



UNAN-LEON
Carrera de
Agroecología

Fachgebiet
Bodenbiologie und
Pflanzenernährung



VI CONGRESO CIENTIFICO DEL CONSEJO NACIONAL DE UNIVERSIDADES

“CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACION
PARA EL DESARROLLO HUMANO
SOSTENIBLE DE NICARAGUA”

UPOLI, Jueves 29 de Octubre del 2015

Dra. Xiomara Castillo



UNAN-LEON
Carrera de
Agroecología

Fachgebiet
Bodenbiologie und
Pflanzenernährung



UNAN-LEON

Calidad química y biológica de los suelos bajo monocultivo de Maní (*Arachis hypogaea*) con diferentes años de uso.



Dra. Xiomara Castillo



Introducción

- Desde los años 70 se inicia la producción del maní, en las antiguas parcelas de algodón. Con el tiempo se ha visto el deterioro del suelo en términos de calidad físicas, químicas y biológicas, debido a que se repite el manejo convencional y las prácticas de laboreo inadecuadas que se dieron en el cultivo de algodón.
- Cada ciclo agrícola se necesita de mayores fuentes de nutrientes externos para mantener los niveles de productividad del cultivo. **Lo más obvio del problema son las consecuencias de la erosión eólica que sufre todo occidente, con ello no estamos dejando suelo de calidad para las futuras y muy cercanas generaciones.**
- El estudio nos brindará la oportunidad de poder identificar el periodo crítico, de perder su calidad con los años de uso.
- Contar con información de actualizada permitirá a los agricultores conocer su suelo para diseñar medidas de mitigación y/o recuperación de los mismos. Mejorar sus planes de manejo de la fertilización influirá en un sistema de producción más sostenible.



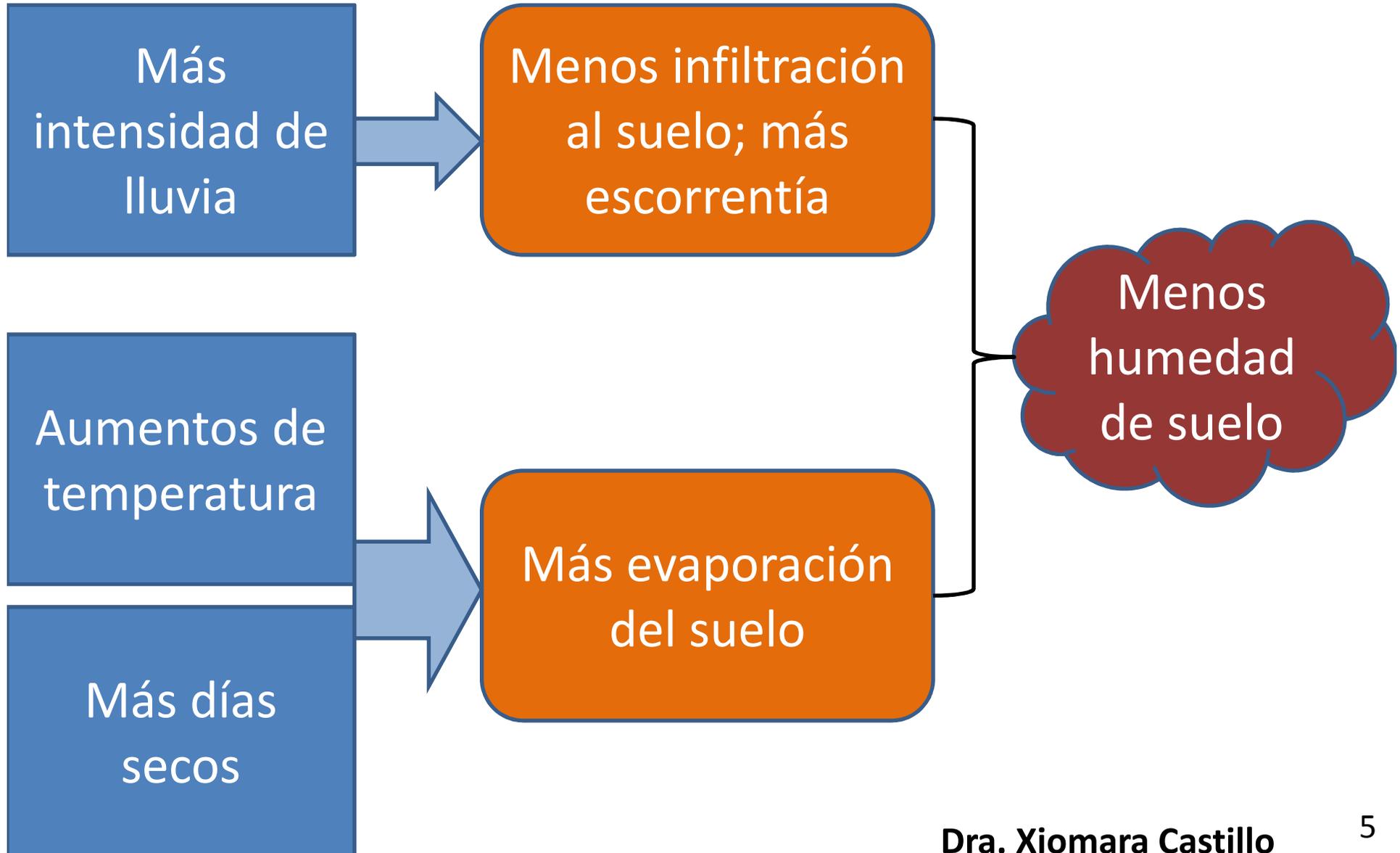
Consecuencias del manejo actual de las áreas maniseras



Marzo 2015



CONDICIONES CLIMATICAS Y EL SUELO





OBJETIVO GENERAL

Determinar el efecto de los años de uso de los suelos maniseros sobre algunos parámetros químicos, físicos y la calidad biológica.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Determinar las características químicas y físicas del suelo con diferentes años de uso.
2. Determinar indicadores biológicos y la actividad enzimática en dependencia de los años de uso.



Descripción del área de estudio

- La selección de la finca se basa en las posibilidades que brinda para la toma de muestras de suelo, dado que aquí se encuentran en un mismo lugar, lotes o parcelas con varios años de implementación del cultivo de maní.



Ubicación de las áreas de estudio

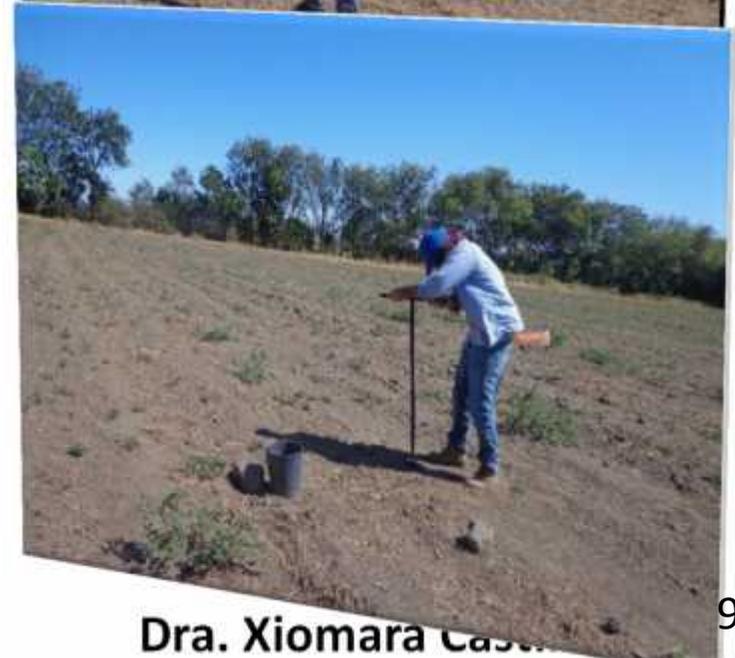




MATERIALES Y MÉTODOS

Muestreo

- La unidad de muestreo fue 1-3 manzanas por cada factor de los años de uso.
- Se realizaron entre 10 – 20 hoyos al azar por unidad de muestreo, para conformar una muestra mixta.
- El número de repeticiones para los análisis fueron de 4 por cada año de uso.





VARIABLES A EVALUAR

Variables dependientes

Químicas	Biológicas	Físicas
Contenido C y N total	Actividad microbiana / Respiración basal del suelo	Compactación
Capacidad de intercambio catiónico (CIC)	Actividad enzimática de la Cellulase,	Contenido de arcilla
Nivel de pH	Actividad enzimática de la Ureasa	Densidad aparente
Nährstoffen: P; N; K; Ca; Mg; CO; Zn; B.	Actividad enzimática de la Phosphatase	Capacidad de retención de agua
Contenido de Fe, Al y Mn	Hongos micorrizas	Textura

Variables independientes

Años de uso de las tierras	Textura de las parcelas	
----------------------------	-------------------------	--



Metodología de análisis

Biológicas	Métodos
Actividad microbiana / Respiración basal del suelo	Isermayer 1952, Variante von Jäggi 1976
Actividad enzimática de la Cellulase,	W. von Mersi & F. Chinner, 1990
Actividad enzimática de la Ureasa	Kandeler & Gerber 1988
Actividad enzimática de la Phosphatase	Tabatabai & Bremner 1969, Variante von Hoffman 1968
Hongos micorrizas	Conteo de esporas
Índice de mineralización	C-CO ₂ / Ct x 100
Químicas	
Contenido de C y N	Incineración- Cromatografo de gas
pH-Wert	Solución acuosa
Capacidad de intercambio catiónico (CIC)	König & Bartens 1995, König & Fortmann 1996
Físicas	
Textura	Tamizado húmedo y proceso de sedimentación según Köhn, 1998
Compactación	Medición en campo
Densidad aparente	Muestra en campo con cilindros
Capacidad de retención de agua	



Bioindicadores del suelo

- **LAS ENZIMAS** son proteínas y el centro de la acción biológica en el suelo.
 - Ellos son los catalizadores del metabolismo microbiano, importantes en la degradación de la MO.
 - Las actividades enzimáticas pueden ser usadas como parte del conjunto de herramientas necesarias para asignar sostenibilidad,
 - Son de fácil determinación y responden rápidamente al manejo del recurso (Dick y Tabatabai, 1992).
- **ACTIVIDAD MICROBIANA.**
 - Esta consiste en determinar la producción de O_2 en el medio o bien la concentración de CO_2 desprendido (función de la actividad biológica y del contenido de carbono orgánico fácilmente mineralizable), (Alef y Nannipieri, 1995; García *et al.*, 2003).





Principios de análisis de las enzimas

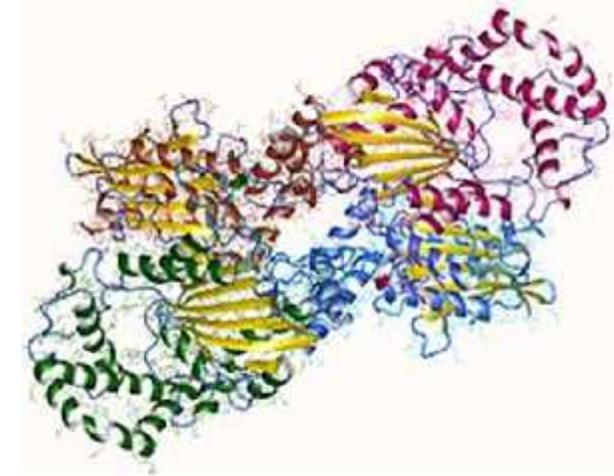
- Celulasa:
 - Bajo la aplicación de Celulosa-methyl-carboxyl como sustratos, se encubaron los suelos por 24 h a 50 0C y un pH 5.5. La azúcar reducida y liberada influyen en la reducción de K-Hexacyano-Ferrat-III en solución alcalina.
 - La reducida KH-Ferrat III reacciona con Fe-III-NH4SO4 en solución acida en un complejo de Fe-III-Hexacyano-ferrat-II. (Berliner azul), el cual se mide con espectrofotómetro a 690 nm.
 - Se mide la liberación de azúcar reducida en Equivalentes de glucosa.
- Microorganismos productores de Celulasa:
- Bacteria
 - *Cellulomonas sp*
 - *Celvibrio sp*
 - *Microbispora bispora*
 - *Therninibispora sp*
- Hongos:
 - *Trichoderma viride*
 - *Trichoderma reesei*
 - *Penicillum koningii*





Principios de análisis de las enzimas

- Fosfatasa:
 - El suelo se prepara con un sustrato (Nitrophenyl-fosfato) que los organismo proveedores de fosfatasa puedan disociar. El suelo se incuba por 1.5 h / 37 °C en baño amarilla.
 - El producto disociado libre (Nitrophenol) se determina con espectrofotometría a 400 nm.

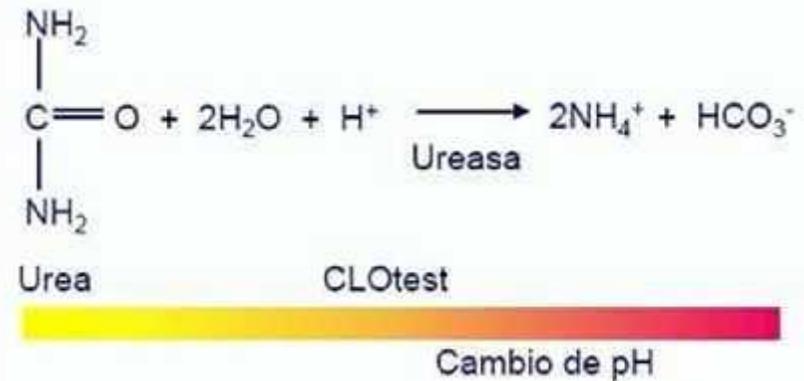




Principios de análisis de las enzimas

- Ureasa:
 - Al suelo con pH natural se agrega una solución de urea y se incuba por 5 h/ 37 °C.
 - Posterior se determina el amonio (amarillo) por espectrofotometría a 625 nm.

Principio de la Prueba rápida de ureasa

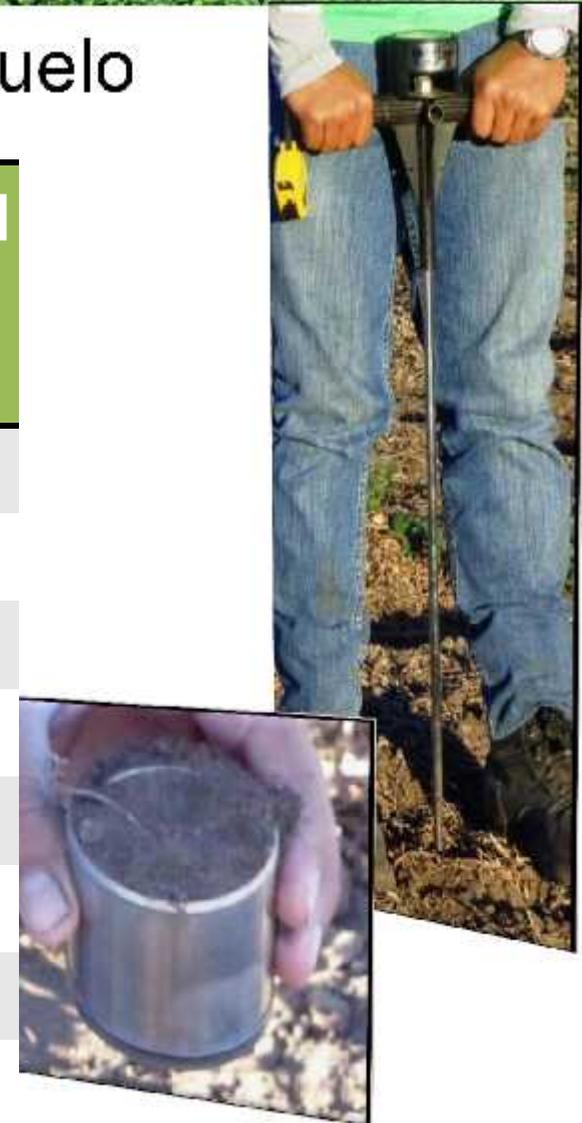




RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Condiciones Físicas del suelo

Años de uso de la Tierra	Presión (lb/pul ²)	Profundidad (cm)	Densidad aparente (gr/cm ³)
1	303	16	1.55
3	285	24	1.60
6	267	33	1.32
10	300	23	1.66
14a	299	14	1.65
14b	250	14	1.63
18	271	14	1.65
20	298	14	1.60





Condiciones físicas

Años de uso de la Tierra	Capacidad de retención de agua (%)	Arena	Limo	Arcilla	Textura
		[%]			
1	23.74	76	17	7	Franco Arenoso
3	47.37	54	36	10	
6	26.54	77	18	5	
10	21.33	87	10	4	Arenoso
14A	33.33	73	22	5	Franco Arenoso
14B	24.32	72	23	5	
18	34.5	77	18	5	
20	29.29	71	24	5	



Características químicas de los suelos

Años de uso de los suelos	pH	Fosforo	Materia Orgánica	Nitrógeno total
		ppm	(%)	
1	6.3	178.0	1.54	0.15
3	6.0	195.7	1.89	0.19
6	6.0	116.2	0.88	0.09
10	6.0	160.1	0.88	0.09
14A	5.9	137.8	0.74	0.08
14B	5.9	138.0	0.77	0.08
18	6.0	160.5	0.67	0.07
20	5.8	152.2	0.6	0.07
Rango óptimos	5.5-6.5	110-200	1.9-4.2	0.09-0.21

[1] Rangos óptimos de nutrientes establecidos por el laboratorio de la UNAN-León.

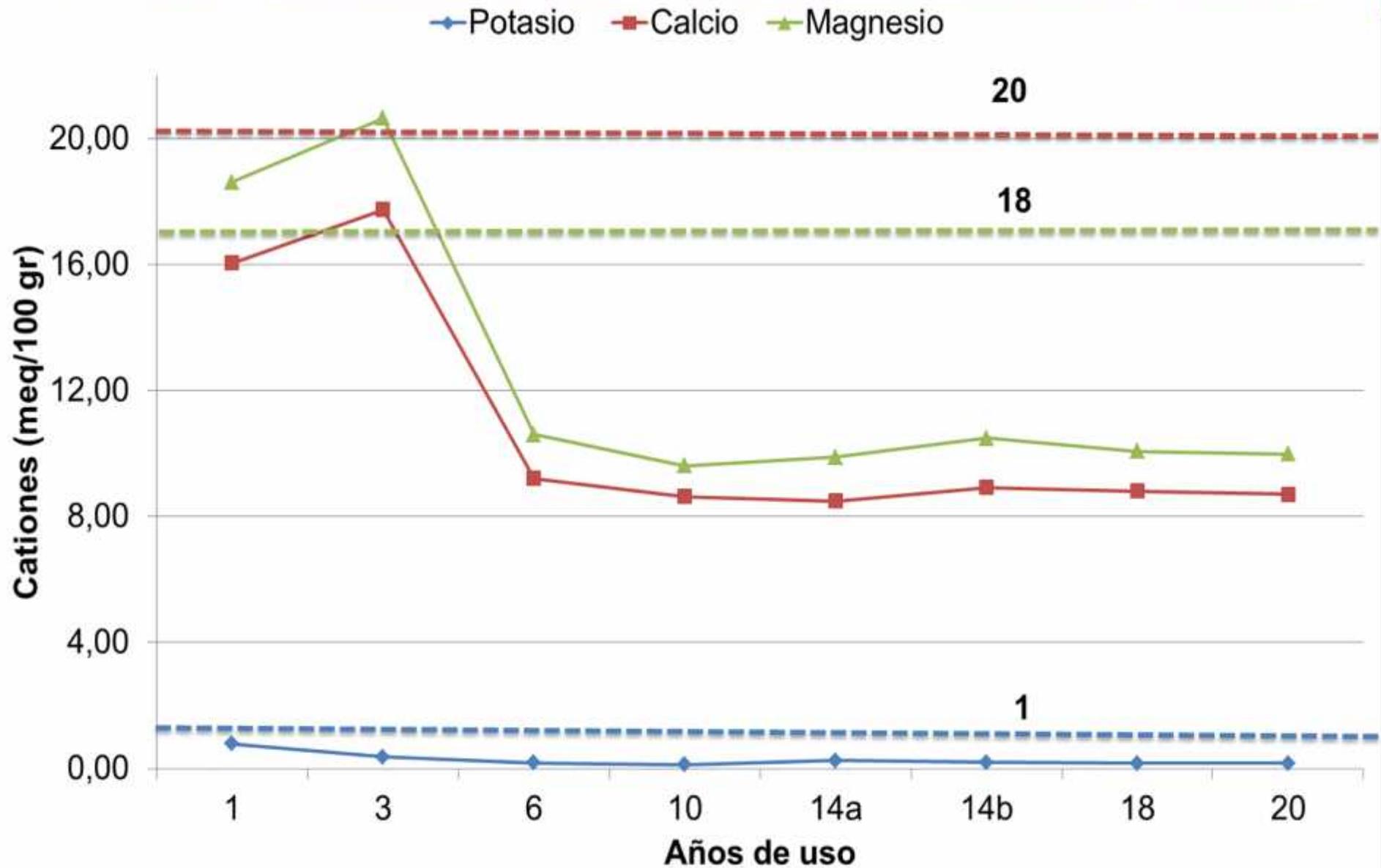


Características químicas de los suelos en estudio

Años de uso de los suelos	Potasio	Calcio	Magnesio	CIC
	(meq/100g)			
1	0.79	15.27	2.57	18.65
3	0.36	17.38	2.90	20.71
6	0.18	9.02	1.41	10.65
10	0.12	8.52	0.97	9.98
14A	0.25	8.24	1.39	10.22
14B	0.19	8.73	1.57	10.79
18	0.17	8.64	1.26	10.26
20	0.16	8.54	1.28	10.18
Rango óptimos	0.3-0.6	4.1-20	2.1-18	20 35



Comportamiento de los cationes





La relación entre cationes

Años de uso de la Tierra	Ca/Mg	Mg/K	Ca/K	Ca+Mg/K
1	5.92	4.5	26.04	30.54
3	6	7.95	47.78	55.74
6	6.41	7.66	49.1	56.76
10	8.79	7.96	69.99	77.95
14a	5.92	6.18	36.63	42.81
14b	5.58	8.2	45.78	53.98
18	6.84	7.47	51.13	58.61
20	6.7	7.74	51.82	59.57
Rango	< 6	2.5 15	5 25	10 40

COMPORTAMIENTO DE LOS INDICADORES BIOLÓGICOS





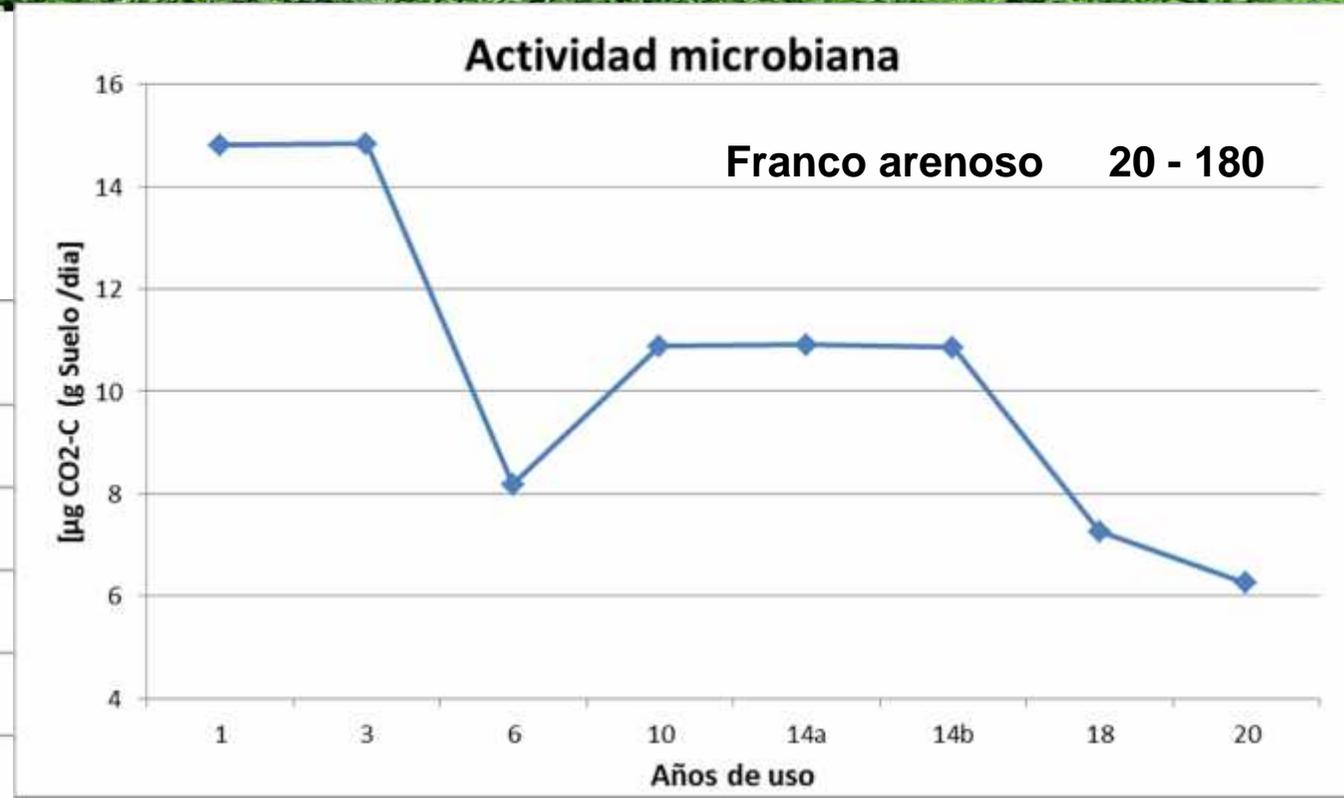
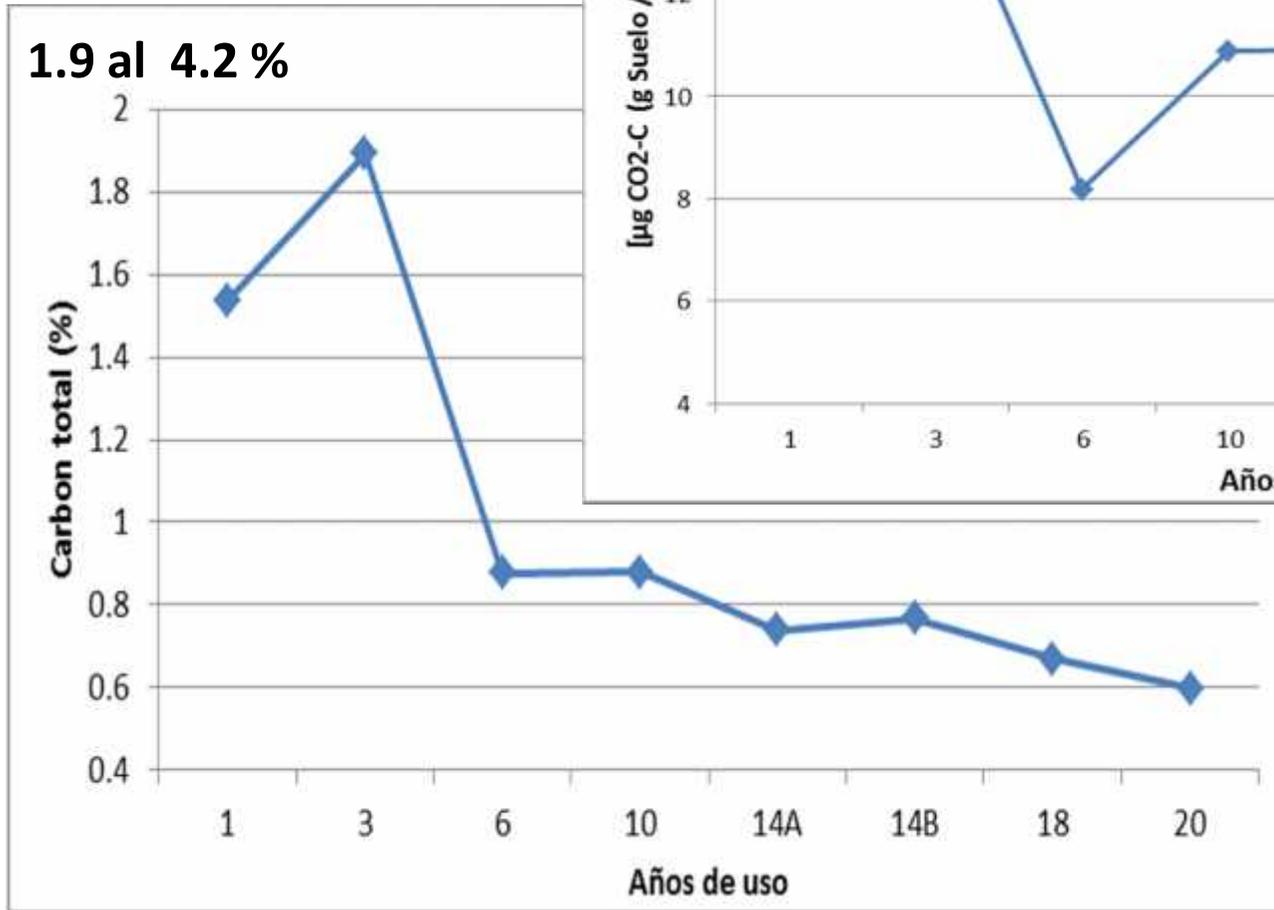
INDICADORES BIOLÓGICOS DEL SUELO.

Años de uso de la Tierra	Índice de Mineralización	Actividad microbiana
	(%)	$\mu\text{g CO}_2\text{-C/g Suelo /dia}$
1	0.5	14.8
3	0.4	14.8
6	0.5	8.2
10	0.6	10.9
14a	0.8	10.9
14b	0.7	10.9
18	0.5	7.3
20	0.6	6.3

IM (%) Se obtiene la proporción de la MO que es lábil o mineralizable (F.E. Rosales et. All 2008) = $C\text{-CO}_2 / C_t \times 100$



Relación entre el Corg y la Actividad Microbiana



Tasa de respiración Basal (CO₂-C (ug/g/d)) en base al contenido de MO (%)



Estadísticos	Contenido de materia orgánica			
	Bajo	Medio	Alto	Muy Alto *
	0.6-1.8	1.81-3.0	3.1-4.2	> 4.2
	(CO ₂ -C (ug/g/d))			
Promedio	30	40	50	40
Mínimo	15	15	15	15
Máximo	55	180	180	100
Desv. Std.	11	31	30	23
Numero	48	172	131	49
Porcentaje	12	43	32.75	12.25



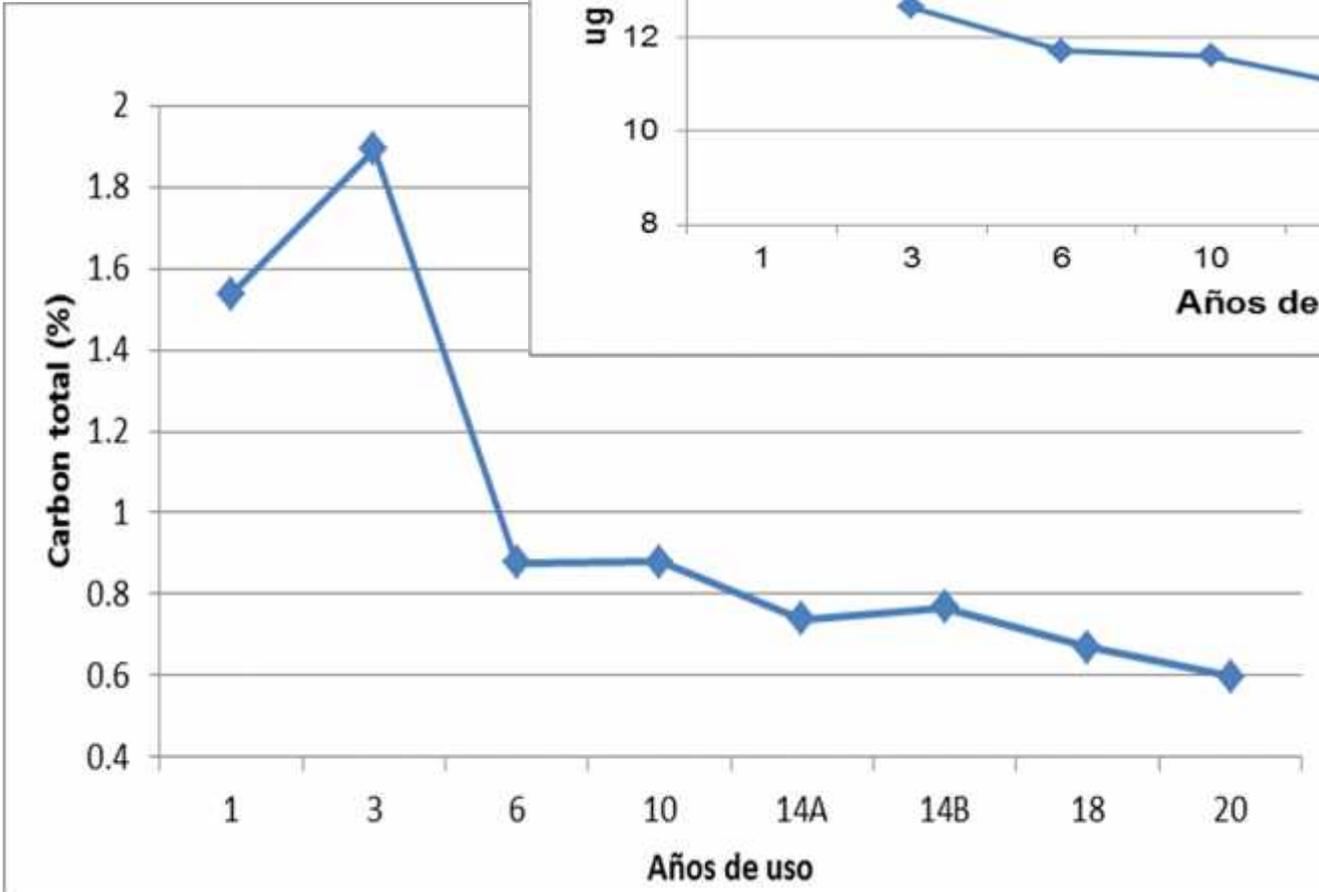
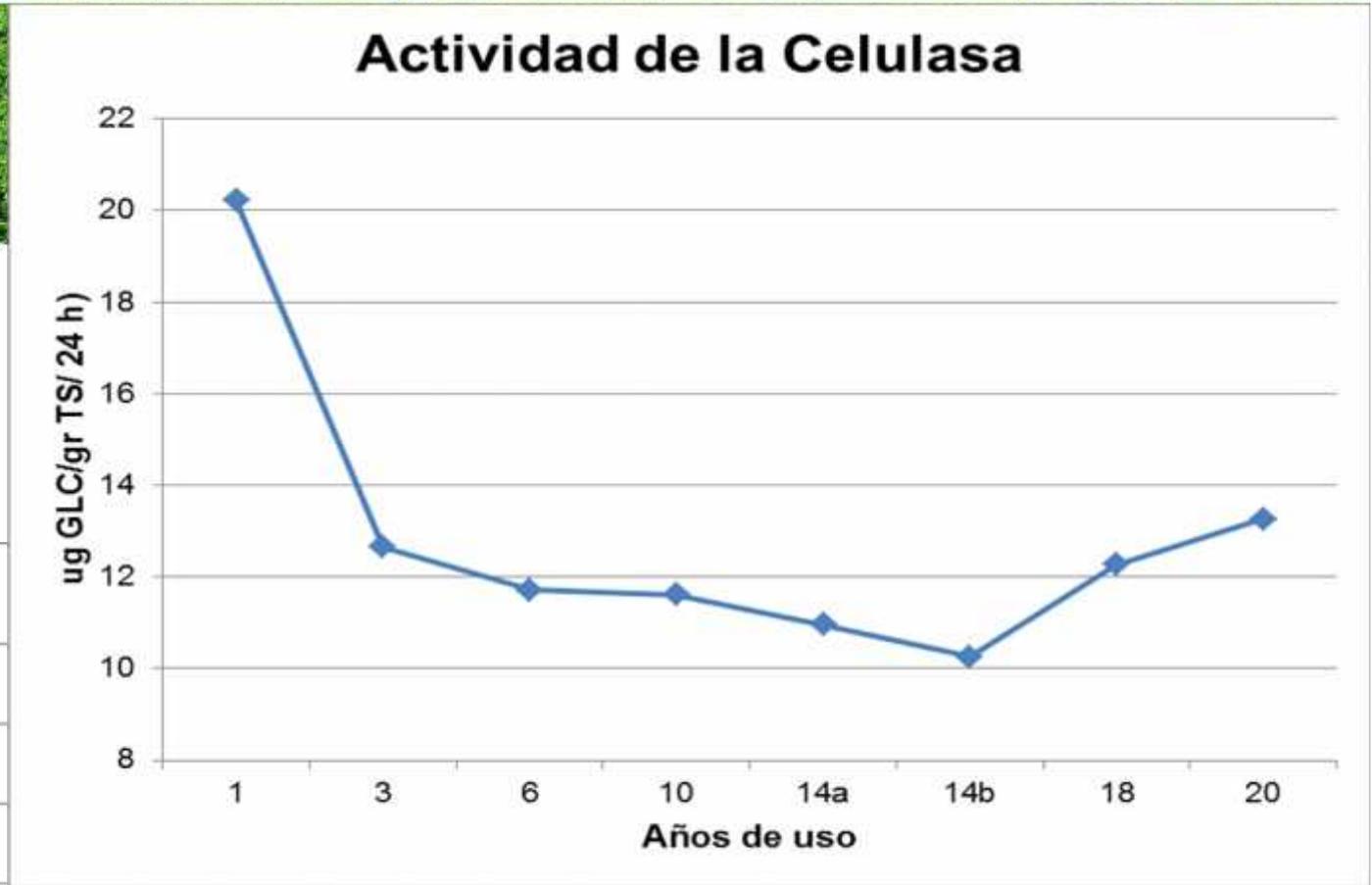
Resultados de la actividad microbiana (2012)

Departamento	Textura ¹	C- CO ₂		
		(µg / g de Suelo / día)		
		Media	Mínimo	Máximo
Chinandega (n = 54)	Franco	29,17	20	35
	Franco arcillo-arenoso	33,33	25	45
	Franco arenoso	33,21	15	70

Estudio realizado con apoyo FUNICA-FAT 2012



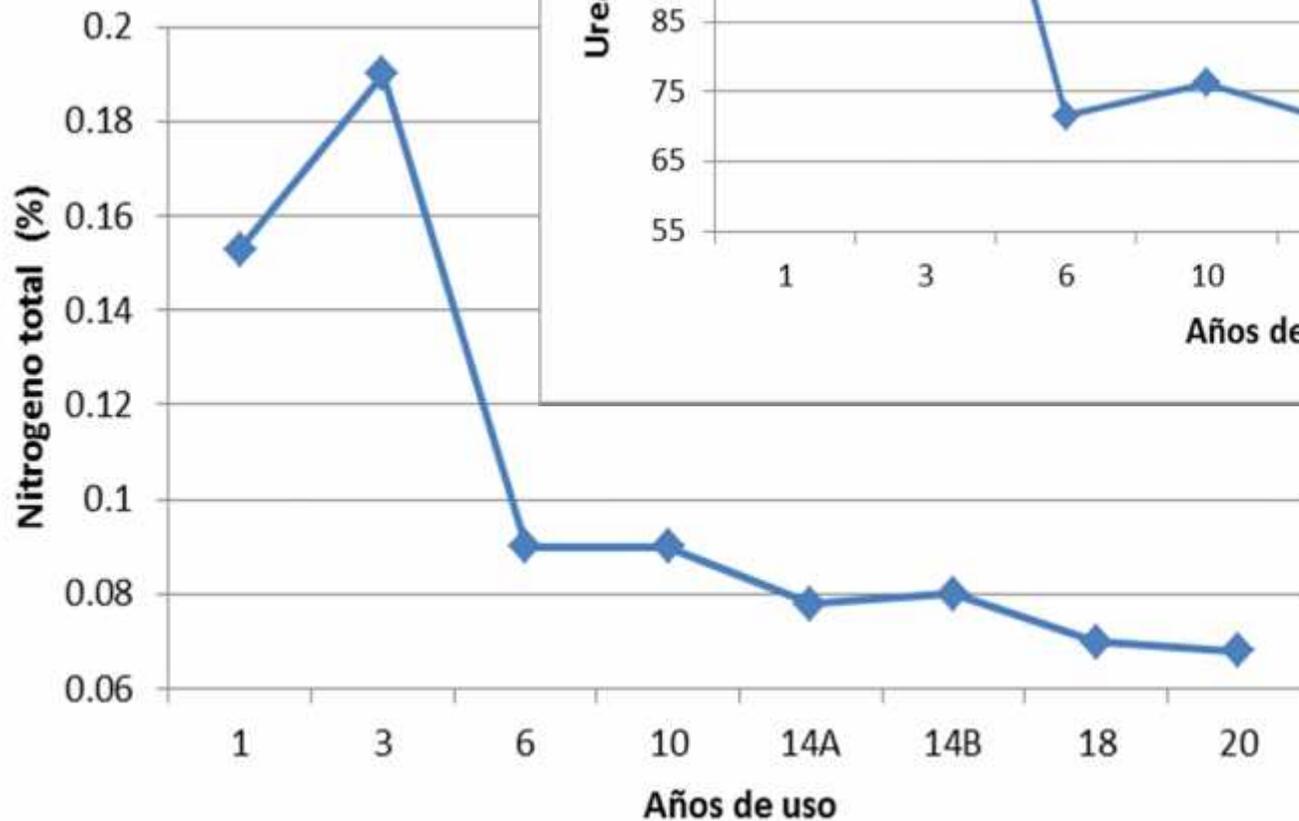
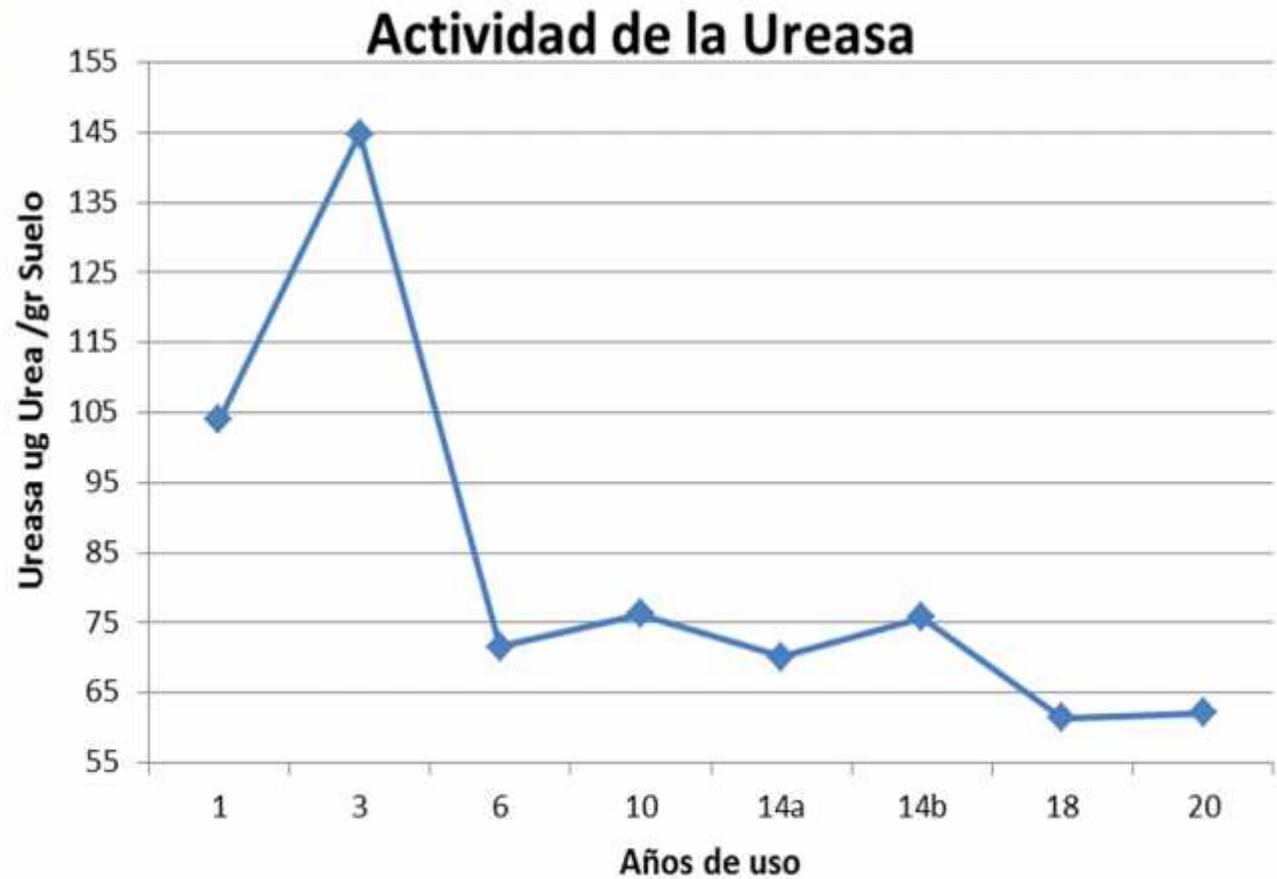
Tasa de oxidación de la MO



$$Y = 6.499 + 7.434 * X$$
$$R^2 = .593$$



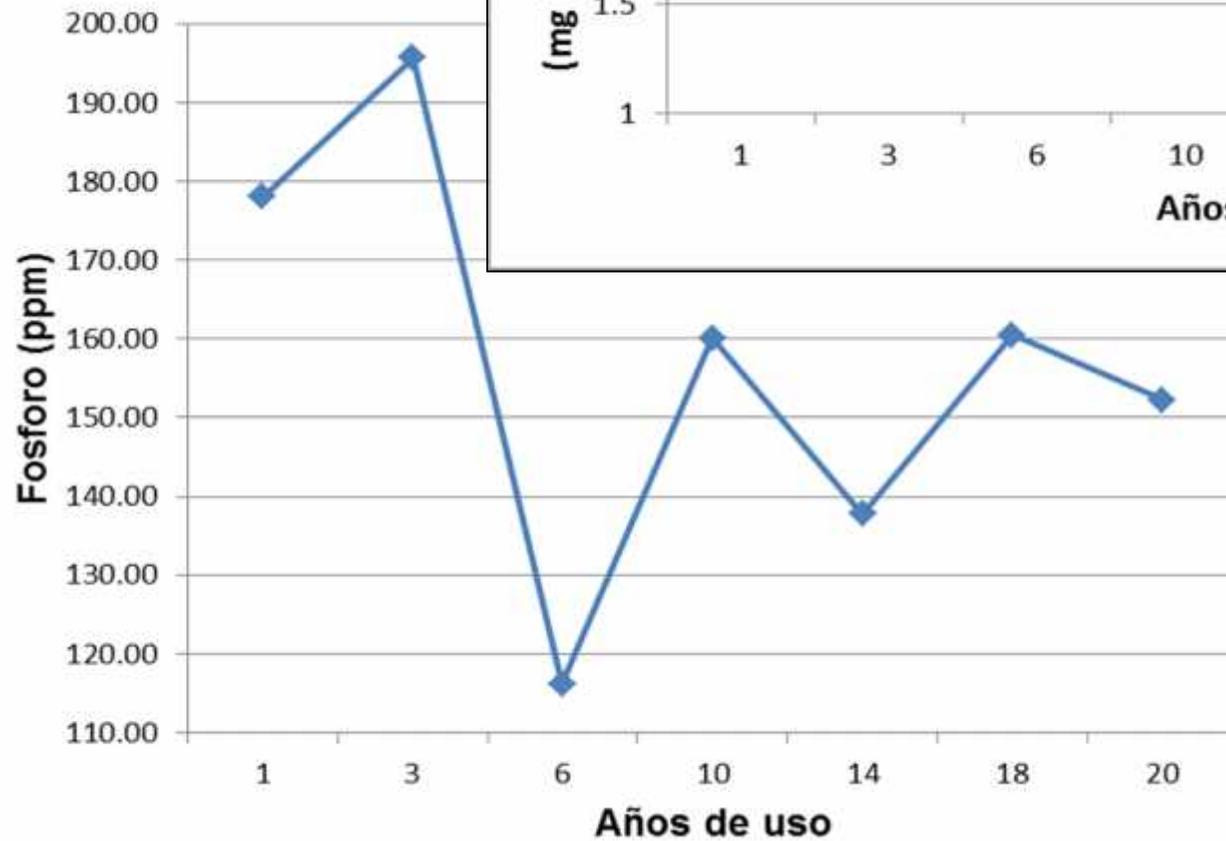
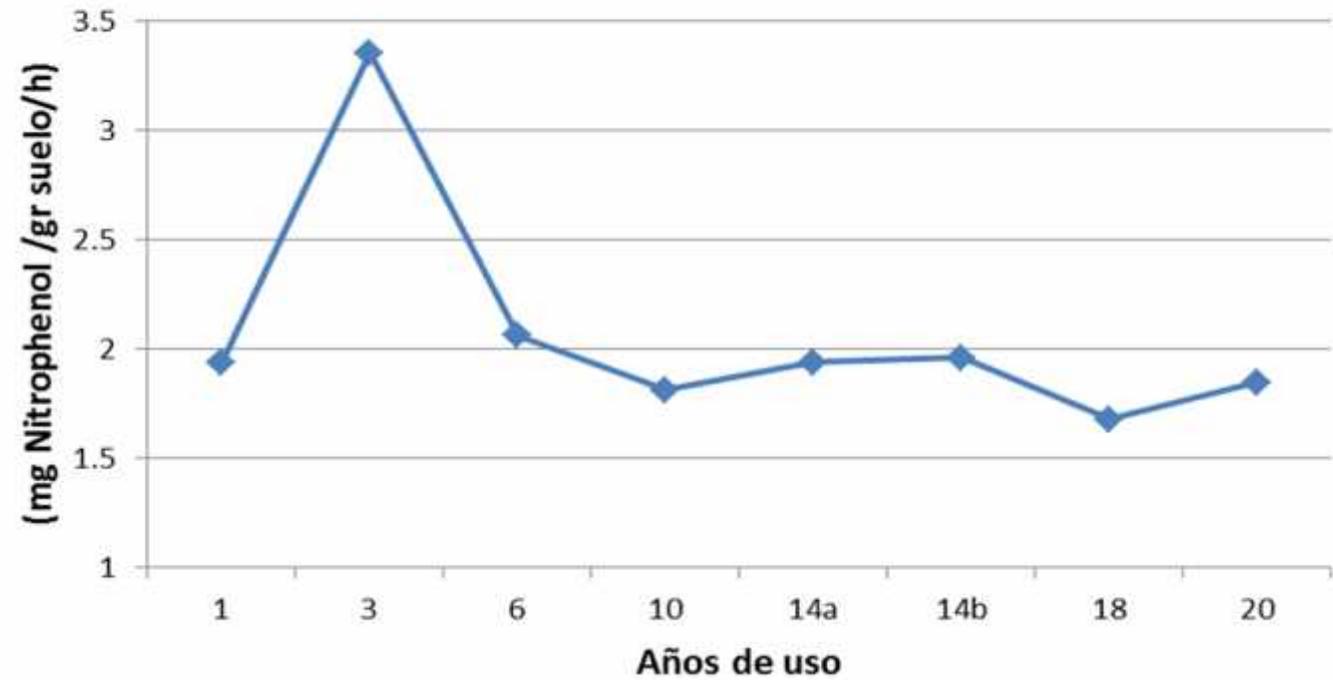
Los valores: 7 y 264
 μg de urea / gr de
suelo. Argentina 2009



$$Y = .339 + 10.261 * X$$
$$R^2 = .914$$



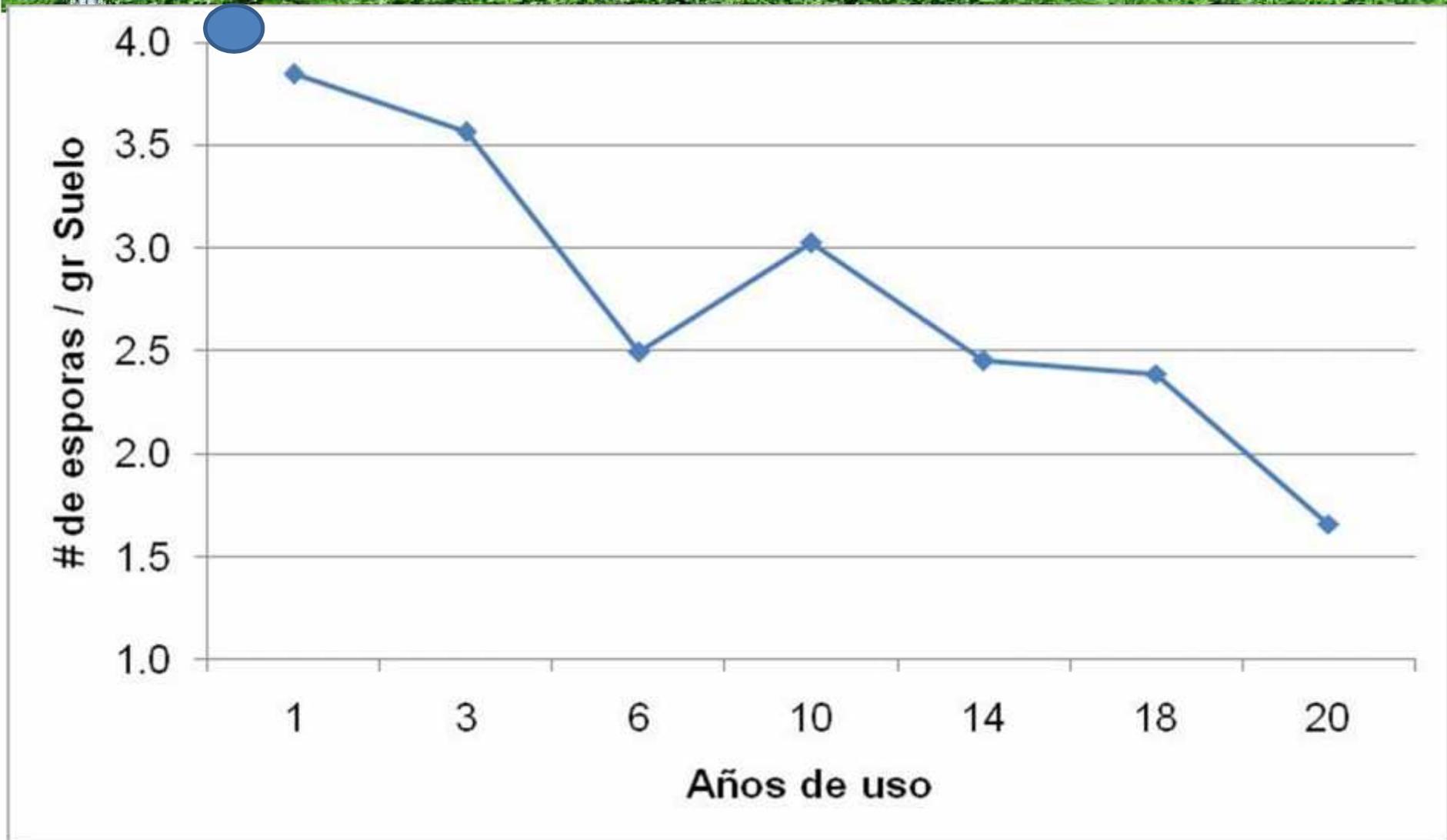
Actividad de la Fosfatasa



Se reportan datos muy variados. Desde 0.45 hasta 56.29 mg Nitrophenol /gr/h



PRESENCIA DE ESPORAS DE MICORRIZAS EN DEPENDENCIA DE LOS AÑOS DE USO.



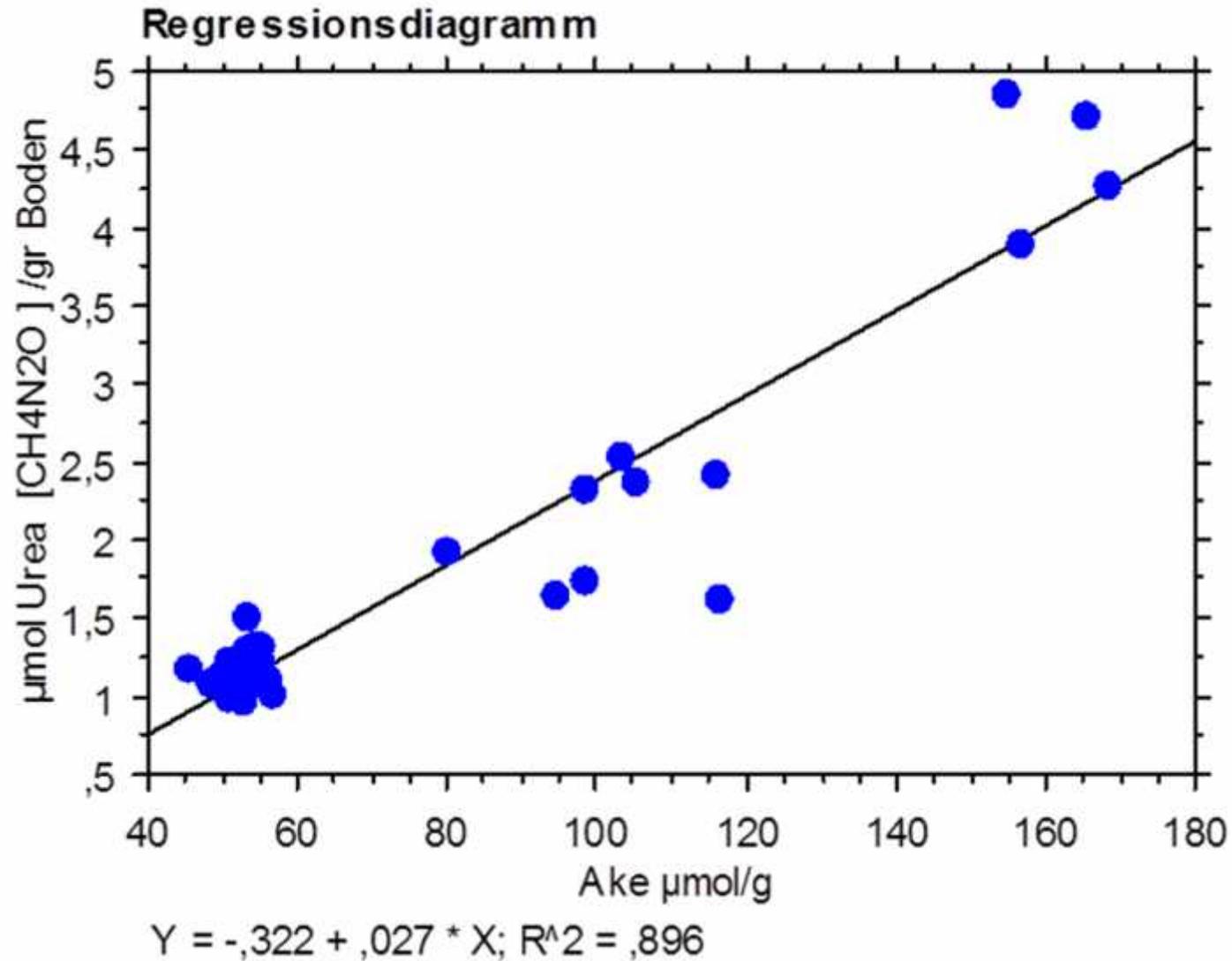
Correlaciones entre indicadores biológicos y características del suelo

Parámetros		Valor de la correlación (*)
Actividad de la Ureasa	Ca meq/100gr	0.9
	Na meq/100gr	0.8
	Mg meq/100gr	1
	CIC meq/100gr	1
	Arena [%]	-0.9
	Limo [%]	0.7
	Arcilla [%]	1
	pH en agua	0.8
	Carbón total (%)	0.7
	C/N	0.9
Actividad de la Celulasa	Nitrógeno total (%)	0.7
	Carbón total (%)	0.6
Actividad microbiana	Índice de Mineralización (%)	0.8
Actividad de la Fosfatasa	Arena [%]	-0.6
	Nitrógeno total (%)	0.7
	Carbón total (%)	0.7

(*) Valor de la significancia < 0.001



Regresión entre la Ureasa y la CIC del suelo





Conclusiones

- La mayoría de los parámetros evaluados presentan disminución con el aumento de los años en uso, lo que significa que los suelos se están **empobreciendo**.
- La actividad de las enzimas presenta la misma tendencia declinante conforme los años de uso aumentan. La actividad de la ureasa inicia su decaída a los 6 años y es más crítica a los 18 años. El mismo comportamiento presentan la celulasa y fosfatasa.
- En base a las interacciones entre las enzimas y las características químicas del suelo, se presenta correlación significativa con materia orgánica, nitrógeno y CIC. Esto indica la dependencia de la actividad enzimática de la presencia de materia orgánica.



Conclusiones

- El estado en que se encuentran actualmente los suelos en estudios, indican que la salud del mismo están siendo deteriorada y es mas critica después de los 6 años de monocultivo de maní.
- Esto conlleva la mismo tiempo que la capacidad de mitigación de estos suelo frente al cambio climático se ven limitadas, es decir las funciones vitales del mismo como el ciclo de la MO y Nutrientes son interrumpidas por perdidas a través de erosión de los suelo.
- El principal problema que enfrenta estos suelos es su bajo contenido de MO y N, lo que son la base del alimento de los organismos del suelo.

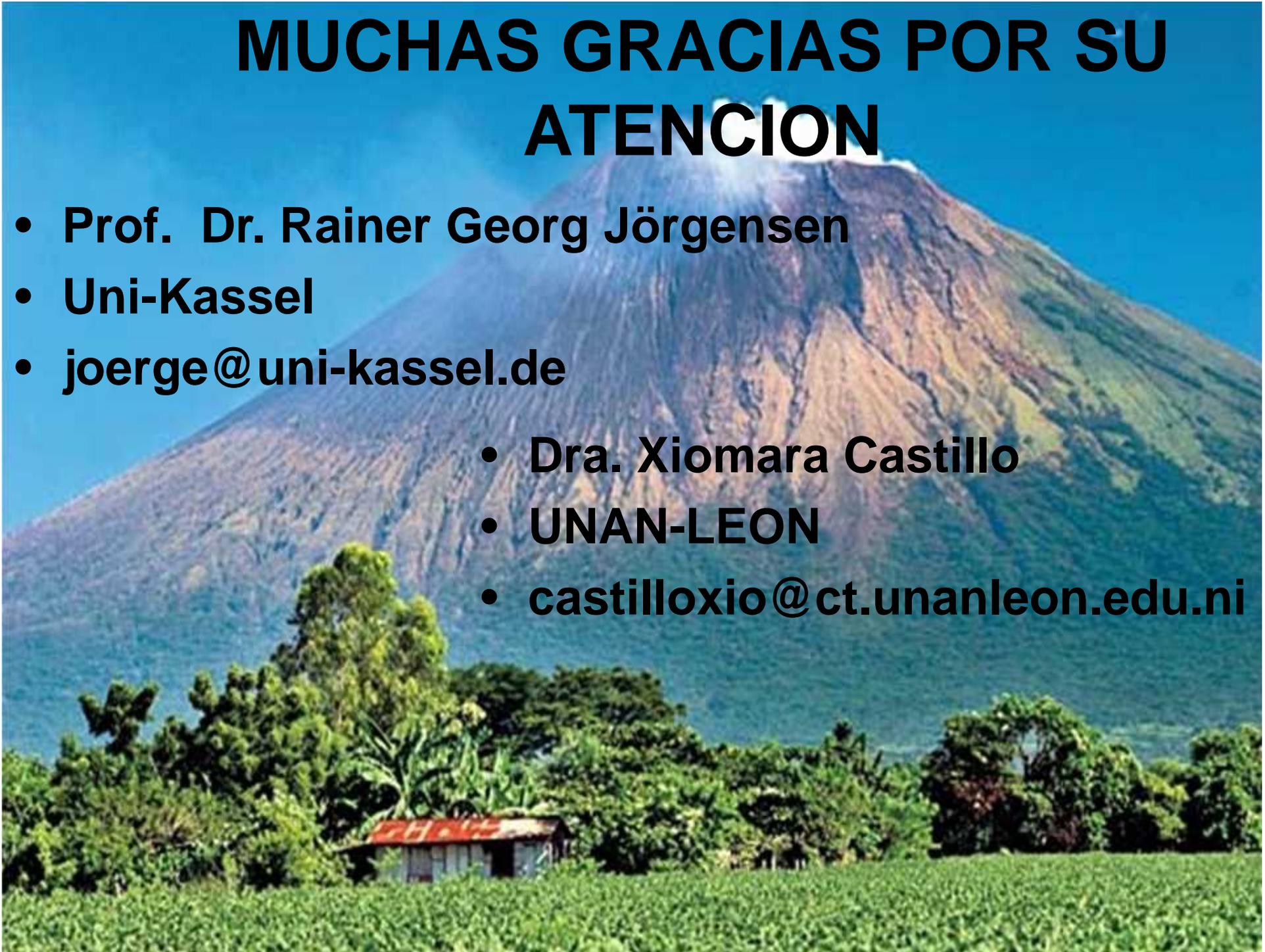


Recomendaciones

- **Las prácticas agrícolas de conservación** pueden ayudar a mitigar el cambio climático mediante la reducción de emisiones por la agricultura y otras fuentes y por medio del almacenamiento de carbono en la biomasa de las plantas y el suelo.
 - Establecer en las parcelas sistemas de rotación de cultivos, donde se incorpore cultivos aportadores de carbón y sistemas radiculares diversos.
 - Incorporación de Rastrojo para garantizar un aumento de la MO y el reciclaje de los nutrientes.
 - Establecer periodos de descanso de los suelos, garantizando mantener la cobertura o mulch.

MUCHAS GRACIAS POR SU ATENCION

- Prof. Dr. Rainer Georg Jörgensen
- Uni-Kassel
- joerge@uni-kassel.de
- Dra. Xiomara Castillo
- UNAN-LEON
- castilloxio@ct.unanleon.edu.ni





Estadística descriptiva de los valores promedio de la actividad de 4 enzimas del suelo encontrada en 12 cultivos de Costa Rica.

Cultivo	Deshidrogenasa ($\mu\text{g INTF.g}^{-1}.\text{h}^{-1}$)	β -Glucosidasa ($\mu\text{g PNP.g}^{-1}.\text{h}^{-1}$)	Fosfatasa ($\mu\text{g PNP.g}^{-1}.\text{h}^{-1}$)	Ureasa ($\mu\text{g N-NH}_4.\text{g}^{-1}.\text{h}^{-1}$)
Mínimo	0,13	31,9	413,4	12,5
Máximo	4,46	208,1	3043,6	52,8
Promedio	1,17	108,1	1521,5	38,3
Desviación Std	1,19	61,2	844,9	13,9
% Variación	118	57	56	36



Valores para evaluar la densidad aparente, citado por Pla (1977)

Textura	Densidad aparente (g/cm ³)	Valores
Arcillo/franco-arcillosos	> 1,3	Altos
Franco/franco-limoso	> 1,4	Altos
Franco-arenoso	> 1,6	Altos

PLA, I. 1977. Metodología para caracterización física con fines de diagnóstico de problemas de manejo y conservación de suelos en condiciones tropicales. Maracay, Ven. UCV-FAGRO. 112 p