

---

## Impactos causados en suelos por pecaríes de labios blancos en cautiverio en la Reserva Ecológica “La Otra Opción” en Catemaco, México

Ángel-Antonio Enríquez-Díaz<sup>1\*</sup>, Gilberto Vela-Correa<sup>1</sup>, Carlos González-Rebeles-Islas<sup>2</sup>, Edith Carrera-Sánchez<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidad Autónoma Metropolitana - Xochimilco. Departamento El Hombre y su Ambiente. Calzada del Hueso 1,100. Colonia Villa Quietud. C. P. 04960. Alcaldía de Coyoacán, Ciudad de México.

<sup>2</sup>Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Circuito de la Investigación Científica s/n. Ciudad Universitaria. C. P. 04510. Alcaldía de Coyoacán, Ciudad de México.

<sup>3</sup>Coordinadora de la Reserva Ecológica “La Otra Opción”. Catemaco, estado de Veracruz, México.

Artículo recibido 22 de mayo de 2020 y aceptado el 16 de julio de 2020

---

*Impacts caused in soils by peccaries white lipped in the Ecological Reserve “The Other Option” in Catemaco, Mexico.*

### Abstract

In the Ecological Reserve "The Other Option", work is being done on the re-introduction of white-lipped peccary (*Tayassu pecari*), for the purposes of reproduction and conservation as an alternative to the extensive management of cattle grazing, which is frequent in areas that have been deforested to enable them as paddocks in the region. Therefore, the objective of this work was to determine the impacts caused by white-lipped peccaries for one year on the soils of the Ecological Reserve “The Other Option” in Veracruz, Mexico, for which purpose, work was carried out on the enclosures where they hold captives at a herd of 39 animals. Two pens are assigned, four quadrants of 20 x 10 meters each were drawn, and a soil sample was taken at a depth of 0 - 20 cm. Subsequently, each sample was determined: humidity, bulk and particle density, porosity, texture, pH, CEC, OM, Corg, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Na<sup>+</sup> and K<sup>+</sup>. Among the results, we have that the impacts caused by peccaries in the soil show an increase in porosity, contrary to pastures with cattle. There was also a slight increase in OM, Corg., as well as Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Na<sup>+</sup> and K<sup>+</sup>, the latter being estimated from the balanced foods that peccaries are fed with. In conclusion, the re-introduction of *Tayassu pecari* had a positive impact on soils, particularly on eight of the chemical properties, rather than on physical ones, where only porosity increased. It is considered that the re-introduction of this species can be an alternative for the recovery of ecosystems, as long as the size of the enclosures is redesigned and allows better conditions for peccaries in the higher income

*Key words:* Soils, Catemaco, deforestation, re-introduction of species, pasture. Veracruz.

### Resumen

En la Reserva Ecológica “La Otra Opción”, se trabaja en la re-introducción de pecarí labios blancos (*Tayassu pecari*), con fines de reproducción y conservación, como una alternativa, al manejo extensivo del pastoreo de ganado vacuno el cual es frecuente en las áreas que se han deforestado para habilitarlas como potreros en la región. Por lo anterior el objetivo de este trabajo fue determinar los impactos causados durante un año por los pecaríes de labios blancos en los suelos de la Reserva Ecológica La Otra Opción en Veracruz, México, para lo cual, se trabajó en los encierros donde tienen cautivos a una piara de 39 animales. Se tienen destinados dos

---

\*Autor de correspondencia

Email: quimotitlani@gmail.com

ISSN 2594-0384 (Electrónica)

DOI: <https://doi.org.1033154/rln.2020.02.03>

corrales, se trazaron cuatro cuadrantes de 20 x 10 m cada uno, y se tomaron muestras de suelo a una profundidad de 0 - 20 cm. Posteriormente, a cada muestra se le determinó: la humedad, densidad aparente y real, porosidad, textura, pH, CIC, MO, Corg, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Na<sup>+</sup> y K<sup>+</sup>. Entre los resultados, se tiene que los impactos causados por los pecaríes en los suelos, muestran un incremento en la porosidad, contrario a los potreros con ganado vacuno. También hubo un ligero aumento en MO, Corg., así como de Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Na<sup>+</sup> y K<sup>+</sup>, estos últimos se estima provenientes de los alimentos balanceados con que son alimentados los pecaríes. En conclusión, la re-introducción de *Tayassu pecari* tuvo un impacto positivo en los suelos, particularmente en ocho de las propiedades químicas, más que en las físicas, donde solo la porosidad se incrementó. Se considera que la re-introducción de esta especie, puede ser una alternativa para la recuperación de los ecosistemas, siempre y cuando se rediseñe el tamaño de los encierros y permita tener mejores condiciones a los pecaríes.

**Palabras claves:** Suelos, Sierra de Santa Marta, re-introducción de especies, potreros, Veracruz.

## Introducción

En México, las regiones húmedas y subhúmedas se han convertido en las áreas preferidas para la extensión de la ganadería en los últimos 35 años, lo que ha provocado la deforestación de grandes superficies de selvas y bosques. En la sierra de los Tuxtlas en el estado de Veracruz, se estima que la deforestación es de 4% anual en su territorio, quedando aproximadamente el 14% de la superficie original cubierta por selva, mientras que, en la sierra de Santa Marta, también en el mismo estado, es apenas una tercera parte de lo que existía hace más de veinte años. Se considera, que este proceso de deforestación es ocasionado por la práctica de la ganadería, sobre todo donde los animales pastorean libremente, desconociendo el impacto que estos pueden tener sobre la flora, fauna nativa y degradación de los suelos (Domínguez-Machín y Silva-López, 2005).

A su vez Snuder *et al.* (1991); Bustamante y Grez (1995), señalan que este tipo de prácticas pueden ocasionar la extinción local o regional de especies, genera la pérdida de los recursos genéticos, aumento en la ocurrencia de plagas, disminución en la polinización de cultivos, alteración de los procesos de formación y mantenimiento de suelos, disminuye la recarga de los mantos acuíferos y se alteran los ciclos biogeoquímicos, entre otros procesos de deterioro ambiental.

Diversos estudios señalan que la diversidad biológica se reduce día tras día, y diversos programas de conservación pretenden regresar animales a su hábitat natural, bajo circunstancias que permitan la evolución por selección natural. Sin embargo, son escasos los éxitos en la reinserción de

especies en su hábitat natural (Serio-Silva *et al.*, 2002). Lamentablemente cada año disminuyen muchas especies, algunas inscritas en la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), como amenazadas o en peligro de extinción como es el caso del pecarí de labios blancos (*Tayassu pecari*), de tal suerte que muchas son re-introducidas para manejos intensivos como el caso de los Centros de Investigación de la Vida Silvestre (CIVS), o bien en las Unidades de Manejo Ambiental (UMA).

Un ejemplo se presenta en la Reserva Ecológica “La Otra Opción” donde en las últimas décadas en la zona de Catemaco, en el estado de Veracruz se ha trabajado con la reproducción y posible reintroducción de pecarí de labios blancos, que son animales de cuerpo robusto y compacto, cabeza grande y extremidades cortas. Su color general es negro, a veces con tonos de café, y los carrillos blancos. Estos animales adultos pesan entre 25 a 42 kg y se distribuyen en los estados de Veracruz, Oaxaca, Chiapas, Campeche y Quintana Roo en México (Aranda-Sánchez, 2012).

Sin embargo, no solo existe el riesgo de la pérdida de flora y fauna nativa sino que también hay un creciente deterioro en la calidad de los suelos, ya que al ser estos deforestados y utilizados como potreros para la cría de ganado vacuno para engorda, su fertilidad ha disminuido, incrementado su susceptibilidad a erosionarse, debido a que la mayoría de los potreros se encuentran en laderas que al eliminar su vegetación natural y quedar descubiertos sus suelos, se incrementan estos procesos.

En la región de los Tuxtlas, los suelos son de origen volcánico y es posible encontrar una gran variedad

de ellos, debido a las elevaciones, orientación, edad de los materiales, así como de las distintas geoformas y condiciones de clima. Entre los suelos más característicos de la región se encuentran los luvisoles y acrisoles (Campos, 2004), que se caracterizan por ser ácidos, con poco contenido de materia orgánica cuando se deforestan, por lo que son de baja productividad, a no ser que se aporte material orgánico o fertilizantes, pero que además presentan el problema de inmovilizar el fósforo, que es un elemento indispensable para la fijación del nitrógeno al suelo (Fink *et al.*, 2016).

A pesar de la preocupación creciente sobre la degradación del suelo, la disminución en su calidad y su impacto en el bienestar de la humanidad y el ambiente, no hay criterios universales para evaluar los cambios en su calidad (Arshad y Coen, 1992). Por lo que es preciso contar con variables que puedan servir para evaluar la condición del suelo. Estas variables se conocen como indicadores, pues representan una condición y conllevan información acerca de los cambios o tendencias de esa condición (Dumanski *et al.*, 1988). Los indicadores son instrumentos de análisis que permiten simplificar, cuantificar y comunicar fenómenos complejos, y ellos pueden ser algunas propiedades físicas, químicas y biológicas, o procesos que ocurren en él (SQI, 1996). Entre algunas condiciones que deben tener los indicadores se encuentran las siguientes: Describir procesos del ecosistema; integrar propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo; reflejar los atributos de sostenibilidad que se quieren medir; ser sensitivos a variaciones de climáticas y de manejo; ser accesibles a muchos usuarios y aplicables a condiciones de campo; ser reproducibles; ser fáciles de entender; y cuando sea posible integrarlos a una base de datos (Doran y Parkin, 1994).

Considerando lo anterior, en la región de los Tuxtlas, la pérdida de especies nativas y las especies introducidas, han causado cambios en las condiciones de los suelos, como es mayor compactación y resistencia a la penetración, una disminución de la capacidad de infiltración de agua, pérdida de materia orgánica, y una mayor acidez (Domínguez-Machín y Silva-López, 2005; Sadeghian *et al.*, 2000; Fragoso y Rojas, 2010). Por lo que al considerar la posible re-introducción de pecaríes de labios blancos en áreas que anteriormente eran utilizadas como potreros y estaban sujetas a prácticas intensas de pastoreo,

provocadas por la densidad de animales, y encontrarse la mayoría de la veces en laderas con fuertes pendientes, hace necesario determinar el impacto que los pecaríes puedan ocasionar en algunas propiedades de los suelos en la Reserva Ecológica La Otra Opción, ya que al reintroducir esta especie, se espera que también se mejoren las condiciones del recurso suelo y este a su vez repercuta en el restablecimiento de las condiciones naturales de la vegetación natural del lugar.

## Materiales y Métodos

### *El sitio en estudio*

La Reserva Ecológica La Otra Opción, se encuentra en la Sierra de Santa Marta, específicamente en la comunidad de Miguel Hidalgo en el estado de Veracruz, México. Geográficamente se encuentra en los 18°22'50.51''N, 94°56'5.33''W y 18°22'7.60''N, 94°55'14.36''W (Figura 1), cuenta con una superficie de 136 ha que están en un rango altitudinal de 847 a 1,100 msnm (Carrera-Sánchez *et al.*, 2015). Limita con la zona núcleo II de la Sierra de Santa Marta en la Reserva de la Biosfera Los Tuxtlas, que está conformada por una serie de conos volcánicos, lo que contribuye a que su relieve sea escarpado (Jiménez-Trejo y Vásquez-Vargas, 2008).

La vegetación dominante corresponde a un bosque mesófilo de montaña, con especies como Palo de perdiz (*Bernoullia flammea*), Ramón (*Brosimum alicastrum*), Pochote (*Ceiba pentandra*), Burra (*Dussia mexicana*), Higuera (*Ficus insipida*), Guabito (*Lonchocarpus sericeus*), Mastate (*Poulsenia armata*), Sangre de drago (*Pterocarpus rohrii*) y Amargoso (*Vatairea lundellii*), entre otras (Jiménez-Trejo y Vásquez-Vargas, 2008; CONABIO, 2011). El clima en la Reserva de los Tuxtlas según la clasificación climática de Köppen es tropical húmedo (tipo A), en los sitios con elevaciones bajas y medias, y húmedo con inviernos suaves (tipo C), en elevaciones altas donde se presenta una precipitación anual que supera los 4 000 mm, siendo el mes más seco mayo y presentándose las precipitaciones desde julio a noviembre (Carrera-Sánchez *et al.*, 2015), mientras que la temperatura es de 21.8° C durante enero que se considera el mes más frío y a lo largo del año en promedio es de 28.8 °C (Gutiérrez-García, 2011).



Figura 1. Ubicación de la Reserva Ecológica “La Otra Opción”.

*Trabajo de gabinete, en campo y laboratorio*

Se llevó a cabo una recopilación bibliográfica de los trabajos elaborados por SOWLS (1997), DONKIN (1985) y REYNA *et al.* (2010), utilizándolos como referencia para el estudio del *Tayassu pecari* mientras que para estudio de suelos se trabajó con base en SEMARNAT, (2002).

Los encierros de los pecaríes de labios blancos (*Tayassu pecari*), se encuentran en el predio conocido como el Bastonal, que tiene una superficie de 2 hectáreas; dividido en dos secciones: El corral A que tiene una superficie de 9 000 m<sup>2</sup> y el corral B de 11000 m<sup>2</sup> (Figura 2). Ambos corrales cuentan con un espacio de 100 m<sup>2</sup> donde se realiza el manejo de la especie y se les proporciona alimento,

además de ser utilizado para su exhibición al turismo (Figura 3). Los encierros, se encuentran a una altitud de 1 018 msnm y los atraviesa un arroyo, además de encontrarse en laderas con pendientes que van de 7 a 24° de inclinación.

Los encierros están delimitados con malla ciclónica borreguera de 2.40 m de altura, el cobertizo principal está construido con lamina acanalada galvanizada sobre una estructura de herrería, con pisos de mampostería, para protección de las pezuñas de los animales; es un punto importante en el confinamiento intensivo de los animales que debe tener en cuenta que esta especie en particular recorre en vida libre más de 8 kilómetros al día. Dentro del encierro hay regeneración natural de

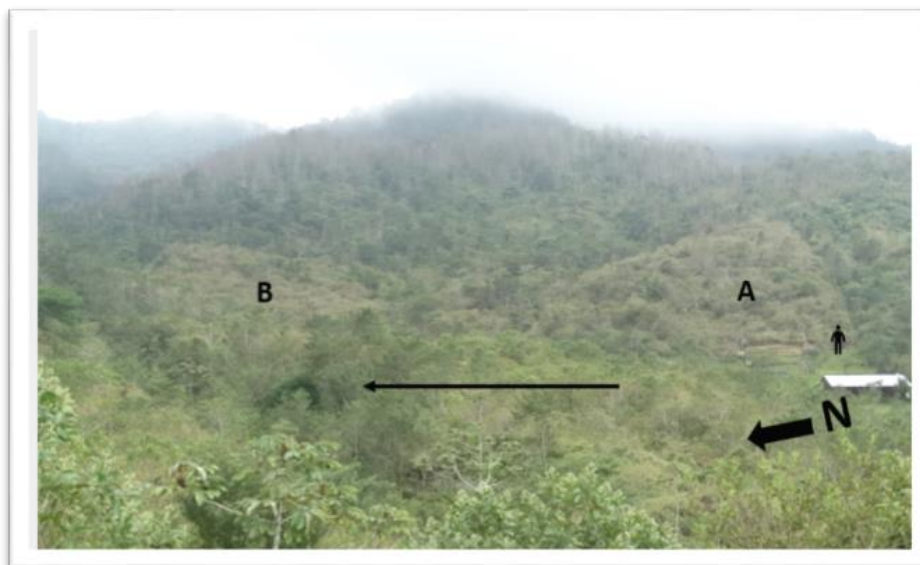


Figura 2. Panorámica de los corrales.



Figura 3. Área de manejo y comederos

vegetación arbórea como *Dalbergia glomerata*, *Liquidambar styraciflua*, *Meliosa alba*, *Manikara zapota*, etc, arbustos como *Solanum* sp., *Trichilia moscata* y herbáceas como *Crotalaria spectabilis*, etc. El corral cuenta con 39 animales, tiene zonas donde se acumula agua por el caudal

que atraviesa el terreno y la vegetación, aunque no es homogénea en todo el lugar, tiene zonas de sombra, donde les gusta exhibirse y no sentirse amenazados, así como de algunos árboles con frutos y cortezas que están dentro de su dieta.

El muestreo de suelos, se realizó considerando un



mapa base de los corrales sobre el que se trazaron ocho círculos con un diámetro de 25 m para cada círculo, cuatro en el corral A (sin animales), y cuatro en el corral B (con animales) (Figura 4). En cada círculo se tomó una muestra de suelo con una profundidad de 0 - 20 cm y de 1.5 kg de peso, estas se guardaron en bolsas de polietileno, etiquetadas y selladas para su procesamiento en el laboratorio.

Entre las determinaciones que se realizaron fueron: humedad por el método gravimétrico (USDA, 2004), color en húmedo y seco por comparación en la tabla de Munsell (1994), densidad aparente ( $D_a$ ), mediante el método de la probeta, densidad real ( $D_r$ ), mediante el método del picnómetro, y textura por el método de Bouyoucos (SEMARNAT, 2002). Se determinó la capacidad de intercambio catiónico (CIC); pH relación 1:2.5 en  $H_2O$  por medio del potenciómetro con electrodo de vidrio; materia orgánica (MO), y carbono orgánico mediante los métodos del manual de laboratorio elaborado por el USDA (2004); el nitrógeno total se estimó de

acuerdo con Rodríguez y Rodríguez (2002); y los iones intercambiables de  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Na^+$  y  $K^+$  por Jackson (1999).

### Resultados y discusión

Los suelos estudiados se analizaron durante dos períodos de tiempo, el primero durante la época de lluvias *con pecaríes* y el segundo durante la temporada de estiaje *sin pecaríes*, obteniendo los siguientes resultados:

#### Propiedades físicas de los suelos

La humedad en promedio en el suelo del corral durante el año que estuvo sin animales fue cercana al 60% mientras que con animales ésta disminuyó un 10%; la densidad aparente mantuvo en promedio  $1.1 \text{ g cm}^{-3}$ , lo que a su vez se refleja en un aumento de casi un 3% en la porosidad total del suelo cuando no están los pecaríes en el corral. En cuanto a la fracción mineral, hubo un incremento de arenas en

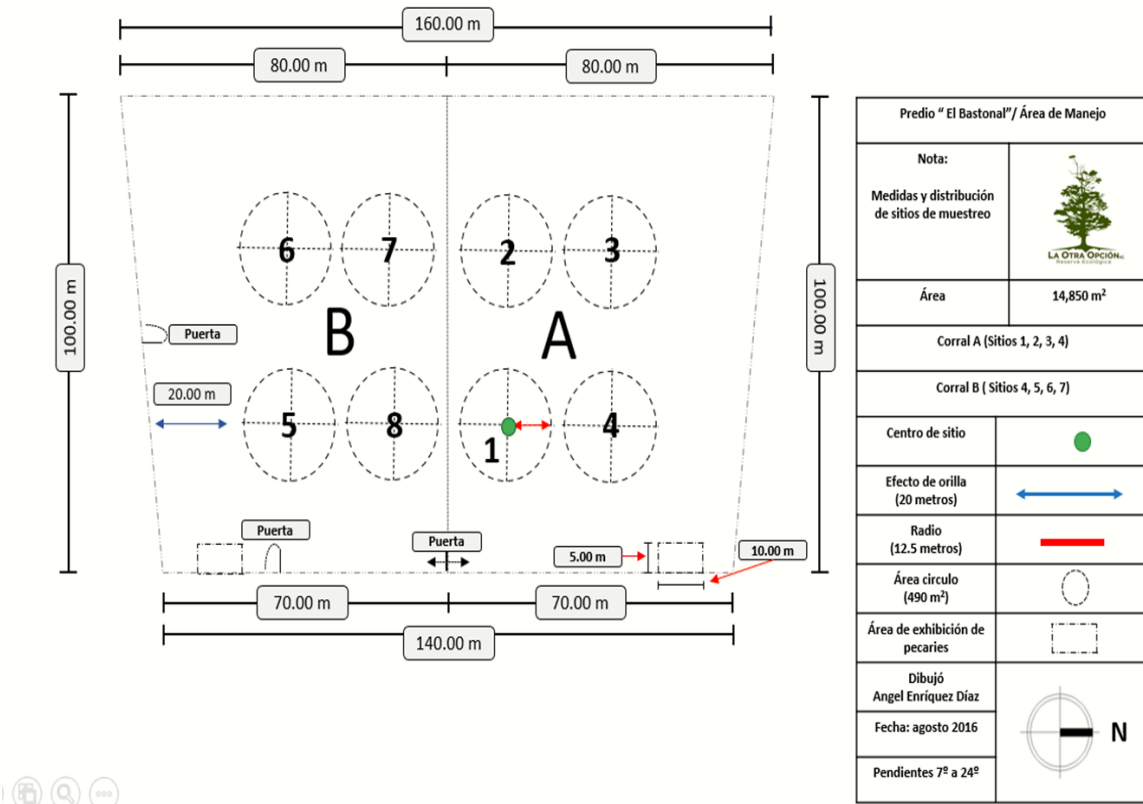


Figura 4. Croquis de los encierros de pecaríes.

un 6%, mientras que los limos disminuyeron un 2% y las arcillas en casi 5%. Estas últimas corresponden a las fracciones < 2 mm de diámetro, por lo que pueden desplazarse con mayor facilidad, considerando que en la zona se presenta una precipitación mayor a 1 000 mm anuales y sus laderas tienen pendientes de 30 a 60°, además de que la cobertura vegetal no es mayor al 60% (Tabla 1).

La humedad de los suelos en el corral B con presencia de pecaríes fue de 9.93% contrario a lo que sucede en el corral A cuando está vacío, ya que en promedio es del 26.6%. Se estima que el tránsito de los animales sobre el suelo compacta los primeros 20 cm, ocasionando una disminución en el contenido de humedad y la porosidad.

#### Propiedades químicas de los suelos

Los suelos en la reserva ecológica son fuertemente ácidos, aunque su pH disminuyó ligeramente en el corral con la presencia de los pecaríes, posiblemente por el incremento de materia orgánica (0.7%), y carbono orgánico total (0.4%), debido a las excretas de los animales (Vázquez-Alarcón, 1997; García-Cruz et al., 2008). Esto es ligeramente superior a lo reportado por Trejo-Escareño et al. (2013), donde señalan que se presentó un incremento en materia orgánica de 2.5% en suelos, después de aplicar 40 Mg·ha<sup>-1</sup> de estiércol de bovino durante cinco años, equivalente a un aporte anual de 0.5%. La piara en la Otra Opción, está compuesta por 39 pecaríes, y se

estima que en promedio aumentó un 0.2% de componentes orgánicos, que a su vez repercutió en un incremento del 0.04% de nitrógeno total (Nt).

Por otra parte, los suelos debido a las condiciones climáticas de la región, como las intensas precipitaciones, hacen que estén sujetos a un continuo lavado de bases, lo que, aunado a su origen volcánico, han favorecido un proceso de acidez potencial, y una baja capacidad de intercambio catiónico. Cuando la piara no está en los corrales, la CIC fue de 12.61 cmol (+)·kg<sup>-1</sup>, pero ésta llega a ser muy baja 8.98 cmol (+)·kg<sup>-1</sup>, cuando en los corrales están los pecaríes. Esta disminución en la CIC es posible, ya que los encierros al encontrarse en laderas con fuertes pendientes y los suelos al carecer de una cobertura vegetal adecuada, y estar sujetos al ramoneo y constante remoción por parte de la piara de pecaríes, provocan que sea mayor el arrastre de materiales edáficos por escurrimiento superficial y disminuya su fertilidad (Tabla 2).

Sin embargo, durante el proceso de rotación de la piara de pecaríes en los corrales, los iones de Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Na<sup>+</sup> y K<sup>+</sup> se incrementan, siendo dominantes el Ca<sup>2+</sup> y Mg<sup>2+</sup> lo que se atribuye en parte a que los alimentos que se les proporcionan en su dieta, son ricos en éstos minerales (Tabla 2). Lo mismo sucede con los iones de Na<sup>+</sup> y K<sup>+</sup> que retornan a los suelos en las excretas sólidas y líquidas. Se debe considerar que la reintroducción de esta especie es importante para el mantenimiento de la fertilidad del suelo, en particular en sistemas estabulados

**Tabla 1. Propiedades físicas de los suelos.**

Muestra	Densidad		Porosidad	Humedad	Fracción mineral			Textura
	aparente	real			arenas	limos	arcillas	
	(g cm <sup>-3</sup> )		----- % -----					
Corral A (sin pecaríes)								
1	0.9	2.2	60.96	60.00	45.76	38.72	15.52	C
2	1.1	2.0	57.34	45.00	59.48	24.00	16.52	Ca
3	1.0	1.8	59.01	44.44	63.48	23.00	13.52	Ca
4	1.4	2.0	59.58	30.00	48.20	30.28	21.52	C
Corral B (con pecaríes)								
5	0.9	2.2	60.00	45.80	62.66	25.65	11.69	Ca
6	1.2	2.1	42.86	57.58	60.30	27.00	12.70	Ca
7	1.0	1.8	44.44	49.65	64.48	27.00	8.52	Ca
8	1.5	2.2	31.82	42.25	57.48	31.16	11.36	Ca

Textura: C = Franca; Ca = Franco-arenosa

(Sadeghian *et al.*, 2000). Baldizán *et al.* (2006), menciona que el pisoteo y la deposición de excretas, son los primeros efectos del animal sobre los suelos. Sus excrementos presentan el mismo patrón que los del jabalí, sólo que los paquetes son más pequeños e irregulares por lo que se compactan menos y se disgregan fácilmente (Canevari y Fernández, 2003), por lo que la acidez de los suelos puede aumentar por la continua incorporación de excretas. Sin embargo, la disminución del pH se registra en la época de estiaje

y sin presencia de pecaríes, debido al aumento de la materia orgánica, por un lado, además se debe considerar que los pecaríes son excelentes aradores del suelo, que no permite que la materia orgánica se integre rápido (Tabla 2).

#### Impacto en los suelos

Se determinó el impacto positivo (+) y/o negativo (-), que pueda tener en una propiedad del suelo, la presencia o ausencia de los pecaríes en los corrales de la Reserva Ecológica La Otra Opción (Tabla 3).

**Tabla 2. Propiedades químicas de los suelos.**

Muestra	pH	MO	Nt	Corg	CIC	Iones intercambiables			
						Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>
		-----%-----			(cmol (+) kg <sup>-1</sup> )	-----meq 100 g <sup>-1</sup> -----			
Corral A (sin pecaríes)									
1	5.3	11.40	0.57	6.60	12.60	6.20	2.00	0.50	0.50
2	5.9	8.90	0.45	5.20	11.92	6.50	1.20	1.30	0.40
3	4.9	10.60	0.53	6.20	11.50	2.70	5.40	1.50	0.30
4	4.9	11.30	0.57	6.50	14.40	7.50	1.23	0.40	0.10
Corral B (con pecaríes)									
5	4.9	9.30	0.47	5.40	7.20	11.25	4.80	1.40	0.60
6	4.8	12.10	0.61	7.00	9.40	9.25	5.30	1.60	0.70
7	5.0	15.80	0.79	9.20	12.10	16.50	3.50	1.50	0.60
8	5.0	7.80	0.39	4.50	7.20	9.20	11.50	1.10	0.50

MO = Materia orgánica; Nt = Nitrógeno total; Corg = Carbono orgánico total; CIC = Capacidad de Intercambio Catiónico

**Tabla 3. Impacto en los suelos.**

No	Propiedad	Corral		Diferencia	Impacto
		A (sin pecaríes)	B (con pecaríes)		
1	Densidad aparente (g cm <sup>-3</sup> )	1.10	1.15	-0.05	-
2	Densidad real (g cm <sup>-3</sup> )	2.00	2.08	-0.08	-
3	Porosidad (%)	59.22	44.78	14.44	-
4	Arenas (%)	54.98	61.23	-6.25	-
5	Limos (%)	29.00	26.91	2.09	-
6	Arcillas (%)	16.77	11.07	5.70	+
7	Humedad (%)	44.86	48.82	-3.96	-
8	pH	5.00	4.93	0.07	-
9	Materia orgánica (%)	10.55	11.25	- 0.70	+
10	Nitrogeno total (%)	0.53	0.57	- 0.04	+
11	Carbono organico (%)	6.13	6.53	- 0.40	+
12	CIC (cmol (+) kg <sup>-1</sup> )	12.61	8.98	3.63	-
13	Ca <sup>2+</sup> (meq 100 g <sup>-1</sup> )	5.73	11.55	- 5.82	+
14	Mg <sup>2+</sup> (meq 100 g <sup>-1</sup> )	2.46	6.28	- 3.82	-
15	Na <sup>+</sup> (meq 100 g <sup>-1</sup> )	0.93	1.40	- 0.47	+
16	K <sup>+</sup> (meq 100 g <sup>-1</sup> )	0.33	0.60	- 0.27	+



Esto se realizó tomando en cuenta que si se presentaba un incremento o en su caso disminuía el valor de algunos de los parámetros analizados en laboratorio, tomando como base el trabajo de Lanfranco y Marlats (1993), donde determinan algunos índices edáficos cuantitativos para definir la calidad de sitio forestal. Es importante indicar que en este caso no se asignó puntaje al impacto, solo se consideró como positivo si mejoraba o negativo si perjudicaba, algunas propiedades de los suelos. Bajo este tenor, se tiene que, durante la presencia de los pecaríes, se incrementó la porosidad, y la humedad en los suelos, contrario a lo que se ha documentado en potreros con ganado vacuno, donde por su pisoteo, hay una disminución de éstas, afectando los procesos de infiltración de agua y de intercambio gaseoso (Amezquita y Pinzón, 1991). También aumentó el contenido de materia orgánica, carbono orgánico,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$  y  $\text{K}^+$ , que se estima se encuentran en las excretas de los pecaríes, ya que provienen de los alimentos balanceados que se les proporcionan durante su dieta en los encierros (Tabla 3).

Los pecaríes, tuvieron un impacto positivo en las propiedades químicas de los suelos, aunque, se incrementó ligeramente la acidez del suelo y disminuyó la capacidad de intercambio catiónico (CIC), situación interesante, ya que se reportó un incremento en la fracción mineral gruesa y una pérdida de la fracción fina, que químicamente estas últimas son las más activas del suelo. Esto se considera sucede porque los pecaríes remueven gran parte de la capa superficial del suelo, buscando semillas y frutos que, aunado a las pendientes de las laderas, favorecen su arrastre por el agua de lluvia, lo que afecta la fertilidad natural de los suelos de los encierros. Independientemente que la piara y que el tamaño de los encierros es pequeño, la cobertura vegetal en estos es escasa o casi nula, ya que son animales que requieren de grandes extensiones para vivir (Hernández-Pérez et al., 2016), estando sujetos los suelos a un pisoteo constante a pesar de que son animales con un peso promedio de 25 – 30 kg.

Albergar una población de 39 o más animales en encierros de estas dimensiones, puede no ser adecuado ya que los resultados indican que afectan negativamente las propiedades físicas de los suelos, además de que se pueden acelerar los procesos erosivos, la pérdida de materia orgánica, una disminución en la infiltración de agua y el intercambio gaseoso ya que se incrementa la

compactación del suelo, por el constante paso de los animales. Esta situación hace necesario considerar que el tamaño de la piara debe ser menor o en su caso ampliar el tamaño de los encierros, ya que se sigue el esquema de potreros para ganado vacuno y no uno adaptado para este tipo de animales; por lo que el tiempo de resiliencia del encierro, es el tiempo en el cual los animales son transferidos de vuelta al mismo.

También se debe considerar que un mayor número de encierros, permitiría una rotación más prolongada en los corrales de los animales y ayudaría a llevar un mejor control. Es importante señalar que, en Guatemala, el pecarí de labios blancos ha mostrado cierta resiliencia, para adaptarse a las condiciones alternativas a las idóneas (Berry et al., 2008; Granados et al., 2016), en áreas de bosque secundario y perturbado por humanos, por lo que es importante considerar estas áreas como posibles zonas de conectividad y posibles áreas de reintroducción de la especie (Moreira-Ramírez et al., 2016). Considerando lo anterior, se podría realizar un segundo estudio en las propiedades físicas, químicas y biológicas de suelos con la finalidad de darle un seguimiento a los resultados obtenidos y poder compararlos para mejorar la calidad del suelo y el estado de las poblaciones de pecaríes labios blancos en la Reserva Ecológica de La Otra Opción (Tabla 3).

## Conclusiones

La reintroducción de pecaríes de labios blancos *Tayassu pecari*, tuvo un impacto positivo en siete de las propiedades de los suelos, particularmente en las químicas como fue un incremento de la materia orgánica, nitrógeno y carbono orgánico total, así como en calcio, sodio y potasio.

La reintroducción de los pecaríes de labios blancos al cabo de un año de evaluación en los corrales, se consideró que en general el impacto negativo lo tienen en las propiedades físicas ya que disminuye la porosidad y también se presentó una menor cantidad de arenas y limos que se pierden al no existir sotobosque en los corrales donde se encuentran los pecaríes.

Las dimensiones de los corrales no son las adecuadas para el tamaño de la piara conformada por 39 animales, ya que estos pueden impactar negativamente en las características físicas de los suelos, por lo que la rotación de los animales

ayudaría a llevar un mejor control, que repercutiría en la calidad del suelo y en las poblaciones de pecaríes de labios blancos en La Otra Opción.

### Agradecimientos

A la UAM-Xochimilco por la beca otorgada al primer autor, para la realización de sus estudios en la Maestría en Ecología Aplicada, así como a Kurt Knopfmacher Dugelby y Arturo Miguel Knopfmacher Basáñez por las facilidades otorgadas para realizar los trabajos en la Reserva Ecológica “La Otra Opción”, al igual que a Oscar Cano Flores y Georgina Alvarado Arconada, por su ayuda durante las actividades en campo y laboratorio.

### Referencias

- Amezquita, E., Pinzón, A. 1991. Compactación de suelos por pisoteo de animales en pastoreo en el piedemonte amazónico de Colombia. *Pasturas Tropicales* 13(2): 21-26
- Aranda-Sánchez, M. 2012. Manual para el rastreo de mamíferos silvestres de México. Ed. Conabio. México. pp: 170-171.
- Arshad, M. A., Coen, G. M. 1992. Caracterización de la calidad del suelo: criterios físicos y químicos. *American Journal of Alternative Agriculture* 7: 25-31. <https://doi.org/10.1017/S088918930000441>
- Baldizán, A., Domínguez, C., García, D., Chacón, E., Aguilar, L. 2006. Metabolitos secundarios y patrón de selección de dieta en el bosque deciduo tropical de los llanos. *Centrales Venezolanas Zootecnia Trop.* 24(3): 213-232.
- Berry, N. J., Phillips, O. L., Ong, R. C., Hamer, K. C. 2008. Impacts of selective logging on tree diversity across a rainforest landscape: the importance of spatial scale. *Landscape Ecology* 23: 915-929.
- Bustamante, R., Grez, A. 1995. Consecuencias ecológicas de la fragmentación de los bosques nativos. *Revista Ciencia y Ambiente* 11(2): 58-63.
- Campos, A. 2004. Effect of subsistence farming systems on soil surface CO<sub>2</sub>-C flux on Cofre de Perote volcano slopes, Veracruz, Mexico. *Forest Ecology and Management* 199: 273-282.
- Canevari, M., Fernandez, B. C. 2003. 100 Mamíferos argentinos. Ed. Albatros. Buenos Aires Argentina.
- Carrera-Sánchez, E., Gómez-Marín, F. J., Knopfmacher Dugelby, K., Knopfmacher Basáñez, A. M. 2015. Reproducción de pecarí de labios blancos (*Tayassu pecari*) en la reserva ecológica La Otra Opción, Catemaco, Veracruz, México. *Newsletter of the IUCN/SSC Wild Pig, Peccary and Hippo Specialist Groups*. 13: 24-28.
- CONABIO. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. (2011). La biodiversidad en Veracruz: Estudio de Estado. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Veracruz, Universidad Veracruzana, Instituto de Ecología, A. C. México.
- Domínguez-Machín, M. E., Silva-López, G. 2005. ¿Estudiar ecología con vacas y toros? ¡Por supuesto! *Revista Ciencia y el Hombre*. septiembre-diciembre Vol. XVIII No. 3.
- Donkin, R. A. 1985. The Peccary- With Observations on the Introduction of Pigs to the New World. *Transactions of the American Philosophical Society*, Vol. 75, part 5.
- Doran, J. W., Parkin, B. T. 1994. Defining soil quality for a sustentable environment. *Soil Science Society of America. Special Publication*, No. 35, Madison Wisconsin
- Dumanski, J., Gameda, S., Pieri, C. 1998. Indicators of land Quality and sustainable Land Management. The World Bank, Washington, D. C.
- Fink, J. R., Indi, A. V., Bavaresco, J., Barrón, Vidal, Torrent, J., Bayer, C. 2016. Adsorption and desorption of phosphorus in subtropical soils as affected by management system and mineralogy. *Soil & Tillage research* 155: 62-68. ISSN: 0167-1987.
- Fragoso, C., Rojas, P. 2010. La biodiversidad escondida. La vida microcósmica en el suelo. pp: 90-134. En: *La biodiversidad de México. Inventarios, manejos, usos, informática, conservación e importancia cultural*. Coord. Víctor Toledo. FCE, Conaculta. 356p.
- García-Cruz, A., Flores-Román, D., García-Calderón, N. E., Ferrera-Cerrato, R. 2008. Efecto de enmiendas orgánicas, higuera y micorriza sobre las características de un tepetate: *Terra Latinoamericana* 26: 309-315.
- Granados, A., Crowther, K., Brodie, J. F., Bernard, H. 2016. Persistence of mammals in a selectively logged forest in Malaysian Borneo. *Mammalian Biology*, 81(3):268- 273. doi:10.1016/j.mambio.2016.02.011.
- Gutiérrez-García, G. 2011. Climate and climate change in the region of Los Tuxtlas (Veracruz, Mexico): A statistical analysis. *Atmósfera* 24(4): 347-373.
- Hernández-Pérez, E., Moreira-Ramírez, F. F., Reyna-Hurtado, R. 2016. El pecarí de labios blancos, símbolo de una vida social dentro de los bosques tropicales. *Conabio. Biodiversitas*. 125:13-16.
- Jackson, M. L. 1999. *Análisis Químico de Suelos*. Omega. Barcelona, España. 662 p. ISBN10:8428202613.
- Jiménez-Trejo, L. A., Vásquez-Vargas, S. L. 2008. Reserva de la Biosfera “Los Tuxtlas”, patrimonio ecológico amenazado. *Revista Académica de Economía*. <http://www.eumed.net/coursecon/ecolat/mx/2008/jtvv/>. (Consultado 23/04/2020).
- Lafranco, J., Marlats, R. 1993. Definición de la calidad de sitio forestal. Índices edáficos a nivel de semidetalle. pp: 437-439. In: *Actas XIV Congreso de la Asociación Argentina de la Ciencia del Suelo*, 25 al 29 de octubre. Mendoza Argentina
- Moreira-Ramírez, J. F., Reyna-Hurtado, R., Hidalgo, M., Naranjo, E., Ribeiro, M., García, R., Mérida, M., Ponce-Santizo G. 2016. Importance of waterholes for white-lipped peccary (*Tayassu pecari*) in the Selva Maya, Guatemala. *Therya* 7:51-64.
- Munsell (1994). *Soil Color Charts*. Ed. Munsell Color Company Inc., New Winsor, N.Y., U.S.A.
- Reyna, H. R., E. Naranjo, Chapman, C. A., Tanner, G.A. 2010. Hunting and the conservation of a social ungulate: the white lipped peccary *Tayassu pecari* in the Calakmul, México. *Oryx* 44:88-96
- Rodríguez, F. H., Rodríguez, A. J. 2002. Métodos de análisis de suelos y plantas. Criterios de interpretación. 1ra. edición. Ed. Trillas. México. 187 p.
- Sadeghian, S., Rivera, J. M., Gómez, M. E. 2000. Impacto de sistemas de ganadería sobre las características físicas, químicas y biológicas de suelos en los Andes de Colombia. pp: 77-96. Conferencia electrónica de la FAO sobre Agroforestería para la producción animal en Latinoamérica.

- <http://www.fao.org/livestock/agap/frg/agrofor1/Siavosh6.htm>. (Consultado 30/08/2017).
- SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2002. Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000, que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos. Estudios, muestreo y análisis. *Diario Oficial de la Federación* 31-12-2002, 2a Sección, México.
- Serio-Silva, J. C., Rico-Gray, V., Hernández-Salazar, L. T., Espinosa-Gómez, R. 2002. The role of ficus (Moraceae) in the diet and nutrition of troop of Mexican howler monkeys, *Alouatta palliata mexicana*, released on an island in southern Veracruz, Mexico. *Journal of Tropical Ecology* 18(6): 913-929.
- SQL. Service Soil Quality Information. 1996. Indicators for soils quality evaluation. USDA. Natural Resources Conservation Service Soil Quality Information Sheet.
- Snuder, D. A.; Hobbes, R. J., Margulies, C. R. 1991. Biological Consequences of Ecosystem Fragmentation, *Conservation Biology*, 5. pp. 18-23.
- Sowls, L. K. 1997. Javelinas and the other peccaries: their biology, management and use. College Station, Texas A & M University Press.
- Trejo-Escareño, H. I., Salazar-Sosa, E., López-Martínez, J. D., Vázquez-Vázquez, C. 2013. Impacto del estiércol bovino en el suelo y producción de forraje de maíz. *Rev. Méx. Cienc. Agric.* 4(1): 727- 737
- USDA. United States Department of Agriculture. 2004. Manual de Métodos de Laboratorio para Levantamientos de Suelos. <http://www.usda.gov/wps/portal/usdahome>
- Vázquez-Alarcón, A. 1997. Guía para interpretar el análisis químico del agua y suelo. Ed. Departamento de Suelos, Universidad Autónoma Chapingo. 2da. edición. Chapingo, México. 29 p.