generándose procesos de salinización, sodificación, acidificación, desbasificación y contaminación (Guerra-García, 2009), provocados por las actividades humanas a un nivel tan alto que podrían producir la infertilidad parcial o total del suelo.

Las consecuencias de la degradación del suelo se centran en la pérdida del nitrógeno (N), fósforo (P), azufre (S), potasio (K), calcio (Ca) y magnesio (Mg) por infiltración o escorrentía, acidificación, desbasificación y bloqueo de los oligoelementos que quedan en posición no disponible; compactación del suelo que disminuye la porosidad, y ocasiona reducción del drenaje y pérdida de estabilidad, encostramiento superficial y aumento de la escorrentía, erosión selectiva (parcial, de las fracciones lábiles, como limos) o masiva (pérdida de la capa superficial del suelo, o en caso extremo de la totalidad del suelo).

Ecuador se encuentra entre los 17 países más megadiversos del planeta, con una gran riqueza en recursos naturales, los cuales han sido severamente afectados por la actividad antrópica y desequilibrios en sus ecosistemas, según la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (2010) en el período 1982-2002 una superficie de 34.686,3 km<sup>2</sup> correspondían a tierras degradadas en la Costa, Sierra y el Oriente del país. En relación a la cobertura vegetal y el deterioro de las cuencas altas, reflejado por la pérdida de páramos y bosques, debido fundamentalmente al avance de la frontera agrícola hacia pisos altitudinales en los que la actividad agropecuaria es limitada, en los años 70 la superficie agrícola del país era de 3,5 millones de ha, para el 2018 la superficie agrícola se acercaba a los 7 millones de ha (Ecuador. Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca, 2016),



Tabla 2. Interpretación de los resultados del Laboratorio para la región costa de Ecuador, para MO y pH.

MO (%)		pH	
Categoría	Valor	Categoría	Valor
Bajo	<3,1	Ácido	5,5 o menos
Medio	3,1-5,0	Ligeramente ácido	5,6-6,4
Alto	>5,0	Prácticamente neutro	6,5-7,5
		Ligeramente alcalino	7,6-8,0
		Alcalino	8,1 o más

Fuente: Ecuador. Agencia de Regulación y Control Fito y Zoonosanitario (2019).

La caracterización de las variables Dr, Arc, Are, pH, CIC y MO se realizó mediante el cálculo de las medidas de tendencia central (Media ( $\bar{x}$ ) y dispersión (Desviación típica o estándar (S), Error típico o estándar de la media ( $s_{\bar{x}}$ ), Intervalo de confianza (IC), Límite inferior (LI), Límite superior (LS), Mínimo (Mín) y máximo (Máx), a través de la construcción de tablas de estadísticos descriptivos.

El contraste de hipótesis para conocer si se presentan o no diferencias estadísticas significativas entre los sistemas productivos considerados en el estudio (banano, cacao, maíz, pastos y bosque) en relación con la Dr, Arc, Are, pH, CIC y MO se utilizó la prueba paramétrica ANOVA de un factor intergrupos, previo cumplimiento de los supuestos del modelo paramétrico, entre los que se encuentran; normalidad de los datos (verificado mediante el test de Shapiro-Wilk), homogeneidad de varianzas (comprobado con el Test de Levene) e independencia de observaciones (garantizado mediante la aleatorización de los PPM). En caso de presentarse diferencias estadísticas entre los sistemas de producción objeto de estudio se utilizó la prueba de rangos y comparaciones múltiples de Duncan, para establecer entre que sistemas de producción se encuentran similitudes o diferentes. El procesamiento estadístico de los datos se realizó con el software SPSS versión 25 de prueba para Windows, con una confiabilidad en la estimación del 95,0% ( $\alpha=0,05$ ).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 3 se presentan los estadísticos descriptivos que caracterizan el comportamiento de los datos correspondientes a la densidad real del suelo en los sistemas de producción agrícolas estudiados. El promedio general de Dr fue de 2,13 g/mL con un máximo de 2,56 g/mL y un mínimo de 1,29 g/mL. El coeficiente de variación fue bajo con un valor de 12,8%.

Tabla 3. Densidad real del suelo (g/mL) en sistemas de producción de producción de la granja Santa Inés a 0-30 cm de profundidad.

Sistemas de producción	n	$\bar{X}$	S	CV (%)	$ES_{\bar{x}}$	IC para la media (95%)		Mín	Máx
						LI	LS		
Pastos	6	1,77	0,277	15,6	0,113	1,48	2,06	1,29	2,12
Bosque	6	2,09	0,212	10,1	0,086	1,87	2,31	1,77	2,32
Maíz	6	2,39	0,126	5,3	0,051	2,26	2,52	2,20	2,51
Banano	6	2,12	0,168	7,9	0,068	1,94	2,30	1,84	2,30
Cacao	8	2,23	0,162	7,3	0,057	2,09	2,36	1,99	2,56
<b>Promedio general</b>	<b>32</b>	<b>2,13</b>	<b>0,272</b>	<b>12,8</b>	<b>0,048</b>	<b>2,03</b>	<b>2,22</b>	<b>1,29</b>	<b>2,56</b>

La Dr es considerada como una de las propiedades más estables del suelo; de efectuarse aportes de materia orgánica podría disminuir la densidad real y por consiguiente la compactación del suelo.

De acuerdo con los datos de la Tabla 4 el contenido en arcilla de las 32 muestras de suelo osciló entre 33,73% y 42,27% considerando todos los sistemas de producción.

Tabla 4. Contenido de arcilla del suelo en sistemas de producción de producción de la granja Santa Inés a 0-30 cm de profundidad.

Sistemas de producción	n	$\bar{X}$	S	CV (%)	$ES_{\bar{X}}$	IC para la media (95%)		Mín	Máx
						LI	LS		
Pastos	6	51,33	3,724	7,3	1,520	47,43	55,24	46	56
Bosque	6	38,33	3,445	9,0	1,406	34,72	41,95	32	42
Maíz	6	21,00	5,621	26,8	2,295	15,10	26,90	16	28
Banano	6	32,67	9,266	28,4	3,783	22,94	42,39	14	38
Cacao	8	44,50	6,740	15,1	2,383	38,87	50,13	36	56
<b>Total</b>	<b>32</b>	<b>38,00</b>	<b>11,838</b>	<b>31,2</b>	<b>2,093</b>	<b>33,73</b>	<b>42,27</b>	<b>14</b>	<b>56</b>

El contenido de arena en los sistemas de producción muestra valores que oscilan entre 16,10% y 25,78% (Tabla 5), lo que evidencia porcentajes altos de esta partícula.

Tabla 5. Contenido de arena del suelo en sistemas de producción de producción de la granja Santa Inés a 0-30 cm de profundidad.

Sistemas de producción	n	$\bar{X}$	S	CV (%)	$ES_{\bar{X}}$	IC para la media (95%)		Mín	Máx
						LI	LS		
Pastos	6	8,67	3,266	37,7	1,333	5,24	12,09	6	14
Bosque	6	13,67	2,338	17,1	,955	11,21	16,12	10	16
Maíz	6	43,00	10,100	23,5	4,123	32,40	53,60	32	58
Banano	6	22,33	11,690	52,4	4,773	10,06	34,60	16	46
Cacao	8	18,00	3,546	19,7	1,254	15,04	20,96	12	22
<b>Total</b>	<b>32</b>	<b>20,94</b>	<b>13,421</b>	<b>64,1</b>	<b>2,373</b>	<b>16,10</b>	<b>25,78</b>	<b>6</b>	<b>58</b>

El pH en agua presentó valores en todos los sistemas de producción estudiados entre 6,72 y 8,32 (Tabla 6). Valores semejantes fueron encontrados por Ulloa (2002), para un suelo Cambisol. Según la clasificación propuesta por la Agencia de Regulación y Control Fito y Zoonosanitario (2019), los suelos presentan una acidez entre las categorías de prácticamente neutro y ligeramente alcalino.

Tabla 6. pH del suelo en sistemas de producción de producción de la granja Santa Inés a 0-30 cm de profundidad.

Sistemas de producción	n	$\bar{X}$	S	CV (%)	$ES_{\bar{X}}$	IC para la media (95%)		Mín	Máx
						LI	LS		
Pastos	6	7,82	0,089	1,1	0,036	7,72	7,91	7,71	7,94
Bosque	6	7,68	0,550	7,2	0,224	7,09	8,25	6,72	8,23
Maíz	6	7,94	0,353	4,4	0,144	7,56	8,30	7,35	8,32
Banano	6	7,58	0,184	2,4	0,075	7,38	7,76	7,31	7,81
Cacao	8	7,39	0,235	3,2	0,083	7,19	7,58	7,02	7,69
<b>Total</b>	<b>32</b>	<b>7,66</b>	<b>0,359</b>	<b>4,7</b>	<b>0,063</b>	<b>7,53</b>	<b>7,79</b>	<b>6,72</b>	<b>8,32</b>

La capacidad de intercambio catiónico determinada a la profundidad de 0-30 cm presentó valores por debajo de 20 cmol/kg de suelo en el área dedicada al cultivo de maíz, lo que evidencia baja fertilidad del suelo; sin embargo, en el área de pastos y cacao se presentan valores máximos mayores a 30 cmol/kg de suelo, lo que demuestra una buena condición para la producción desde el punto de vista del contenido de nutrientes asimilables en el suelo (Tabla 7).

Tabla 7. CIC (cmol/kg de suelo) en sistemas de producción de producción de la granja Santa Inés a 0-30 cm de profundidad.

Sistemas de producción	n	$\bar{X}$	S	CV (%)	$ES_{\bar{X}}$	IC para la media (95%)		Mín	Máx
						LI	LS		
Pastos	6	27,75	2,342	8,4	0,956	25,29	30,21	24,02	31,23
Bosque	6	23,14	3,779	16,3	1,543	19,17	27,10	17,39	27,56
Maíz	6	11,21	3,465	30,9	1,414	7,57	14,84	8,02	16,07
Banano	6	21,33	1,557	7,3	0,635	19,70	22,96	19,54	23,48
Cacao	8	27,83	4,413	15,9	1,560	24,14	31,52	21,96	35,46
<b>Total</b>	<b>32</b>	<b>22,60</b>	<b>6,899</b>	<b>30,5</b>	<b>1,219</b>	<b>20,11</b>	<b>25,09</b>	<b>8,02</b>	<b>35,46</b>

Los valores de MO obtenidos en los sistemas de producción agrícola determinada a la profundidad de 0-30 cm presentó 1,59% en promedio. Los porcentajes de MO obtenidos en todas las muestras de suelo se encuentran entre 0,01 y 4,75%, categorizados como niveles bajos y medios según la Agencia de Regulación y Control Fito y Zoonosanitario (2019) (Tabla 8).

Tabla 8. MO del suelo en sistemas de producción de producción de la granja Santa Inés a 0-30 cm de profundidad.

Sistemas de producción	n	$\bar{X}$	S	CV (%)	$ES_{\bar{X}}$	IC para la media (95%)		Mín	Máx
						LI	LS		
Pastos	6	1,05	0,945	90,0	0,385	0,05	2,03	0,01	2,27
Bosque	6	1,82	1,294	71,1	0,528	0,46	3,18	0,70	3,78
Maíz	6	0,36	0,358	99,4	0,158	-0,05	0,76	0,01	1,04
Banano	6	1,55	0,651	42,0	0,266	0,86	2,23	0,77	2,24
Cacao	8	2,79	1,105	39,6	0,390	1,86	3,71	1,59	4,75
<b>Total</b>	<b>32</b>	<b>1,59</b>	<b>1,231</b>	<b>77,4</b>	<b>0,217</b>	<b>1,14</b>	<b>2,03</b>	<b>0,01</b>	<b>4,75</b>

En la Tabla 9 se muestran los resultados obtenidos en la Dr, contenidos de Arcilla y Arena, así como, los valores de pH, CIC y MO del suelo, en los sistemas de producción pertenecientes a la granja Santa Inés, evidenciándose que la mayor compactación del suelo se encuentra en el área de maíz ( $Dr=2,39$  g/mL), superior y diferente estadísticamente a lo obtenido en el área de bosque ( $Dr=2,09$  g/mL), y de pastos ( $Dr=1,77$  g/mL), lo que puede estar atribuido a la explotación intensiva que se realiza en el área de maíz donde se efectúan dos simbras por año de forma continuada.

En relación a los contenidos de arcilla y de arena, en el área de pastos se presentan los mayores valores de arcilla (51,3%) y los menores contenidos de arena (8,7%), diferentes estadísticamente al área de maíz, donde se obtuvo 21,0% y 43,0% arcilla y de arena respectivamente, evidenciándose una mayor capacidad de retención de cationes en el área de pastos, aunque de forma general se presentan en todos los sistemas de producción una clase textural franca, lo cual, se asemeja a lo obtenido por Ingaramo, et al. (2007), quienes en un suelo Cambisol de la Coruña, España, obtuvieron contenidos medios de arcilla de 39%.

En el área dedicada a la producción de cacao se obtuvieron los mayores de CIC (27,8 cmol/kg de suelo) y MO (2,79%) diferentes estadísticamente al área cultivada con maíz (CIC=11,2 cmol/kg de suelo y MO=0,36%), lo que puede estar condicionado a la cantidad de residuos que se incorporan al suelo en el caso del cultivo de cacao, los cuales son descompuestos por los microorganismos e incorporados al suelo, no así, en el cultivo de maíz donde anualmente el área es preparada y sembrada dos veces, lo cual, contribuye al deterioro de la capacidad productiva del suelo y a la baja fertilidad.

En todos los sistemas productivos, incluido el área de bosques, los valores de MO se encuentran, según la interpretación de la Agencia de Regulación y Control Fito y Zoonosanitario (2019), dentro de la categoría de bajo (<3,1%), lo que demuestra, que las reservas de nitrógeno se encuentran en valores mínimos.

Tabla 9. Efecto del manejo agrícola en sistemas de producción en propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo a 30 cm de profundidad en el perfil del suelo.

Sistemas de producción	Propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo a 0-30 cm de profundidad en el perfil					
	Dr (g/mL)	Arc (%)	Are (%)	pH en H <sub>2</sub> O	CIC (cmol/kg de suelo)	MO(%)
Pastos	1,77a	51,3d	8,7a	7,82b	27,8c	1,05ab
Bosque	2,09b	38,3bc	13,7ab	7,68ab	23,1b	1,82bc
Banano	2,12bc	32,7b	22,3c	7,58ab	21,3b	1,55b
Cacao	2,23bc	44,5cd	18,0bc	7,39a	27,8c	2,79c
Maíz	2,39c	21,0a	43,0d	7,94b	11,2a	0,36a
p-valor	0,000	0,000	0,000	0,032	0,000	0,001
<b>Promedio</b>	<b>2,13</b>	<b>38,0</b>	<b>20,9</b>	<b>7,66</b>	<b>22,6</b>	<b>1,59</b>

\*Medias con letras diferentes para cada propiedad del suelo (columna) indican diferencias estadísticamente significativas entre sistemas de producción para un p-valor < 0,05.

## CONCLUSIONES

La descripción del comportamiento de la densidad real, contenido de arcilla, contenido de arena, pH, CIC y MO del suelo en condiciones de cultivo y manejo diferentes; constituye un elemento clave en la clasificación de la degradación física, química y biológica del suelo.

La determinación de la densidad real, contenido de arcilla, contenido de arena, pH, CIC y MO del suelo en áreas bajo diferentes condiciones de manejo agrícola es un indicador eficaz del estado actual de la degradación en agroecosistemas de la granja Santa Inés y del impacto de la intervención antrópica en las potencialidades del recurso para las presentes y futuras generaciones.

El manejo continuado en sistemas de producción agrícola provoca el incremento de la densidad real y el contenido de arena; así como, la disminución del pH y del contenido de MO y los valores de CIC, lo cual conduce a la disminución de la fertilidad y capacidad productiva de áreas dedicadas a la producción de maíz, lo cual constituye un riesgo para las presentes y futuras generaciones.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ecuador. Agencia de Regulación y Control Fito y Zoonosanitario. (2019). Interpretación de resultados de Laboratorio para la región costa. Laboratorio de suelos y aguas. Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación No SAE-LEN-16-006. Agencia ecuatoriana de aseguramiento de la calidad del agro. AGROCALIDAD
- Burbano, H. (2016). El suelo y su relación con los servicios ecosistémicos y la seguridad alimentaria. *Revista De Ciencias Agrícolas*, 33(2), 117–124.
- Casimiro, L, Casimiro, J. A, Suárez, J, Martín, G, Rodríguez, I. (2019). Índice de aprovechamiento de fuentes renovables de energía, asociadas a tecnologías apropiadas en fincas familiares en Cuba. *Pastos y Forrajes*, 42(4), 253–261.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (2010). La hora de la igualdad. Brechas por cerrar, caminos por abrir. CEPAL. [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/13309/S2010986\\_es.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/13309/S2010986_es.pdf)
- Ecuador. Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca. (2016). MAGAP presenta su rendición de cuentas 2016. <https://www.agricultura.gob.ec/magap-presenta-su-rendicion-de-cuentas-2016/#>
- Fuente Cabrero, C., & Laguna Sánchez, P. (2020). Emprendimiento universitario en la Universidad Rey Juan Carlos en Madrid. Dykinson.
- García, M. P., & Álvarez, B. (2021). Preservación del medio natural en los Reales Sitios del entorno de Madrid. *Investigaciones Geográficas*, 76, 1–22.

- García, Y., Ramírez, W., & Sánchez, S. (2012). Indicadores de la calidad de los suelos: una nueva manera de evaluar este recurso. *Pastos y Forrajes*, 35(2), 125–137.
- González, O., Iglesias, C. E., & Herrera, M. (2009). Analysis of the factors that cause soil compaction. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 18, 57–63.
- Guerra-García, J. A. (2009). *Evaluación de la degradación de los suelos naturales de la isla de Tenerife. Secuencias edáficas evolutivas y regresivas*. (Tesis doctoral). Universidad de La Laguna.
- Ingaramo, O. E., Paz, J., Mirás, J. M., & Vidal, E. (2007). Caracterización de las propiedades generales del suelo en una parcela experimental con distintos sistemas de laboreo. *Cadernos Lab. Xeolóxico de Laxe Coruña*, 32, 127 – 137.
- Hernández Jiménez, A., Vera Macías, L., Naveda Basurto, C. A., Guzmán Cedeño, Á. M., Vivar Arrieta, M., Zambrano, T. R., Mesías Gallo, F., Ormanza, K., León Aguilar, R. V., & López Alava, G. A.. (2017). Variaciones en algunas propiedades del suelo por el cambio de uso de la tierra, partes media y baja de la microcuenca Membrillo, Manabí, Ecuador. *Cultivos Tropicales*, 38(1), 50–56.
- Mogollón, J. P., Martínez, A., & Rivas, W. (2014). Degradación química de suelos agrícolas en la península de Paraguaná, Venezuela. *Suelos Ecuatoriales*, 44(1), 22–28.
- Muñoz-Iniestra, D. J., Ferreira-Ramírez, M., Escalante-Arriaga, I. B., & López-García, J. (2013). Relationship between land cover and physical and biological degradation an alluvial soil in a semiarid region. *Terra Latinoamericana*, 31(3), 201–210.
- Quijano-Cuervo, L. G., Robledo-Ospina, L. E., & Fernando, García-Fernández, L. F; Escobar-Sarría, F. (2021). Arañas: tejiendo un eslabón crucial para el equilibrio de los agroecosistemas. *Revista Digital Universitaria*, 22(3), 40–49.
- Romanyá, J., Rovira, P., & Vallejo, V. (2007). Análisis del carbono en los suelos agrícolas de España: aspectos relevantes en relación a la reconversión a la agricultura ecológica en el ámbito mediterráneo. *Ecosistemas: Revista Científica y Técnica de Ecología y Medio Ambiente*, 16(1).
- Ulloa, M. (2002). Aplicación de la Geoestadística al estudio de la Fertilidad del Suelo. (Tesis Doctoral). Universidade da Coruña.
- Villaseñor, D., Chabla, J., & Luna, E. (2015). Caracterización física y clasificación taxonómica de algunos suelos dedicados a la actividad agrícola de la Provincia de El Oro. *Cumbres*, 1(2), 28–34.
- Zavala-Cruz, J., Palma-López, D., Fernández Cabrera, C. R., López Castañeda, A., & Shirma Tórres, E. (2001). Degradación y conservación de suelos en la cuenca del río Grijalva, Tabasco. SERNAPAM y PEMEX.