



La salud del suelo en Ultisoles, Molisoles y Vertisoles en Puerto Rico

David Sotomayor-Ramirez¹, Nohely Reyes¹, Mario Pagán¹, Stevansson Merolin¹, Jonathan Deenik², Susan Crow², Angela Linares¹

1- Universidad de Puerto Rico, Recinto Universitario de Mayagüez

2- Universidad de Hawai'i en Manoa

Contacto- david.sotomayor@upr.edu; 787-385-8165



57 Reunión Anual Sociedad Caribea de Cultivos Alimenticios

Introducción

- La salud del suelo
 - se conceptualiza como la capacidad continua de un suelo para funcionar en una forma óptima como un ecosistema vivo y vital
 - es necesaria para lograr la sostenibilidad de los agroecosistemas
 - varía según las propiedades intrínsecas (capacidad de intercambio catiónica, mineralogía, textura) y las dinámicas (historial de manejo, nivel de insumos, nivel de labranza)
 - Se pueden usar medidas de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo para evaluar el grado de la salud del suelo.
- Los sistemas intensivos de producción de hortalizas en la zona sur de Puerto Rico, dominados por Molisols y Vertisols, pueden reducir la salud del suelo debido a prácticas intensivas de labranza continua, uso de plaguicidas, y altos niveles de fertilización nitrogenada.
- La salud del suelo en el interior de Puerto Rico, dominados por Ultisols, puede afectarse negativamente debido al aspecto, pendiente, procesos intensivos de precipitación-escorrentía y el grado de la cubierta vegetal sobre el suelo.

Objetivos

- Evaluar el efecto
 - (i) de cobertoras en rotación con hortalizas en *Aridic Calciustolls* y *Typic Haplusterts* en fincas comerciales productoras de hortalizas de la zona semiárida del sur de Puerto Rico
 - (ii) del grado de disturbio de uso de tierra (bosque secundario, café en sombra, café al sol, farináceos con labranza intensiva) en *Typic Haplohumults* en la zona interior de Puerto Rico
- Identificar niveles óptimos de indicadores de salud del suelo

Sitios de estudio



Figura 1: Ciclo anual de cobertura-cultivo

Resultados | *Aridic Calciustolls*

Aporte cumulativo de biomasa, C y N en tres siembras consecutivas (2022-2024)

	Biomasa kg MS/ha	Nitrógeno kg N/ha	Carbono kg C/ha
Control	45,146	996	6,820
Cobertura A	66,190	975	7,745
Cobertura B	178,461	1037	28,633

Control es manejo convencional y yerbajos voluntarios (barbecho)
Cobertura A es (i) crotalaria; (ii) crotalaria; (iii) crotalaria+caupi+ocra
Cobertura B es (i) lablab; (ii) sorgo-sudán; (iii) sorgo-sudán

Medias seguidas por diferentes letras son significativamente diferente (p<0.05)

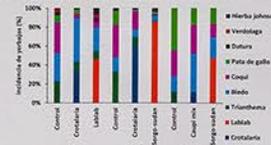


Figura 2: Incidencia de vegetación

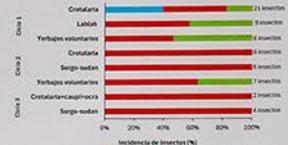


Figura 3: Incidencia de insectos

Indicadores de salud de suelo al final del tercer año

Uso de terreno	Indicadores químicos				Indicadores bioquímicos		
	MOS g/kg	C orgánico g C/kg	POX-C mg/kg	Flush 24-hr -mg CO ₂ -C/kg--	Respiración 3-días	Actividad β- glucosidasa mg PNP/kg-hr	Actividad β- glucosaminidasa mg PNP/kg-hr
Control	22.6 a	9.6 a	256.0 a	45.5 a	61.6 a	30.7 a	37.3 b
Cobertura A	29.7 b	11.3 ab	313.9 b	79.8 c	112.9 b	37.3 b	38.4 b
Cobertura B	32.0 b	12.1 b	336.0 b	69.6 b	108.9 b	38.4 b	38.4 b

Los tratamientos de Cobertoras (A y B) son mayores que el Control, lo que sugiere una mejor salud química y bioquímica del suelo con cobertoras.

El carbono oxidizable por permanganato (POXC) es una fracción de C del suelo moderadamente estable, incluye compuestos orgánicos ligeramente procesados y representa un pequeño porcentaje del carbono orgánico total del suelo

Resultados | *Typic Haplusterts*

Aporte cumulativo de biomasa, N y C en dos siembras consecutivas (2022-2024)

	Biomasa kg MS/ha	Nitrógeno kg N/ha	Carbono kg C/ha
Control	7,795	233	3,001
Cobertura	36,550	1,121	22,104

Control es manejo convencional y yerbajos voluntarios (barbecho)
Cobertura es (i) crotalaria+sorgo-sudán (75:25); (ii) caupi+crotalaria+ocra

Medias seguidas por diferentes letras son significativamente diferente (p<0.05)

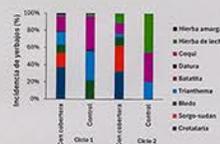


Figura 4: Incidencia de vegetación

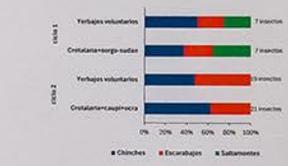


Figura 5: Incidencia de insectos

Indicadores de salud de suelo al final del segundo año

Uso de terreno	Indicadores químicos				Indicadores bioquímicos		
	MOS g/kg	C orgánico g C/kg	POX-C mg/kg	Flush 24 hr -mg CO ₂ -C/kg--	Respiración 3-días	Actividad β- glucosidasa mg PNP/kg-hr	Actividad β- glucosaminidasa mg PNP/kg-hr
Control	27.2 a	11.4 a	381.5 a	45.4 a	72.8 a	43.7 a	57.8 b
Cobertura A	26.3 a	11.6 a	481.0 b	81.6 b	121.0 b	43.7 a	57.8 b

1- MOS es materia orgánica del suelo
El POXC, respiración y actividad enzimática con la cobertura fue mayor que el Control (pero no MOS y C orgánico), lo que sugiere una mejora parcial de la salud química y bioquímica del suelo con cobertoras.

La β-glucosidasa es una enzima importante en el ciclo del C, degrada la celulosa y ayuda a la liberación de glucosa, una fuente de energía para los microorganismos heterótrofos.
La β-glucosaminidasa es una enzima hidrolizante de quitina que libera aminoazúcares y es importante en el ciclo del N.

Resultados | *Typic Haplohumults*

Medias seguidas por diferentes letras son significativamente diferente (p<0.05)

Uso de terreno	Indicadores químicos				Indicadores bioquímicos			
	MOS g/kg	C orgánico g C/kg	POX-C mg/kg	Flush 24 hr -mg CO ₂ -C/kg--	Respiración 3-días	Actividad β- glucosidasa mg PNP/kg-hr	Actividad β- glucosaminidasa mg PNP/kg-hr	Actividad β- glucosaminidasa mg PNP/kg-hr
Bosque secundario	70.8 a	33.9 a	638.0 a	200.0 a	400.3 a	36.3 a	25.9 a	25.9 a
Café en sombra	57.5 a	26.3 b	449.6 b	99.32 b	227.4 b	26.3 b	18.1 b	18.1 b
Café al sol	46.8 b	19.4 c	346.8 c	60.34 c	169.1 c	21.8 b	13.8 b	13.8 b
Labranza	43.7 b	15.9 c	354.7 c	45.10 c	83.8 d	18.6 b	13.9 b	13.9 b

Bosque secundario y café en sombra exhiben una mejora en indicadores de salud del suelo. No hubo distinción significativa entre café al sol y los sistemas bajo labranza.

Los bosques secundarios demostraron mayores tasas de respiración. Para "Resp. de 3-días" hubo diferencias significativas entre los 4 usos de terreno. Las actividades enzimáticas distinguen entre suelos cultivados y no cultivados.

Indicadores físicos

Tipo de uso de terreno	Macroagregados			Microagregados			Bosques secundarios tienen el mayor porcentaje de macroagregados grandes. A mayor disturbio del suelo, la distribución de tamaño cambia hacia clases de agregados más pequeños.	Tipo de uso de terreno	% Humedad a capacidad de campo (-33kPa)
	> 2mm	2mm - 250µm	%	250µm - 53µm	%	%			
Bosque secundario	59.2 a	31.1 c	6.76 c	6.76 c	6.76 c	6.76 c	Bosques secundarios tienen el mayor porcentaje de humedad a capacidad de campo. Mayor MOS mejora la estructura del suelo y aumenta la capacidad de retención de agua del suelo.	51.9 a	
Café sombra	38.7 b	47.0 b	9.65 c	9.65 c	9.65 c	9.65 c		44.8 b	
Café al sol	15.8 c	60.6 a	15.0 b	15.0 b	15.0 b	15.0 b		41.6 b	
Sistemas arados	11.2 c	59.8 a	18.6 a	18.6 a	18.6 a	18.6 a		41.5 b	

Valores óptimos

Suelo	Uso predominante	% arcilla	Arcilla predominante	C orgánico total	Materia orgánica suelo	POXC	Flush 24-hr	3-d CO ₂ -C	β-glucosidasa	β-glucosaminidasa
				---g C/kg---	---	---	---	---	---	---
<i>Typic Haplohumults</i>	Conservación, bosque secundario	53.48	caolinita, oxy-hydróxidos	33.9	70.8	638	200	400.4	36.3	25.9
<i>Aridic Calciustolls</i>	Hortalizas en rotación cobertoras	30.00	vermiculita, esmectita	11.7	30.9	325	79.8	110.9	37.9	37.9
<i>Typic Haplusterts</i>	Hortalizas en rotación cobertoras	48.4	esmectita, vermiculita	11.5	26.8	481	81.6	121	57.8	57.8

Conclusiones

- Se demostró una pérdida en la salud de suelo como resultado del aumento en la intensidad de manejo del suelo por la actividad agrícola
- En general, la tendencia observada fue: bosque secundario > café bajo sombra > café al sol ≈ sistemas arados
- Prácticas de conservación por 2 y 3 años, respectivamente
- Se detectan cambios en indicadores asociados a la función del suelo, especialmente en el suelo con menor capacidad amortiguadora (*Aridic Calciustolls*)

Agradecimientos

- Se agradece el financiamiento de los siguientes proyectos:
 - USDA-NRCS-Conservation Innovation Grants ; NR213A750013G011 a J. Deenik, et al 2022.
 - USDA-AFRI; 2021-67019-34243 a S. Crow et al. 2021.
 - Proyecto USDA-Hispanic Serving Institution; 2021-77040-34868 a R. Stanko et al. 2021;