10 EXPO ciruelas secas
El reencuentro de la industria

Calidad de Suelo como Base para una Producción Sustentable en Frutales

Hugo Poblete Herrera

Ingeniero Agrónomo
Magister en Gestión Tecnológica Agronómica

Marzo, 2023

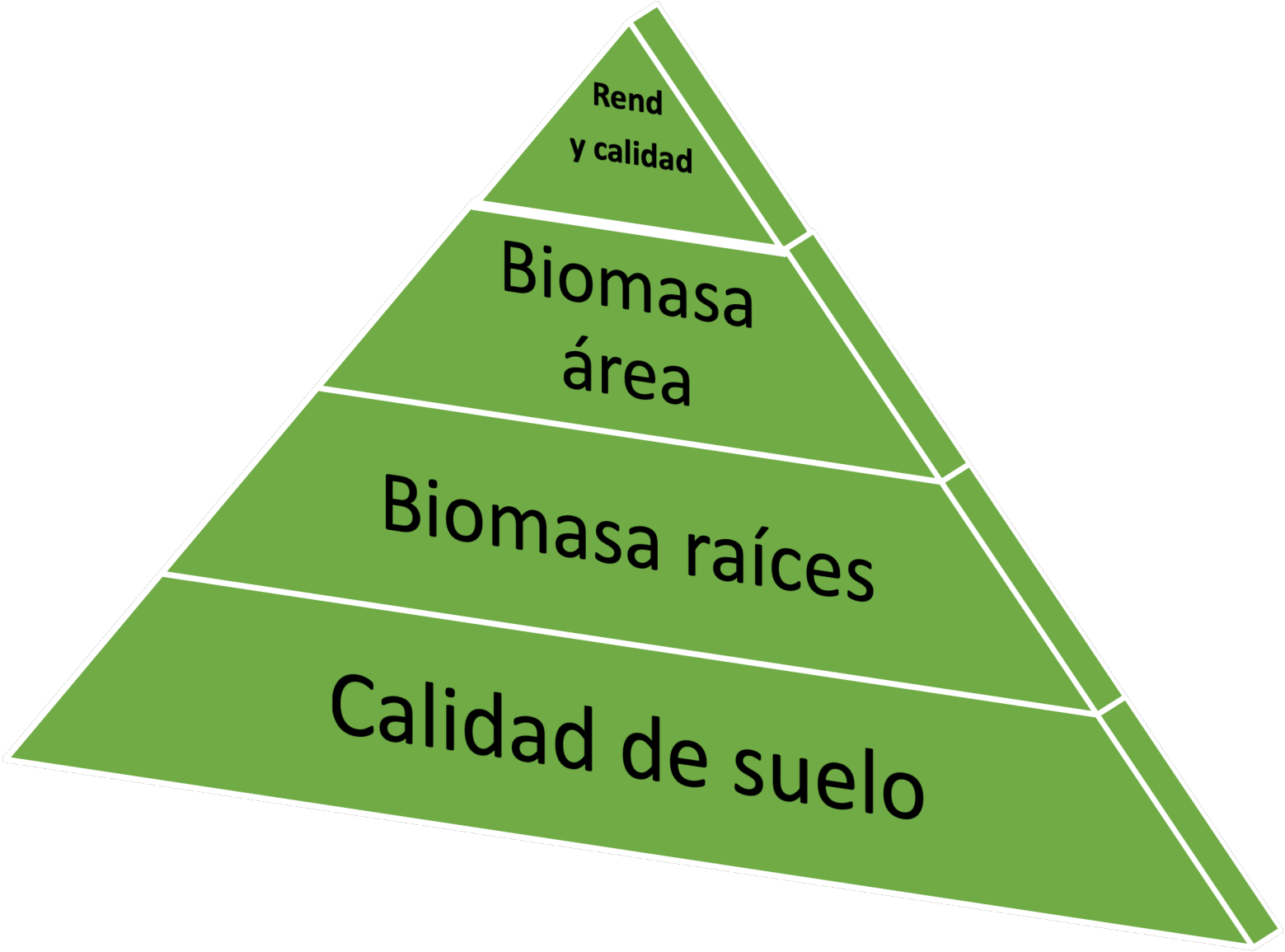
ProChile
MINISTERIO DE RELACIONES EXTERIORES

Chile prunes association

Definiciones de suelo

1. El suelo es un ecosistema vivo y dinámico, definido también como la capa que cubre la superficie terrestre.
   - Cumple diversas funciones
     - Dar soporte a las raíces de las plantas
     - Proveer substancias y el ambiente requerido para el desarrollo vegetal.(M.M.Martinez 2010)
2. Medio natural para el crecimiento de las plantas (FAO)

Calidad de suelo - productividad



Calidad del suelo

Capacidad de una clase especifica de suelo de funcionar, dentro de un ecosistema **con o sin intervención**, para sostener la **productividad animal y vegetal,** mantener o mejorar la **calidad del agua y del aire** y soportar la **salud humana y del ambiente** (Karlen, 1997).

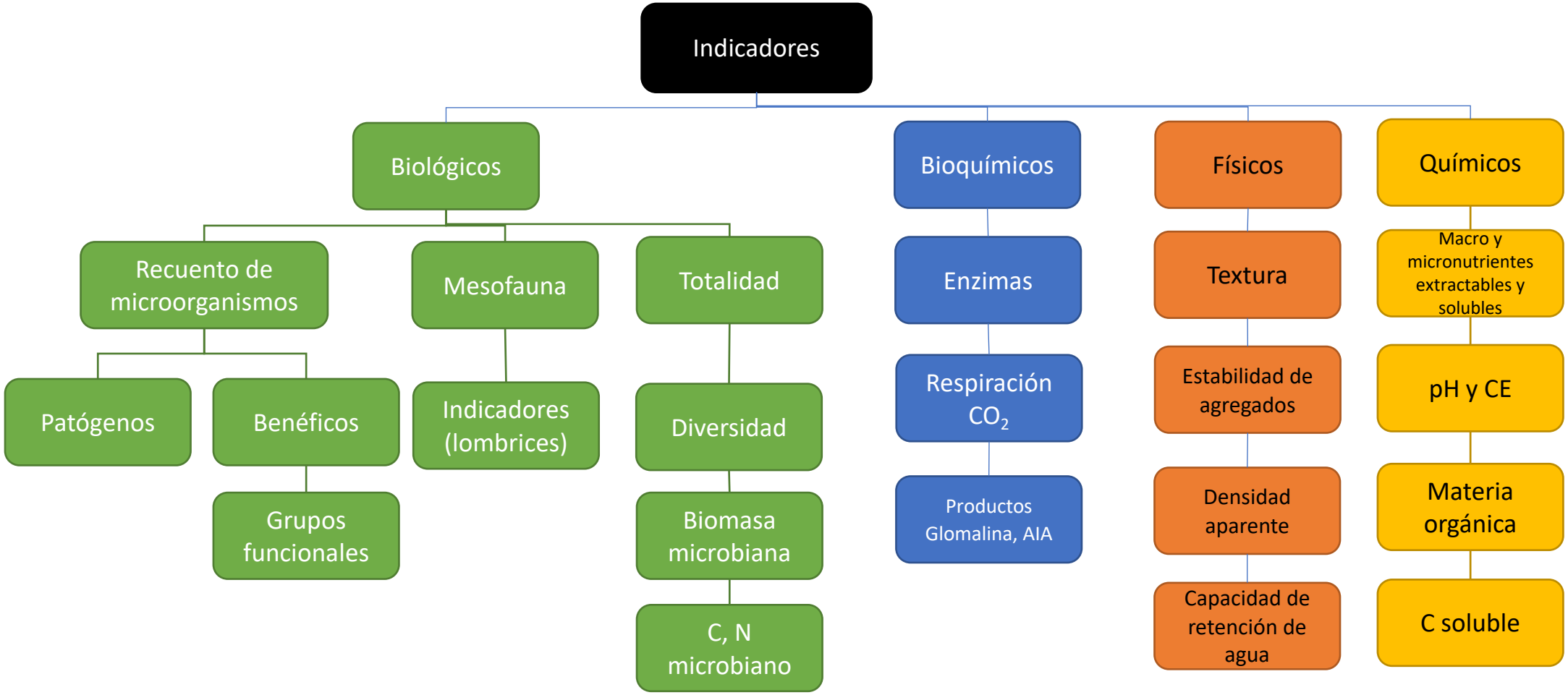
Indicadores

- Fácil interpretación
- Correlación con los procesos de los ecosistemas
- Integrarse con otras propiedades del suelo
- Accesible a usuarios
- Sensible
- Reproducible
- De fácil muestreo y análisis

Suelo de buena calidad

1. Buen contenido de materia orgánica (4%)
2. Buena estructura
3. pH cercano a la neutralidad
4. Niveles adecuados de nutrientes
5. Sin toxicidad de metales
6. Alta actividad biológica

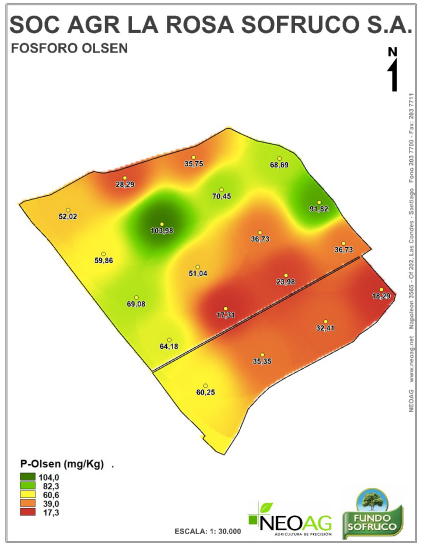
Indicadores de calidad de suelo

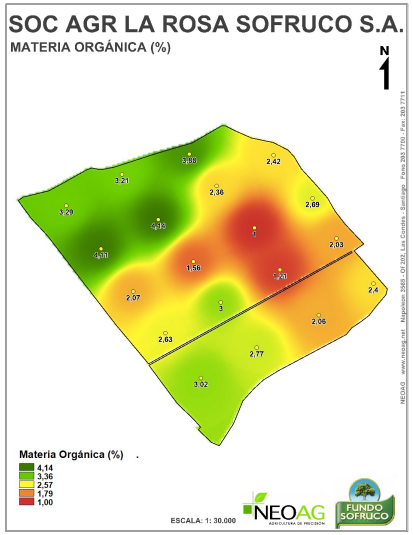


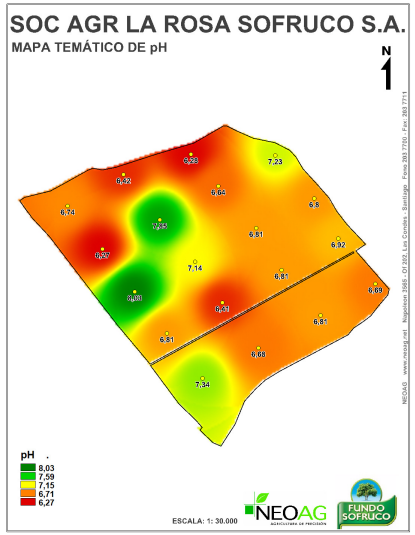
Niveles adecuados de nutrientes en el suelo

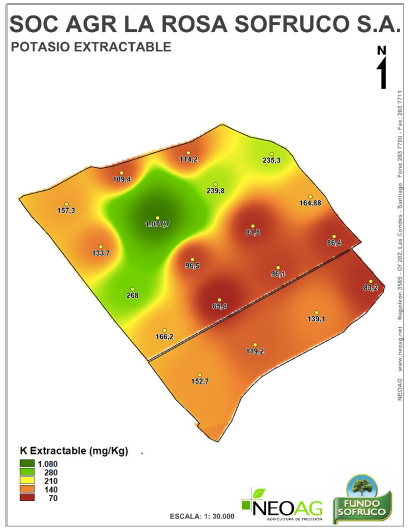
Propiedad	Nivel Crítico (ppm)
N disponible	100
P Olsen	30 (20)
K extractable	250 (200)
Ca extractable	600
Mg extractable	60
S extractable	30
Zn-DTPA	1
Fe-DTPA	5
Cu-DTPA	1
Mn-DTPA	0.2
B extractable	1

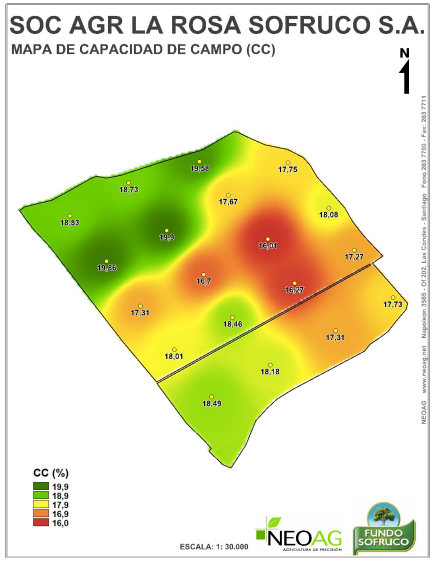
Muestreo de suelo Sistemático

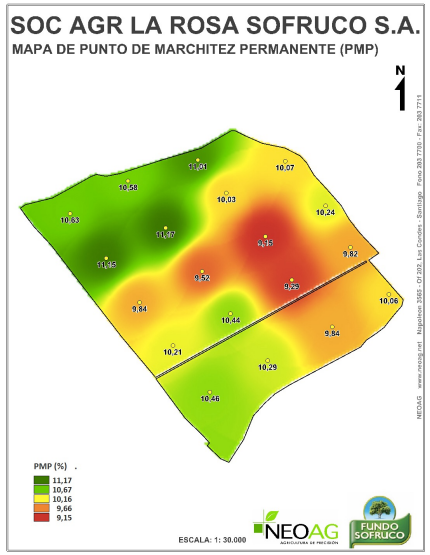








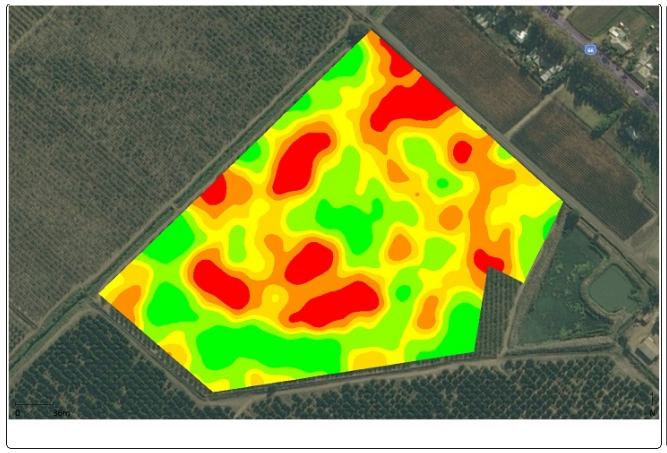




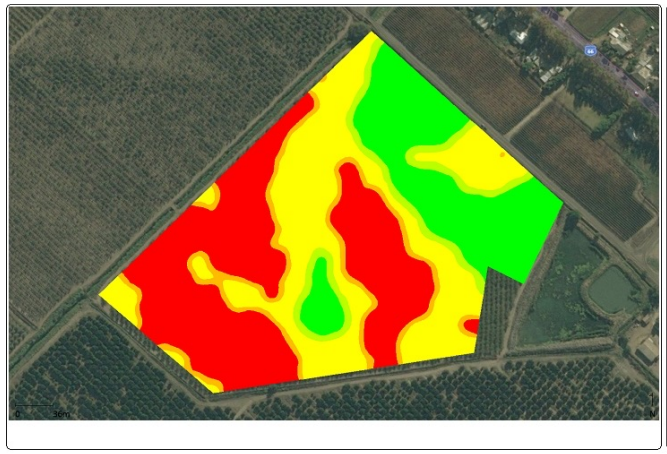
Muestreo de Suelo usando sensores proximales

LADA
HY·ZE

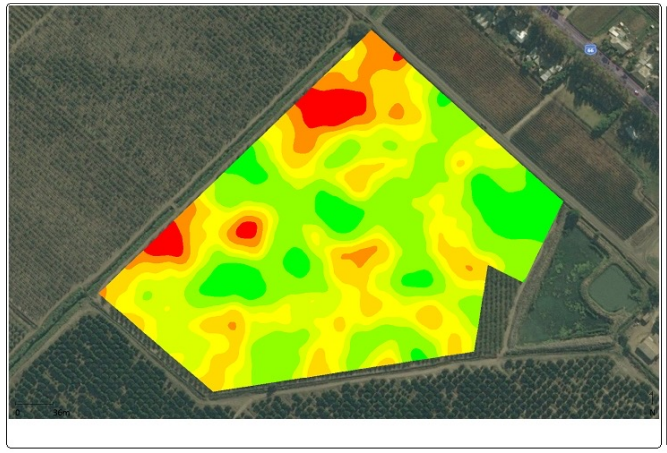
Propiedades químicas del suelo



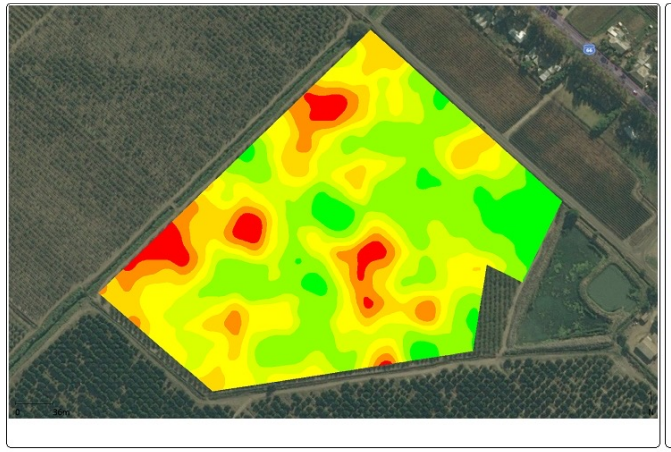
MO del suelo
(%)
3.65 - 4.30
3.20 - 3.65
3.20 - 3.20
2.96 - 3.20
2.72 - 2.96
2.35 - 2.72
1.72 - 2.35



pH del suelo
((1))
7.08 - 7.20
7.03 - 7.08
6.98 - 7.03
6.95 - 6.98
6.80 - 6.95

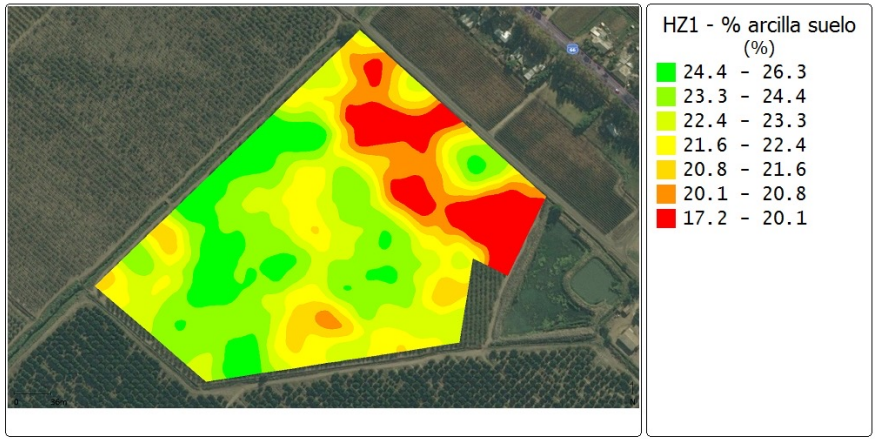


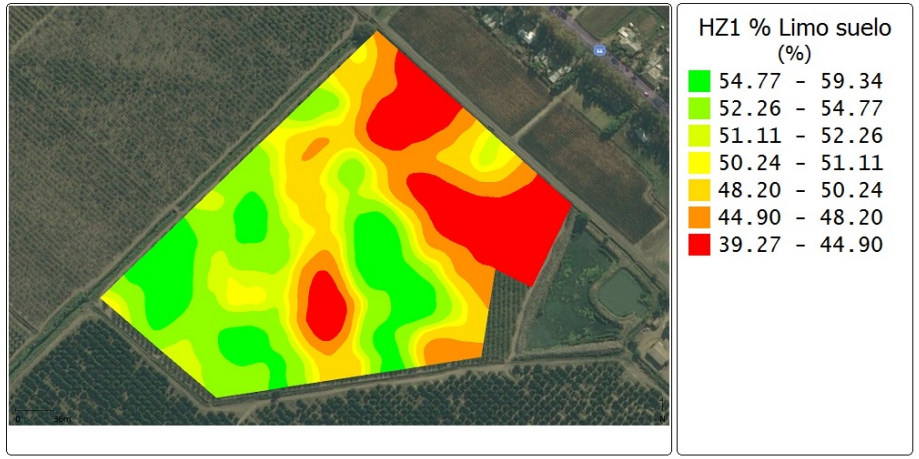
P Olsen
(mg/kg)
26 - 38
21 - 26
17 - 21
14 - 17
10 - 14
6 - 10
4 - 6

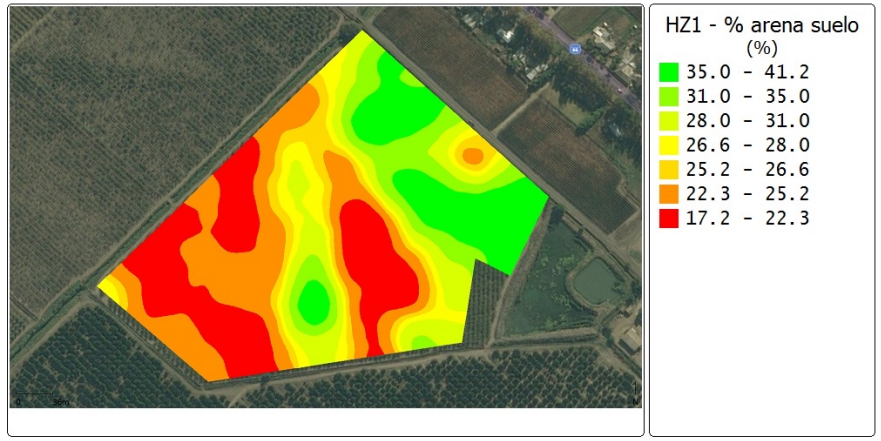


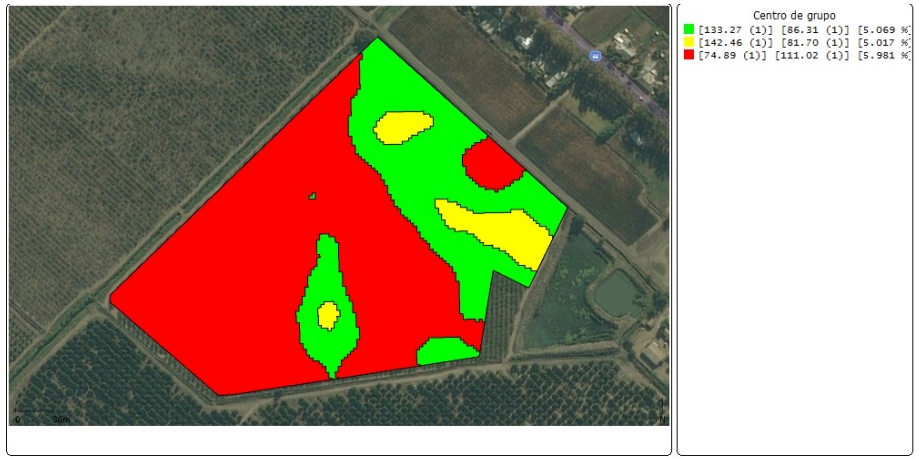
K del suelo
(ppm)
276 - 386
234 - 276
206 - 234
179 - 206
152 - 179
122 - 152
70 - 122

Propiedades físicas del suelo



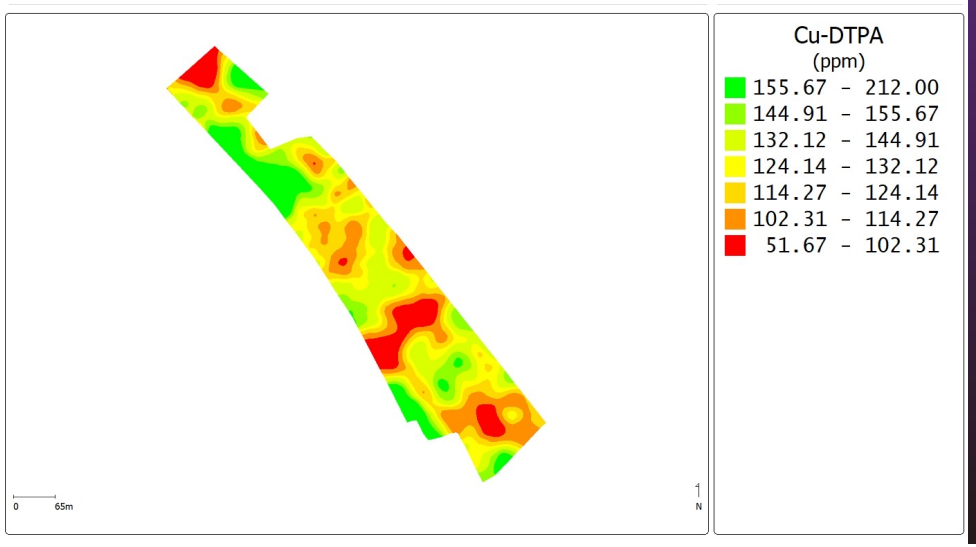




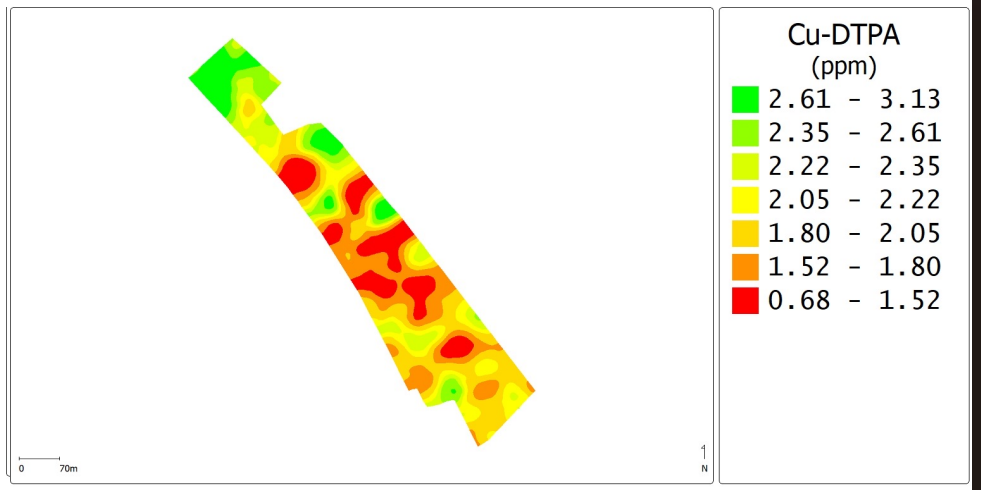


Cambios en las propiedades del suelo (0-30 cm) con la construcción de camellón

Antes



Después



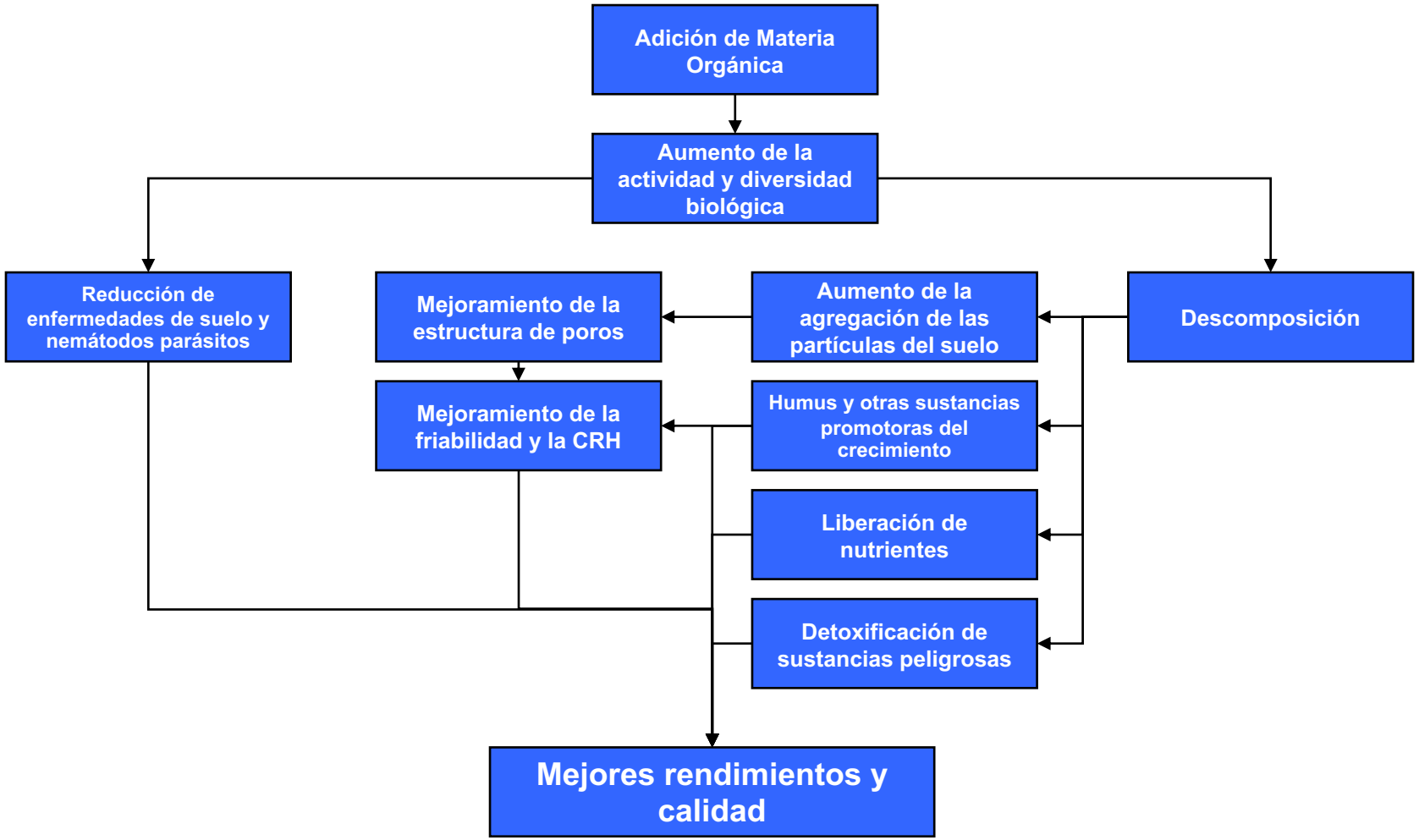
$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum(antes - después)^2}{n}}$$

$$\%cambio = \frac{RMSE}{antes} * 100$$

% cambio=100.2

Mejoramiento de suelo: uso de materia orgánica

Calidad de suelo-productividad



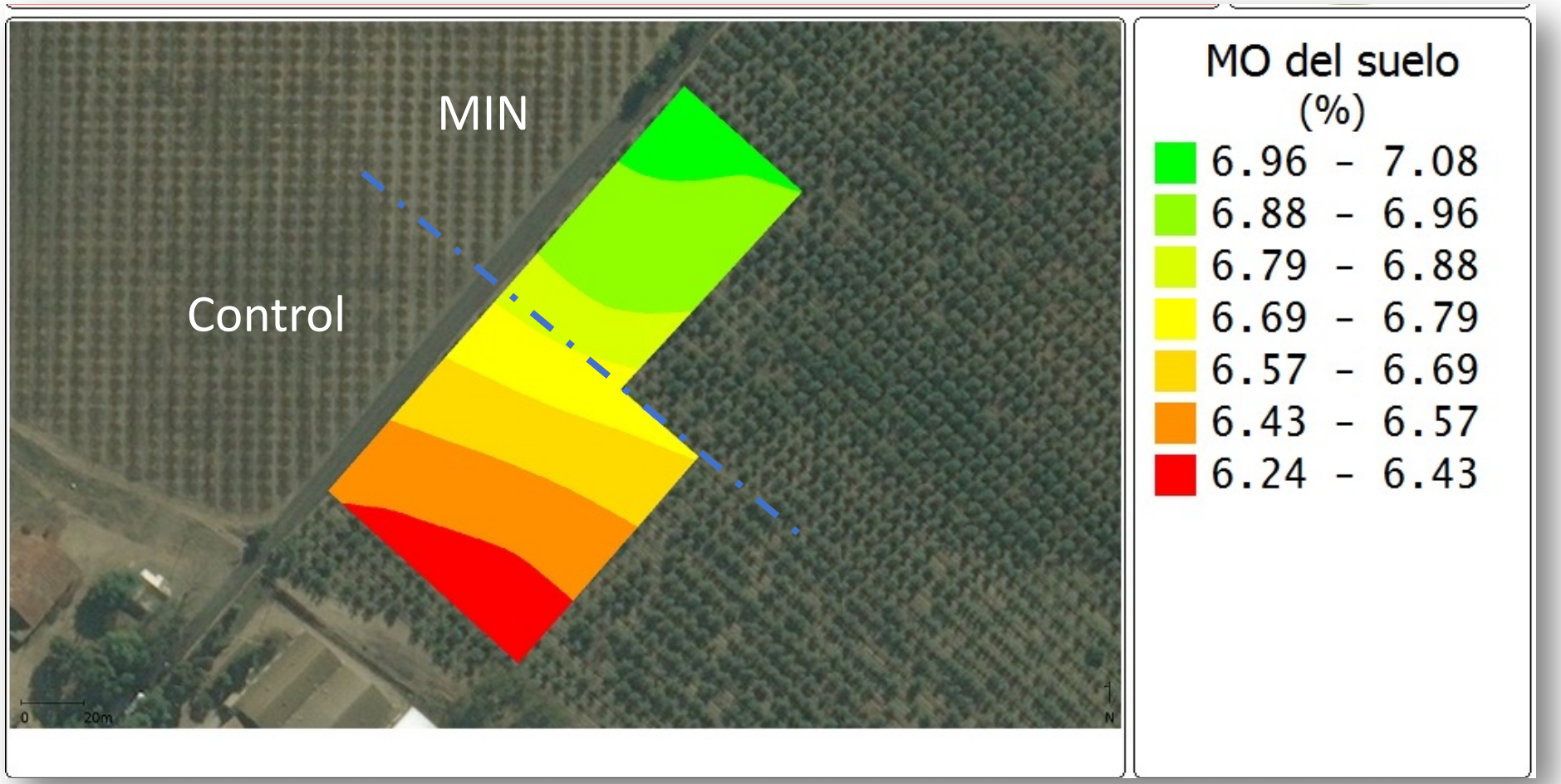
Gentileza Rodrigo Ortega

Análisis de Compost

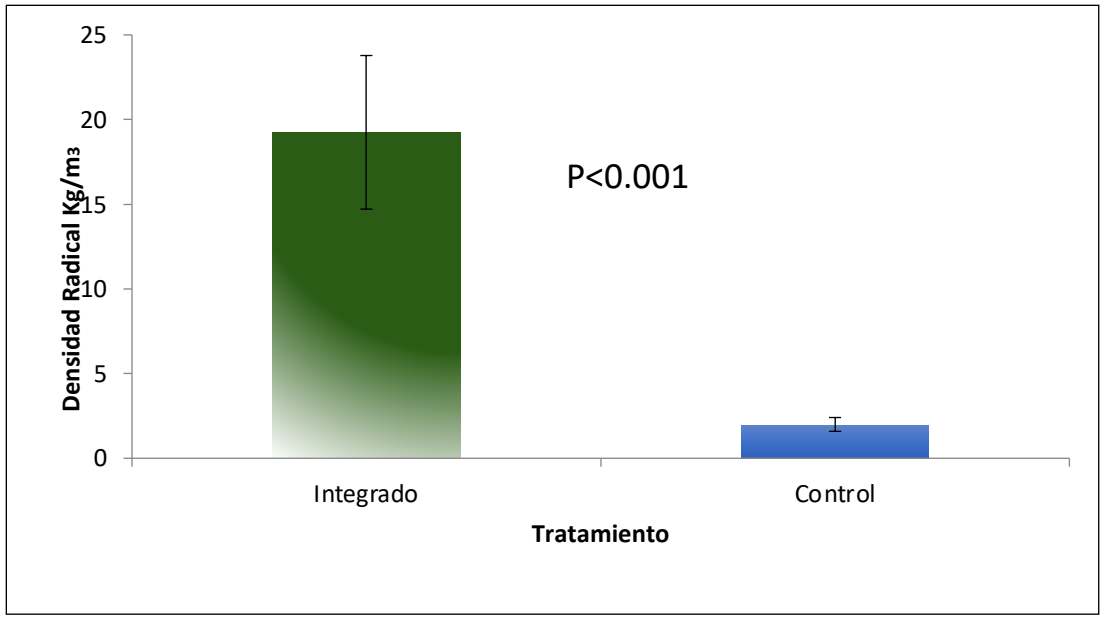
Variables	Unidades	Valores
pH		7.82
C.E.	(dS/m)	0.86
Humedad	%	47.20
Carbono total	%	22.50
Nitrógeno total	%	1.30
Relación C/N	-	16.00
Fósforo total	%	0.24
Potasio total	%	1.45
$N\text{-}NO_3$	ppm	229.00
$N\text{-}NH_4$	ppm	185.00
$N\text{-}NH_4/N\text{-}NO_3$	-	0.81
N extractable	ppm	414.00
P-Olsen	ppm	448.00
K Extractable	cmol/kg	43.20
NMP *Salmonella sp.*	NMP/g	<L.D.
NMP *E.coli*	NMP/g	<L.D.

Compost Tipo A

Contenido de Materia Orgánica en el suelo después de 5 años de aplicaciones de compost

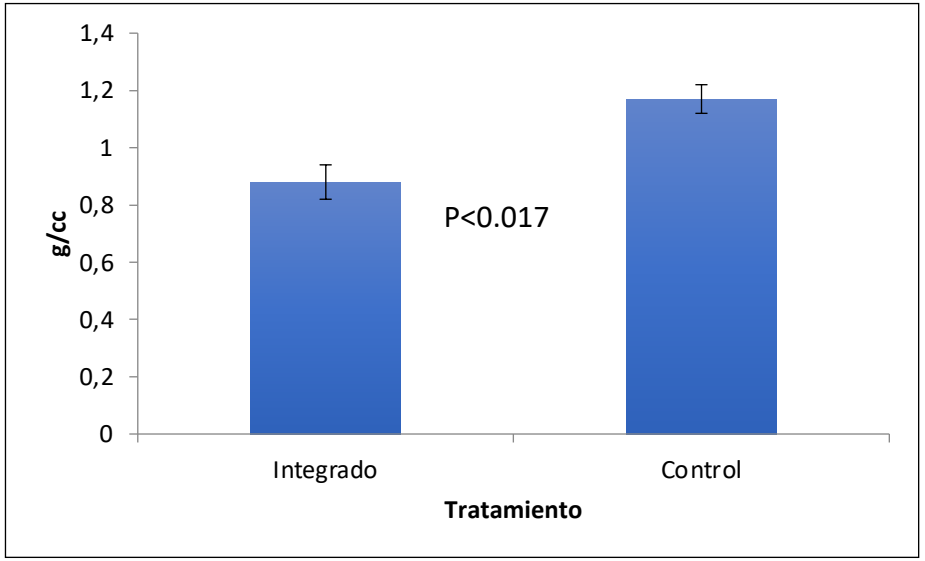


Densidad de raíces afectada por tratamientos

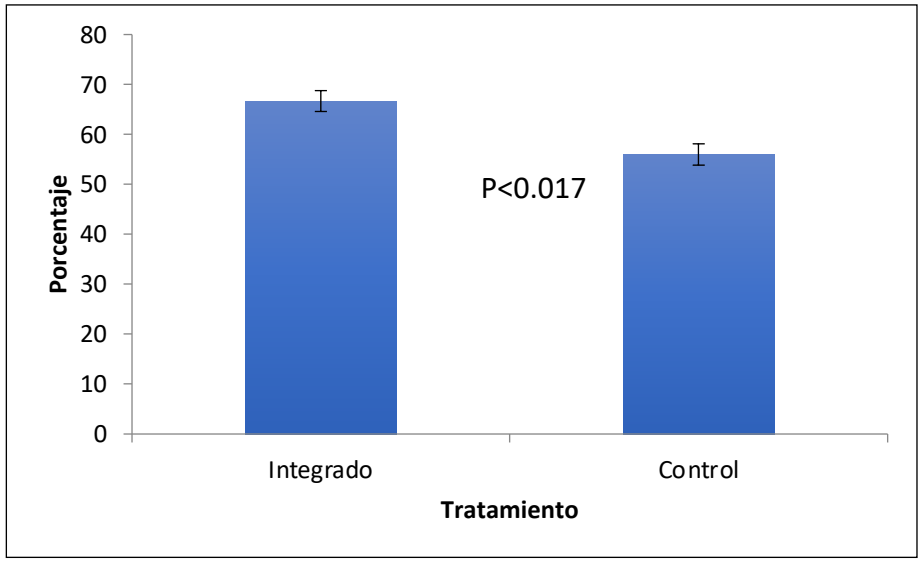


Características físicas del suelo luego de aplicación de compost

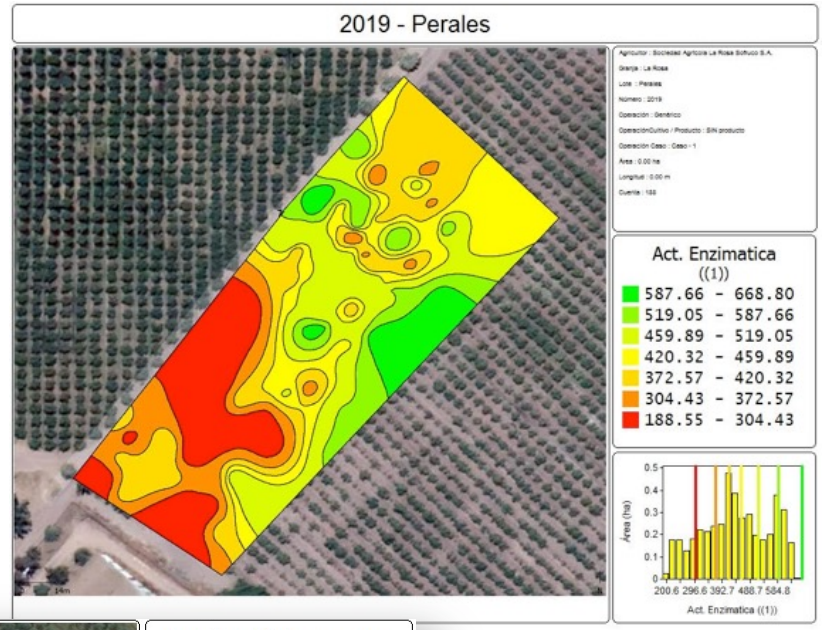
Densidad Aparente

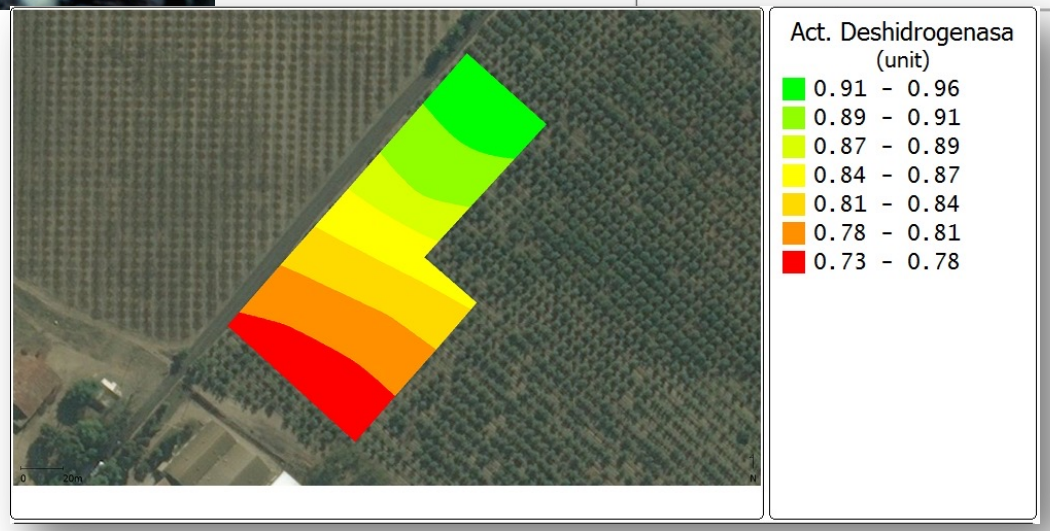


Porosidad

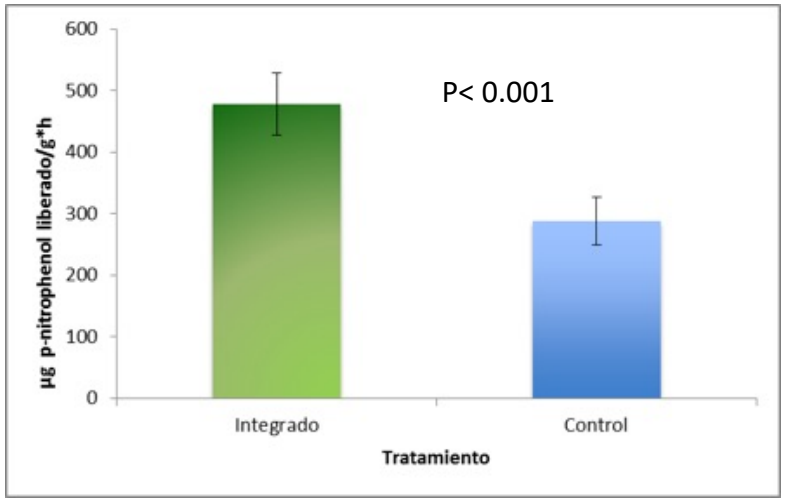


Actividad microbiológica en el suelo

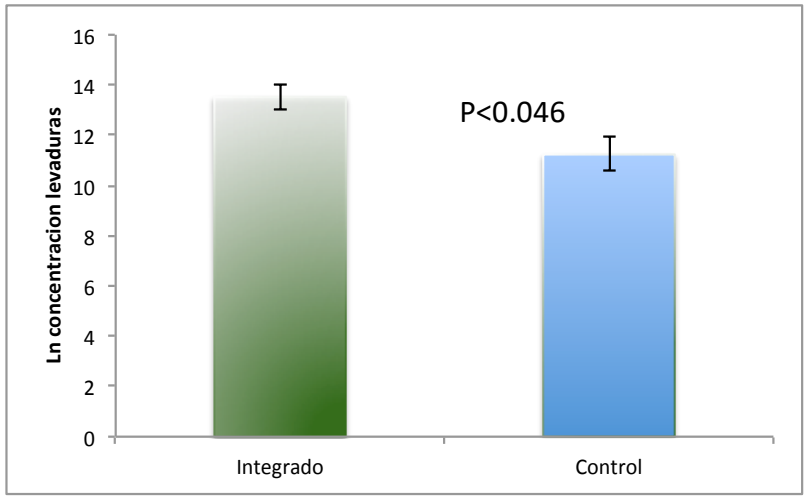




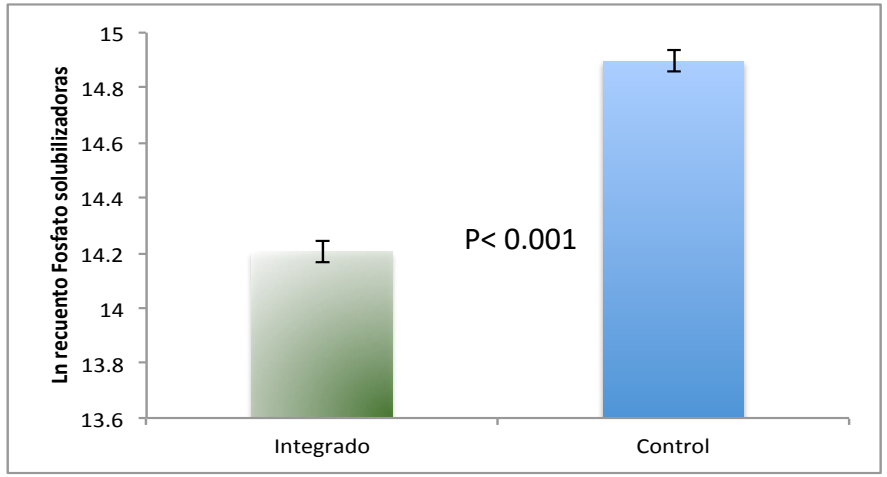
Actividad enzimática β Glu en suelo

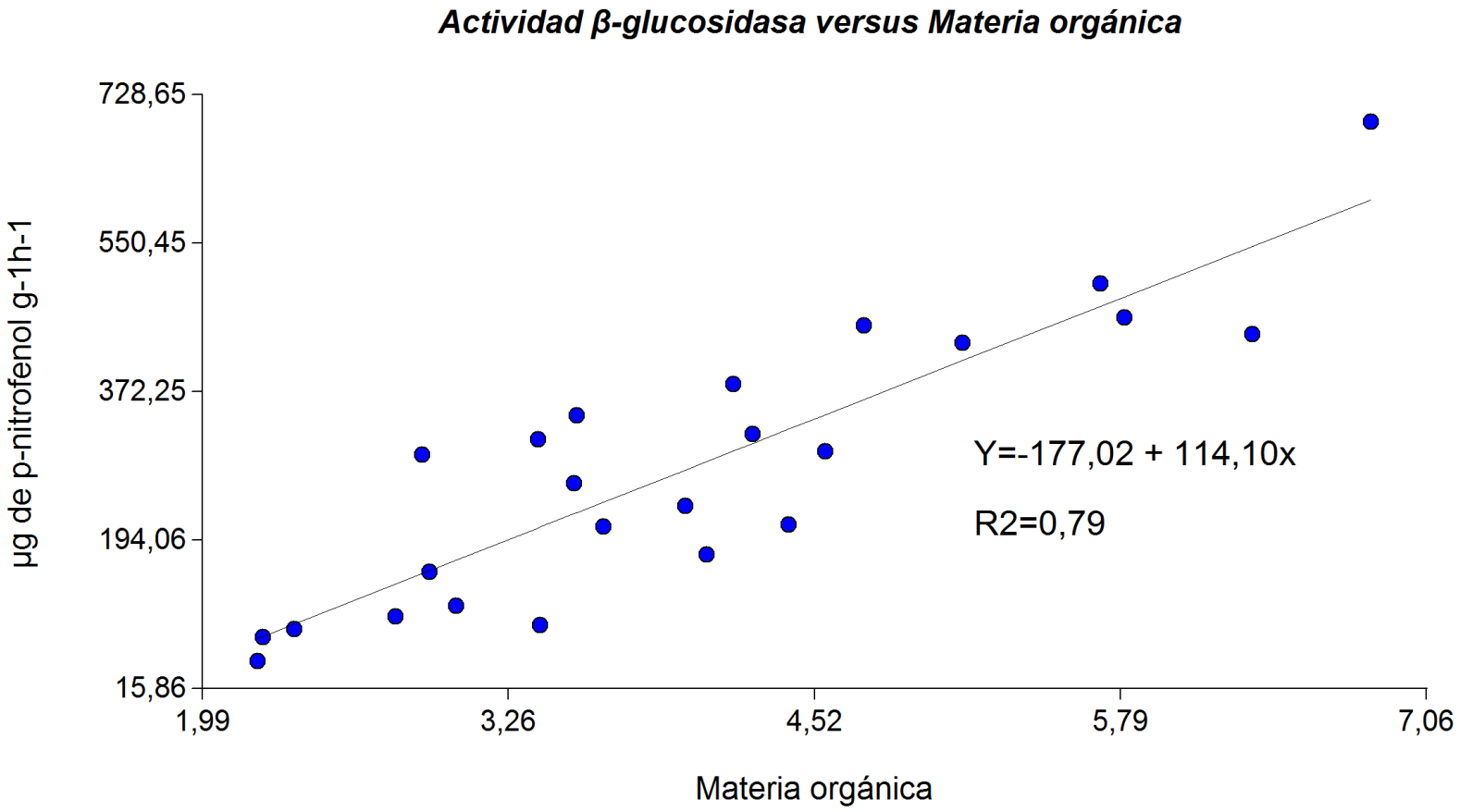


Recuento de Levaduras (Ln)

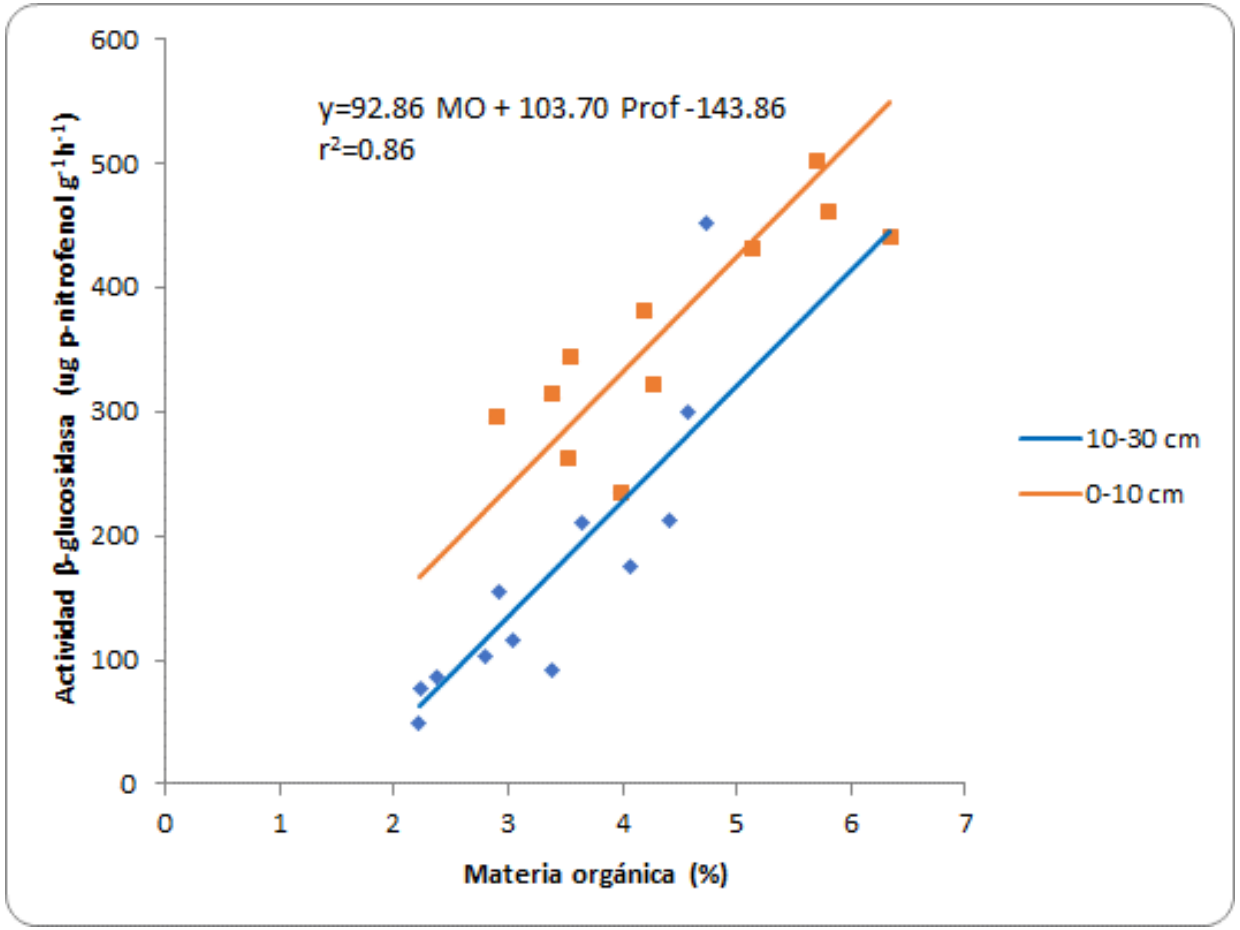


Recuento fosfato solubilizadoras (Ln)

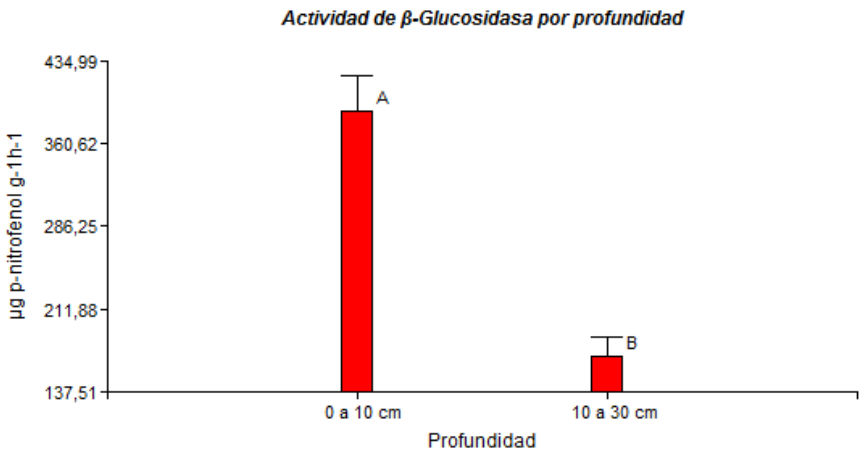


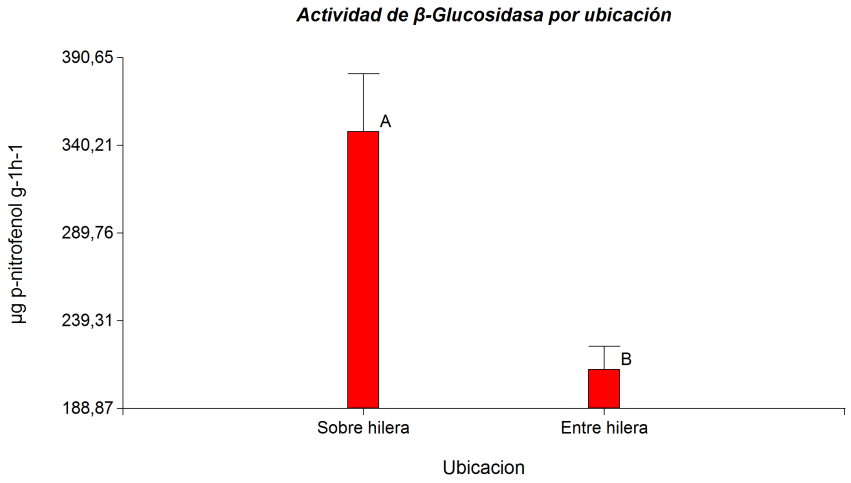

Actividad β-glucosidasa versus Materia orgánica
µg de p-nitrofenol g-1h-1
728,65
550,45
372,25
194,06
15,86
1,99
3,26
4,52
5,79
7,06
Materia orgánica
Y=-177,02 + 114,10x
R2=0,79

Efecto de materia orgánica y profundidad sobre la actividad enzimática



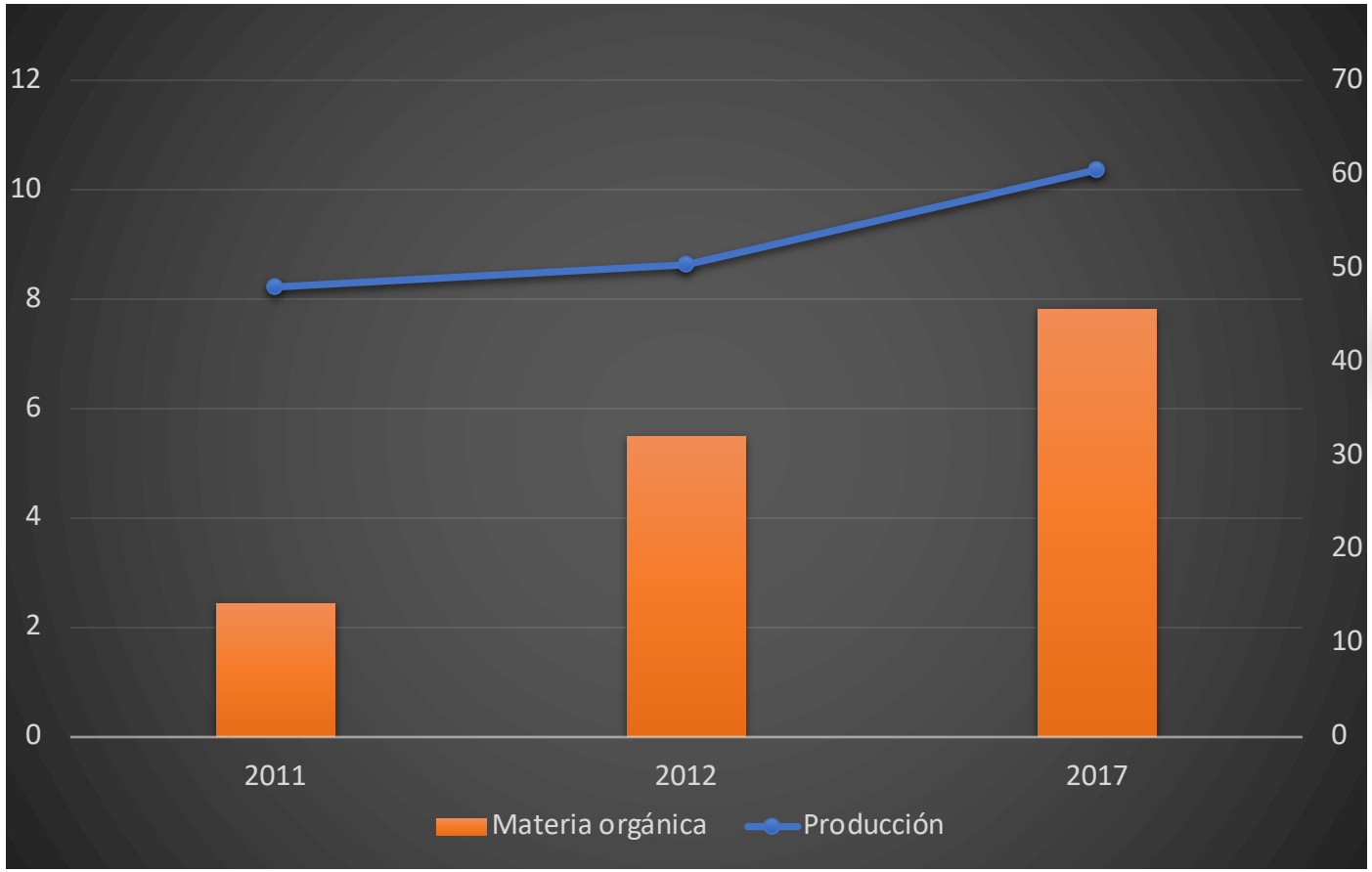
Actividad Enzimática





Evolución del rendimiento y materia orgánica del suelo

% M.O. Suelo



Ton/ha

Modelo Crecimiento de Raíces

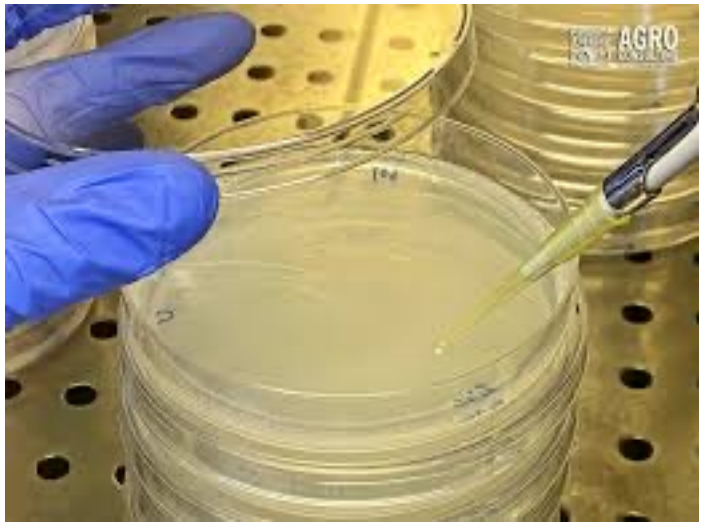
DENSIDAD RADICAL = 198+0.0293*βGlu – 30,3*Da – 293*CE – 22.8*pH +23.1 MO

R^2= 0.90

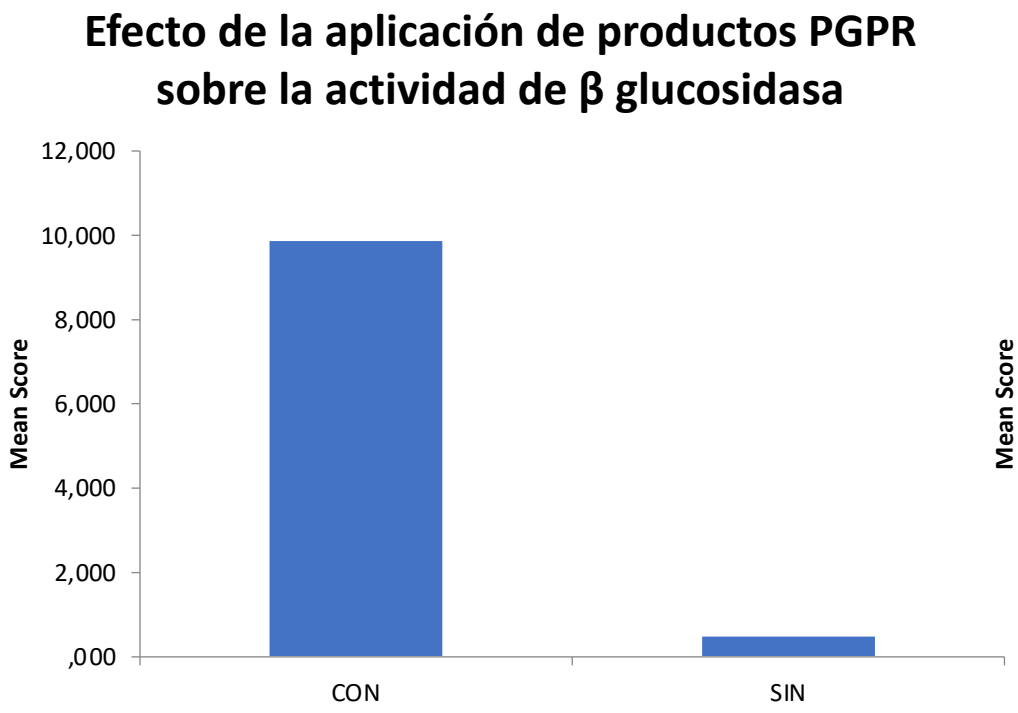
Donde :

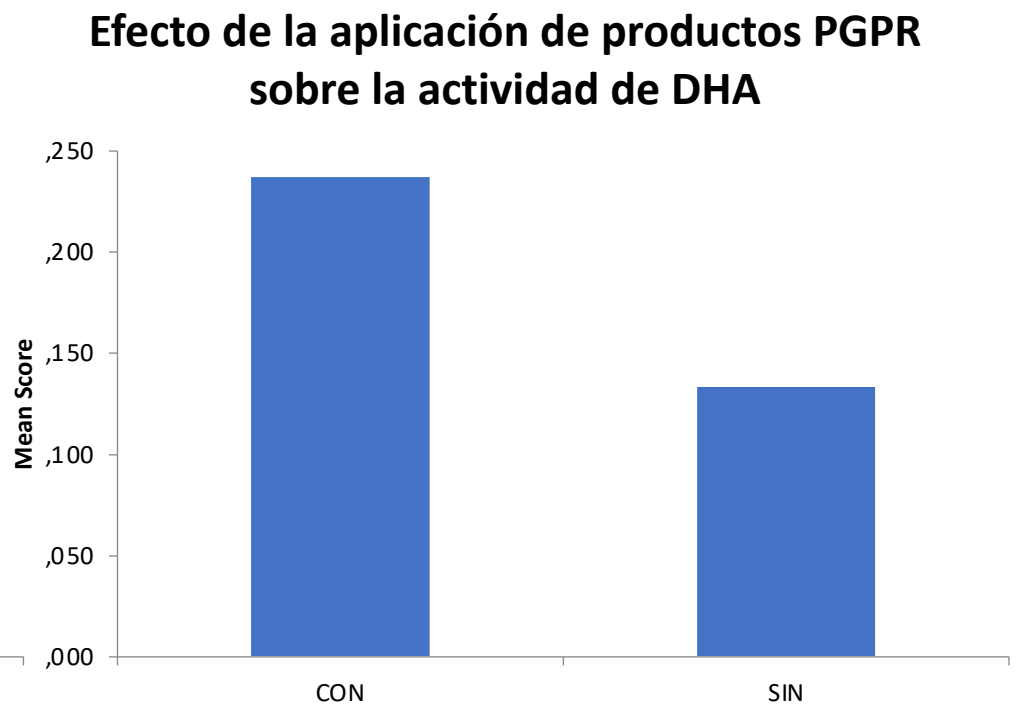
- βGlu = Actividad β glucosidasa.
- Da = Densidad aparente.
- CE = Conductividad eléctrica.
- pH = pH
- MO = Materia orgánica

Uso de inoculantes para mejorar la actividad microbiológica del suelo



Efecto de la aplicación de algún tipo de bioinsumo a base de PGPR sobre la actividad β-glucosidasa y deshidrogenasa

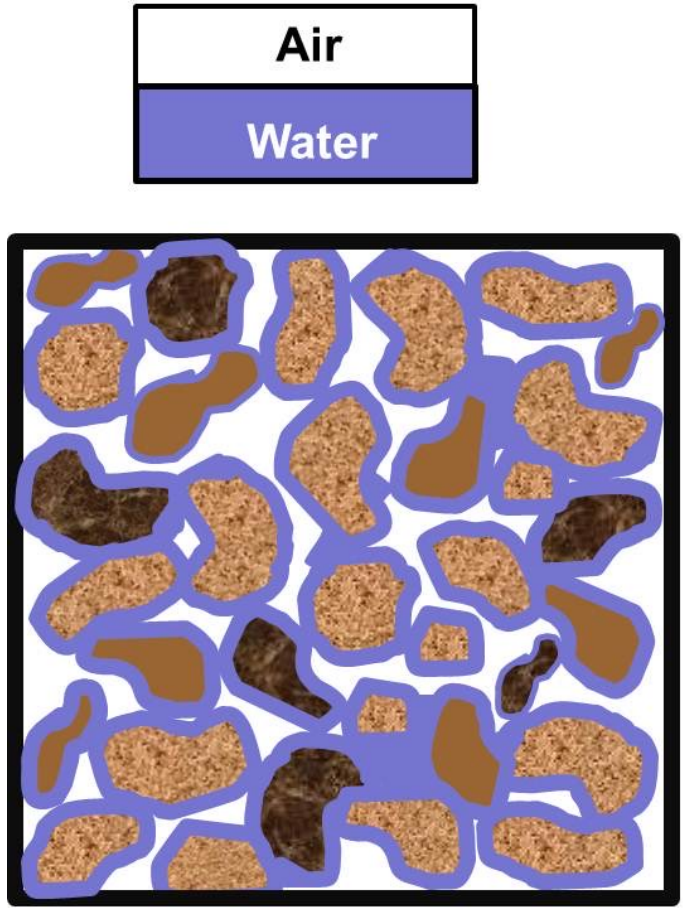


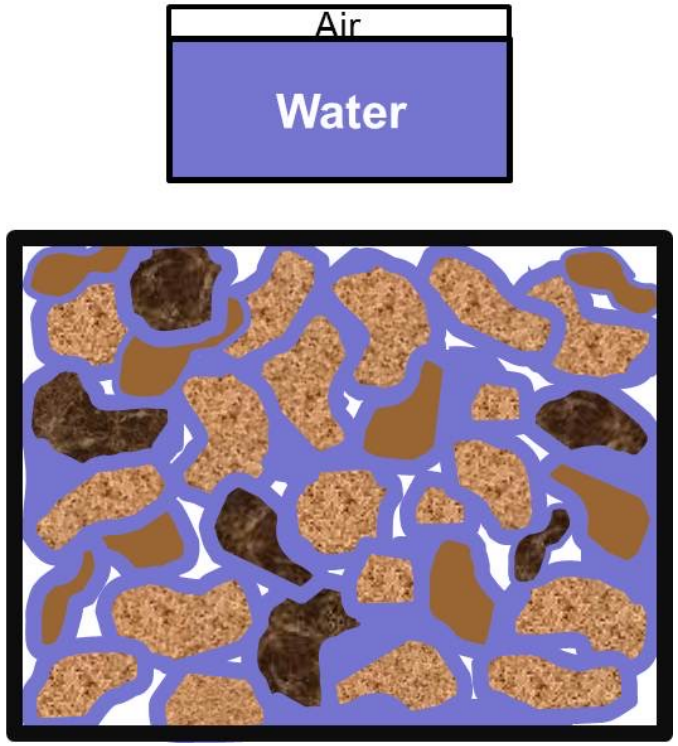


Dosis de Inoculante PGPR

Prof. (cm)	Peso suelo (ton)	Peso suelo banda (ton)	Con. Deseada (UFC/g)	UFC/ha	Conc. Producto (UFC/mL)	mL/ha	L/ha
10	1000	500	1.00E+06	5E+14	1.00E+12	500	0.5
10	1000	500	1.00E+06	5E+14	1.00E+10	50000	50
10	1000	500	1.00E+06	5E+14	1.00E+08	5000000	5000
10	1000	500	1.00E+06	5E+14	1.00E+06	500000000	500000

Compactación





Gentileza R. Ortega

Source: Minnesota University

Compactación

Densidad Aparente

Soil texture	Ideal bulk densities	Bulk densities that may affect root growth	Bulk densities that restrict root growth
	---------- g/cm^3	----------	
Sands, loamy sands	<1.60	1.69	>1.80
Sandy loams, loams	<1.40	1.63	>1.80
Sandy clay loams, loams, clay loams	<1.40	1.60	>1.75
Silts, silt loams	<1.30	1.60	>1.75
Silt loams, silty clay loams	<1.40	1.55	>1.65
Sandy clays, silty clays, some clay loams (35-45% clay)	<1.10	1.49	>1.58
Clays (>45% clay)	<1.10	1.39	>1.47

Fuente:USDA

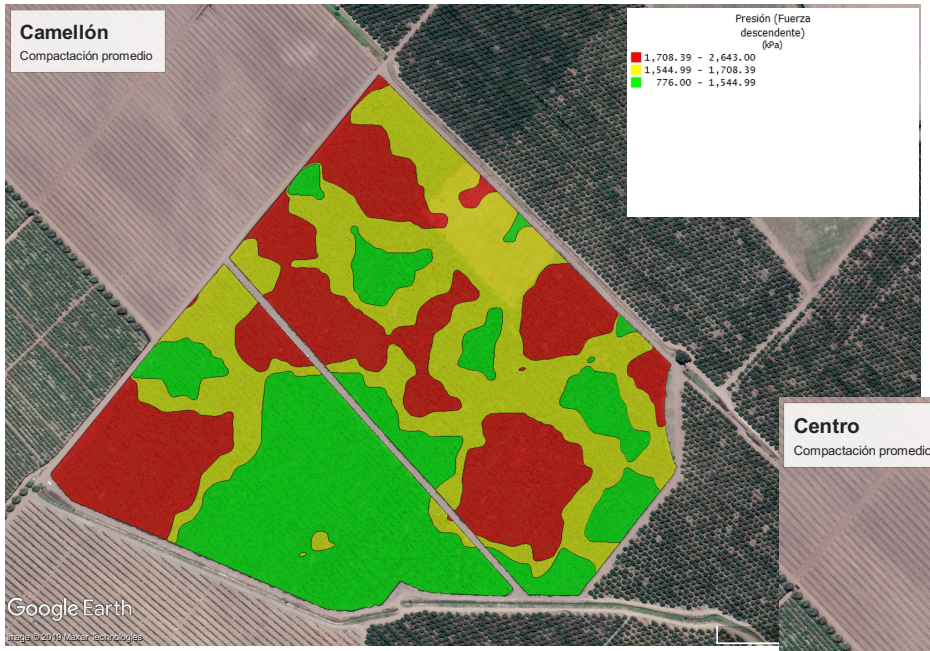
Gentileza R. Ortega

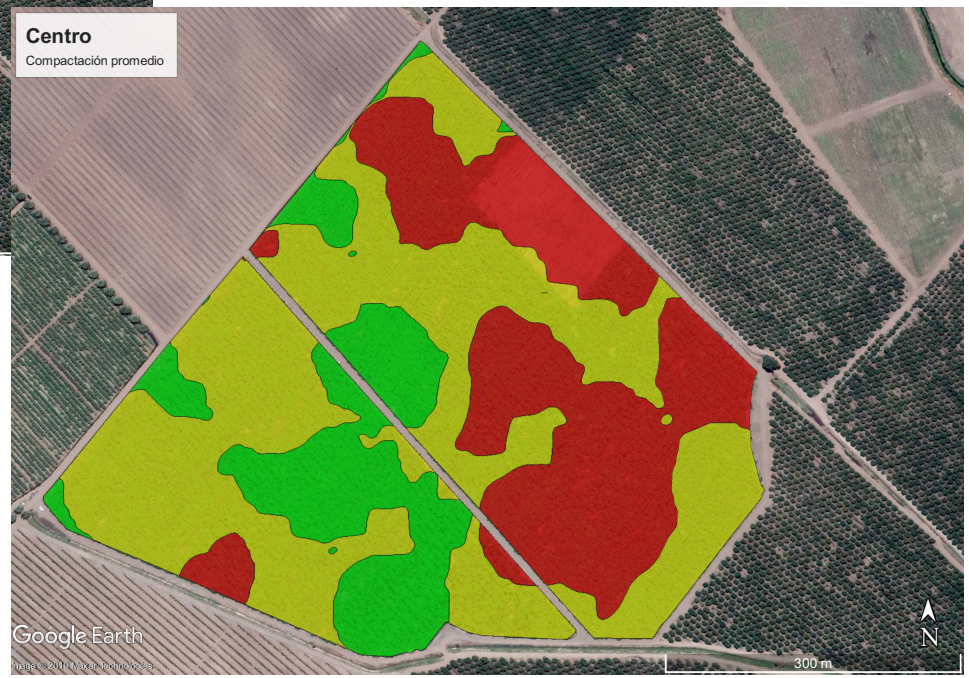
Compactación

- Raíces no pueden penetrar en un suelo que tiene > 2 MPa (300 PSI)
- Pueden existir problemas de compactación con 1MPa (145 PSI).

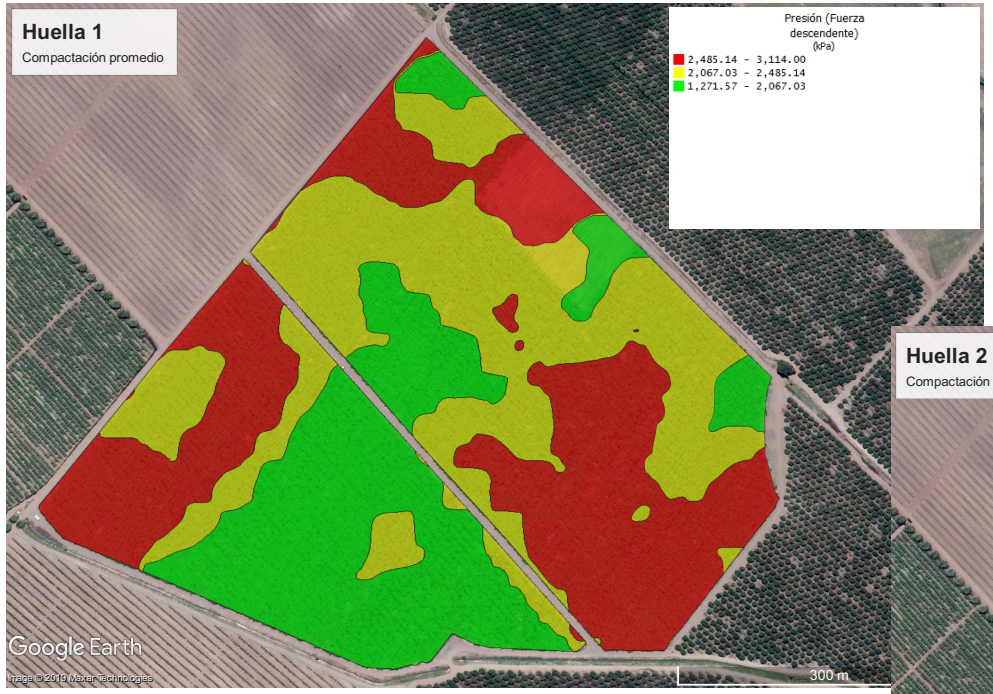
Grilla de Muestreo para medir compactación

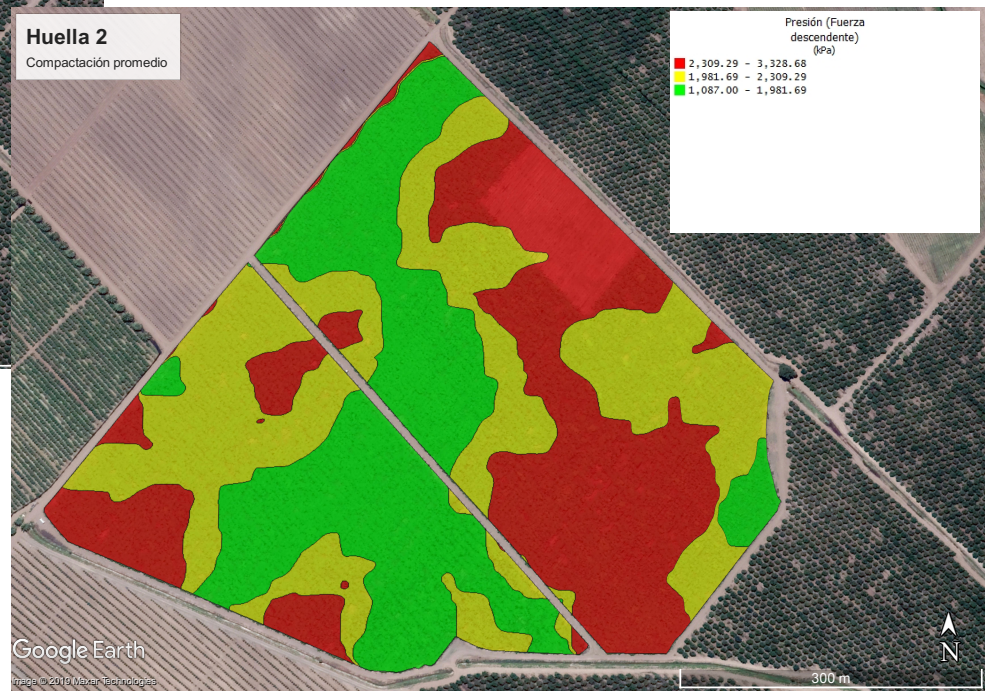
Compactación camellón y centro entre hilera





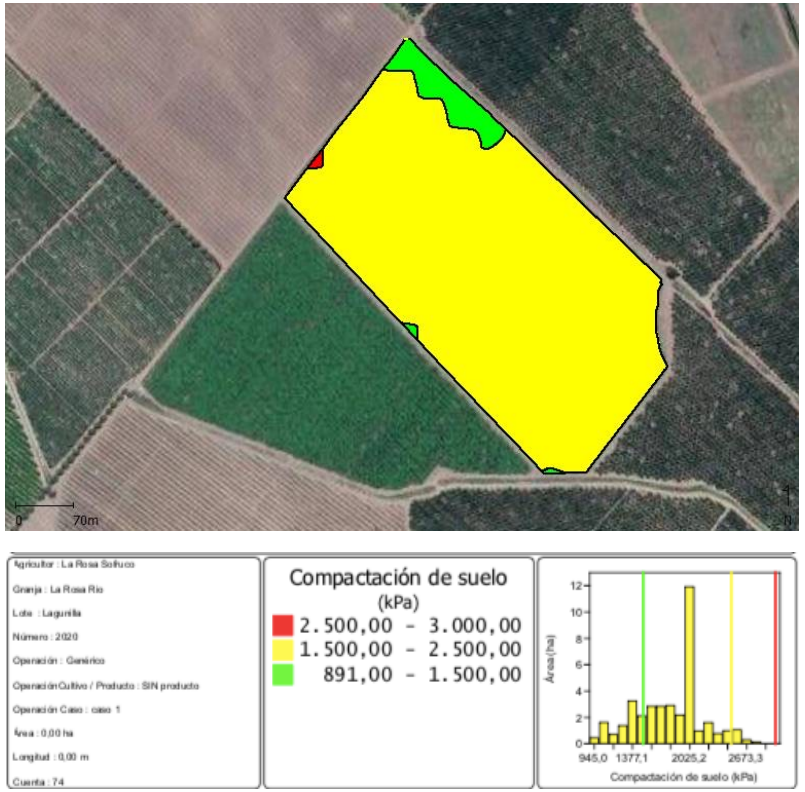
Compactación huella tractor



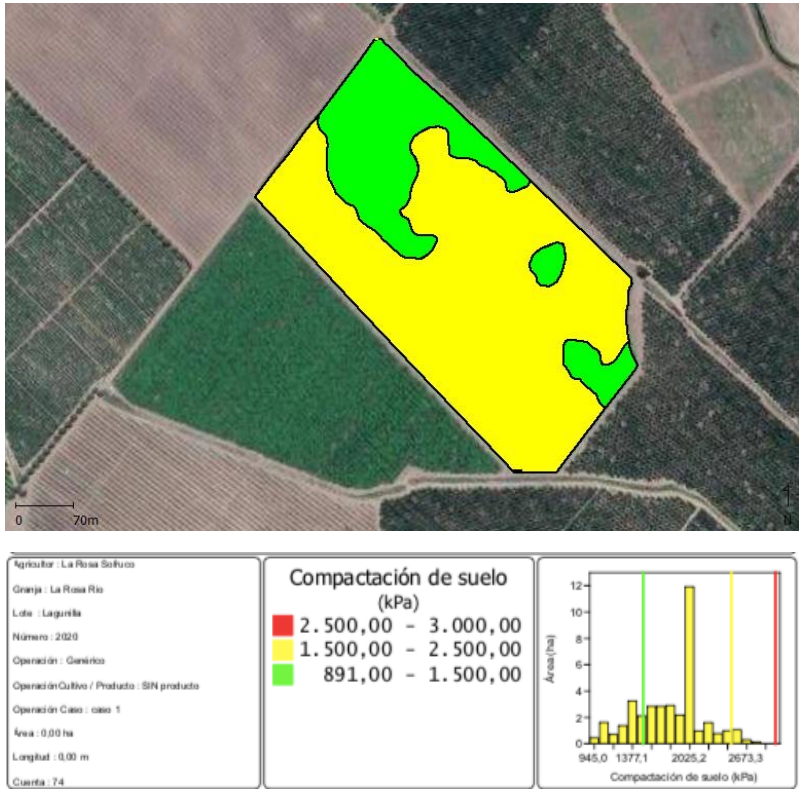


Evaluación tratamiento descompactación

Compactación 2019

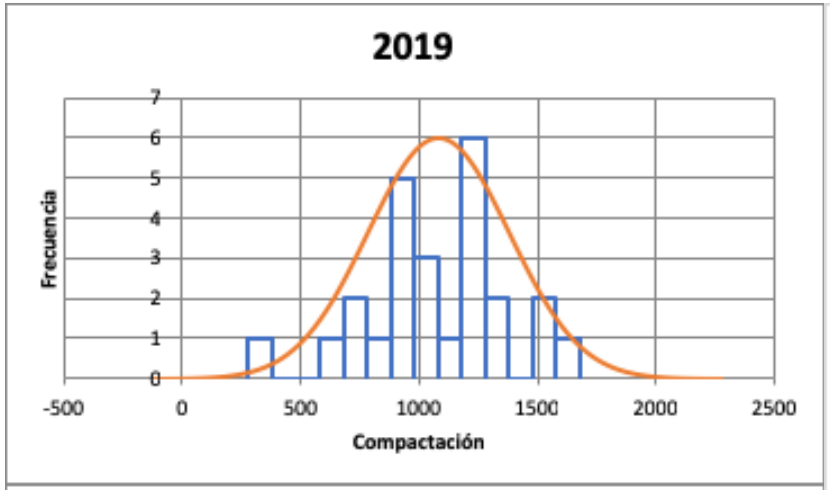


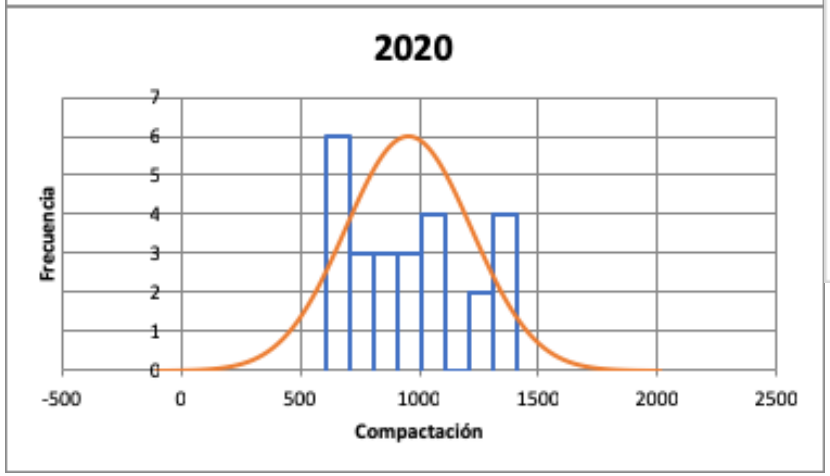
Compactación 2020

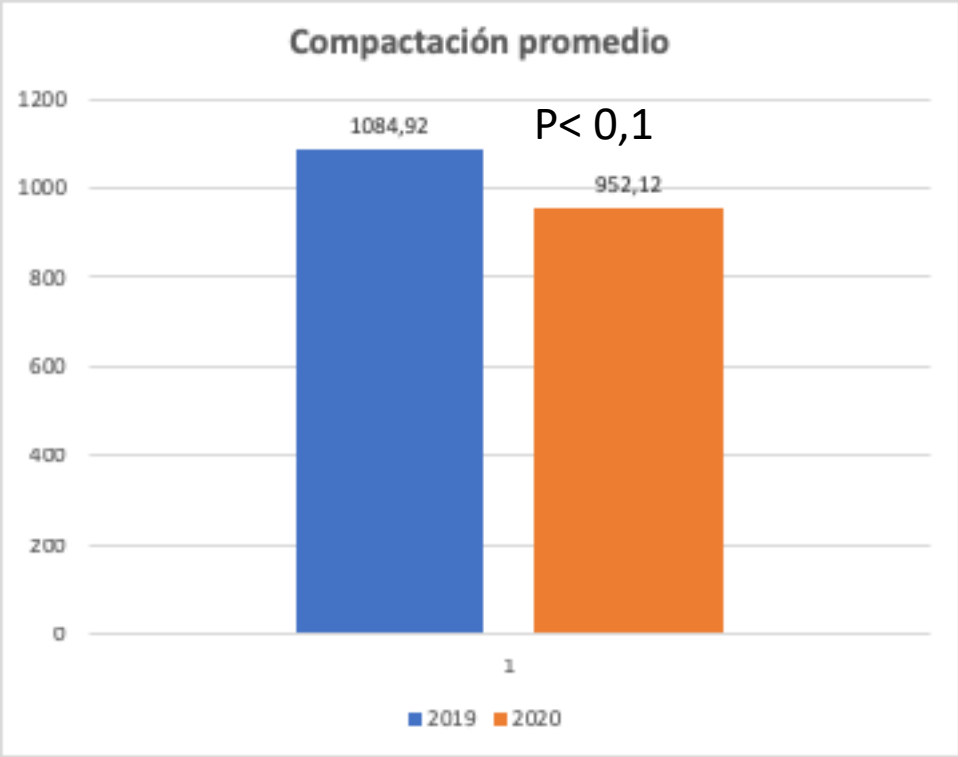


Evaluación tratamiento descompactación

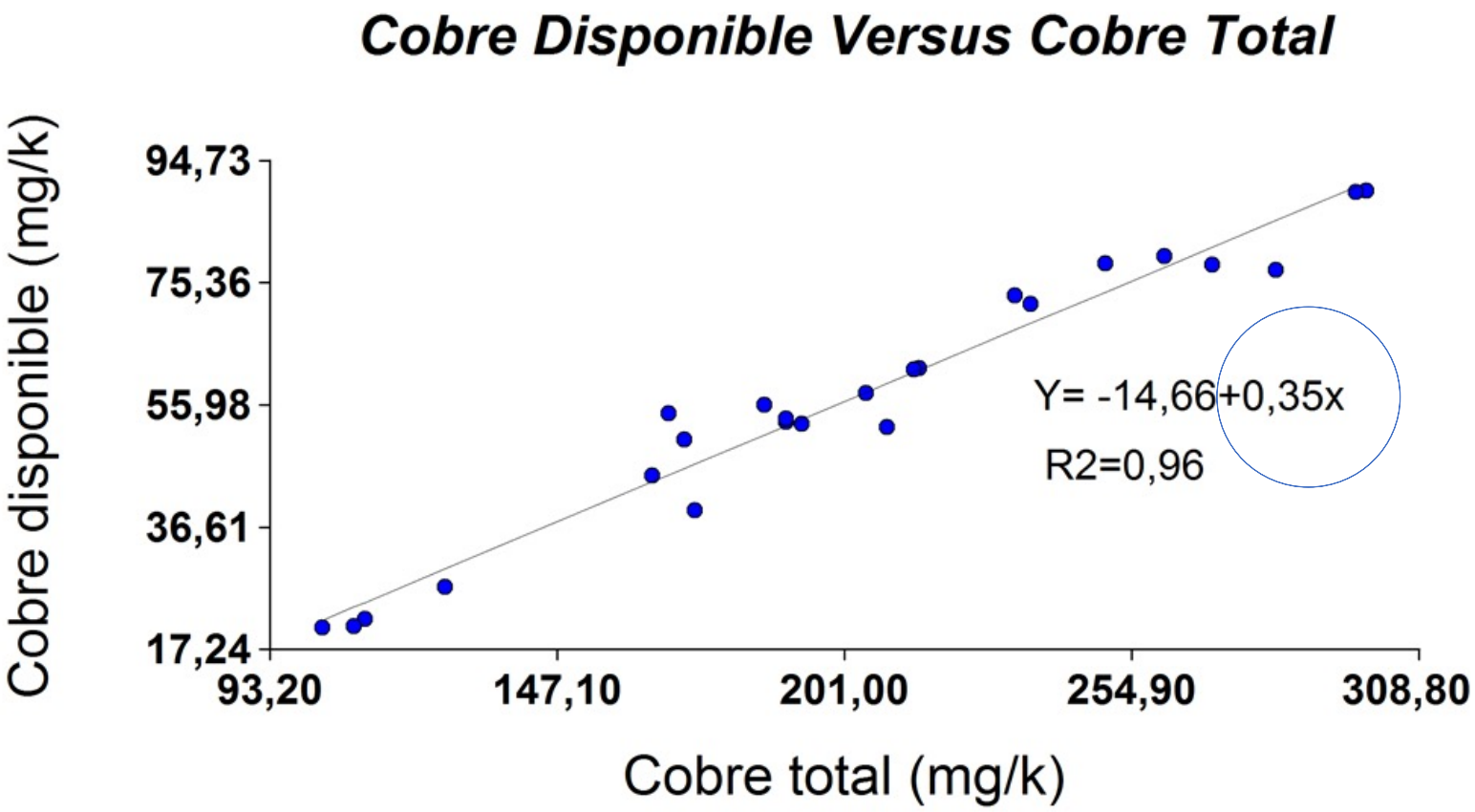
Análisis de datos



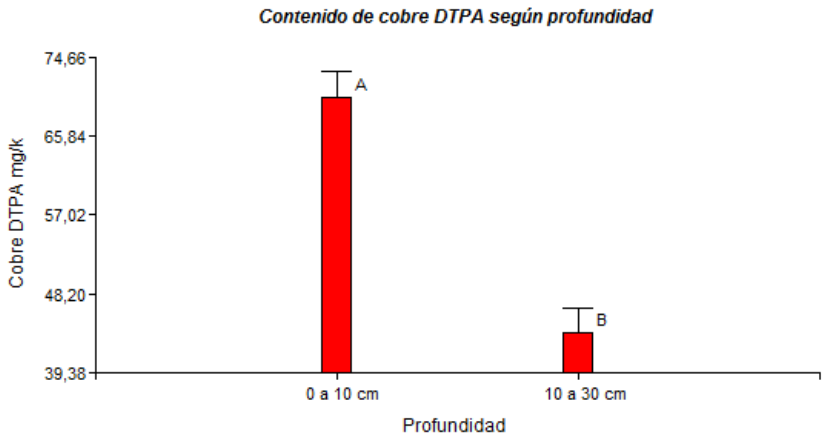


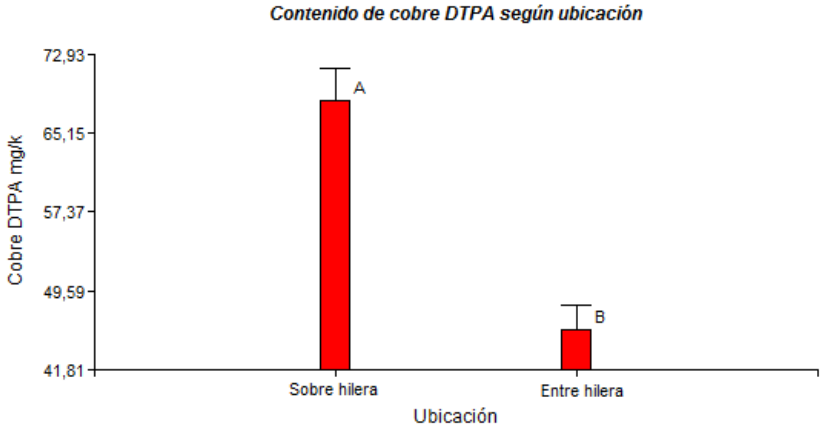


Uso del Cobre y su interacción con el suelo

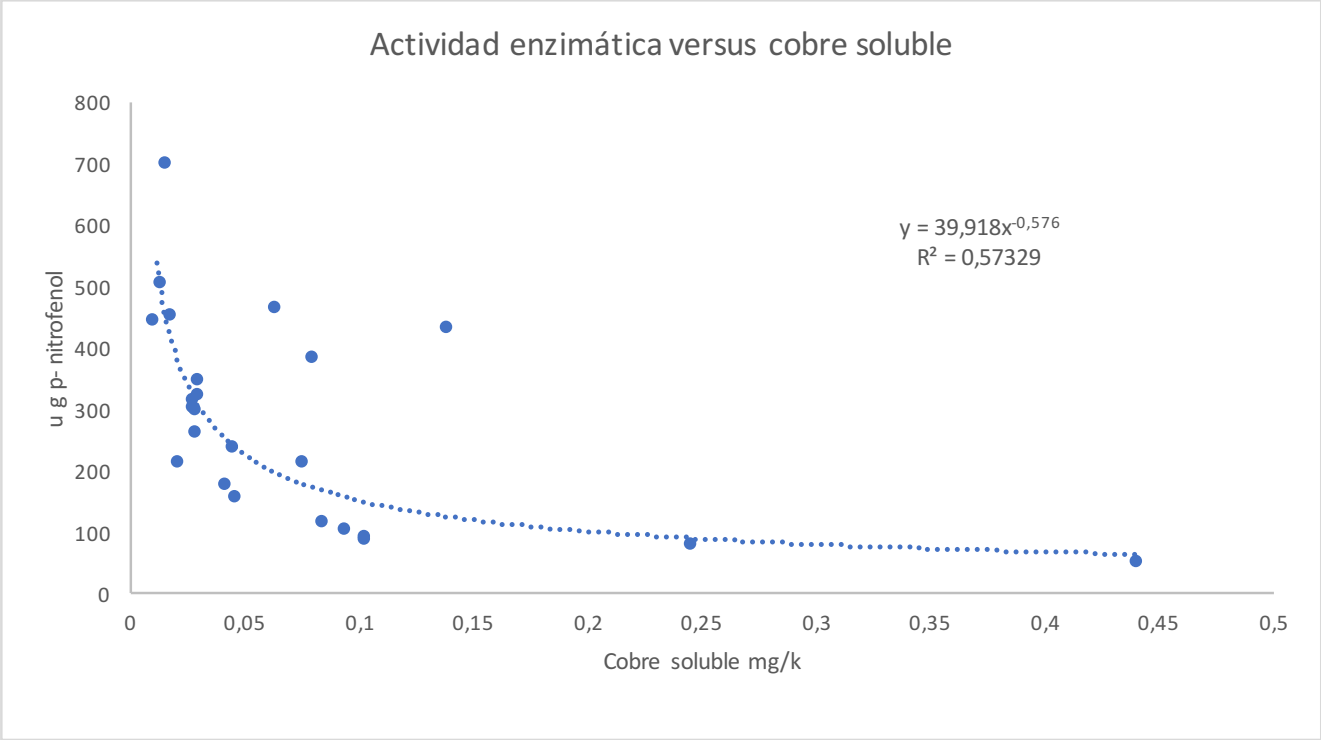

Cobre Disponible Versus Cobre Total
Cobre disponible (mg/k)
94,73
75,36
55,98
36,61
17,24
93,20
147,10
201,00
254,90
308,80
Cobre total (mg/k)
Y= -14,66+0,35x
R2=0,96

Contenido de cobre DTPA

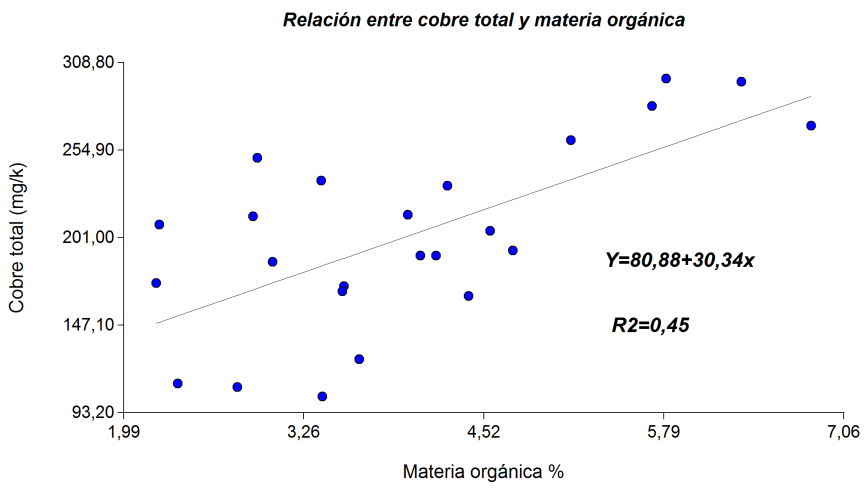


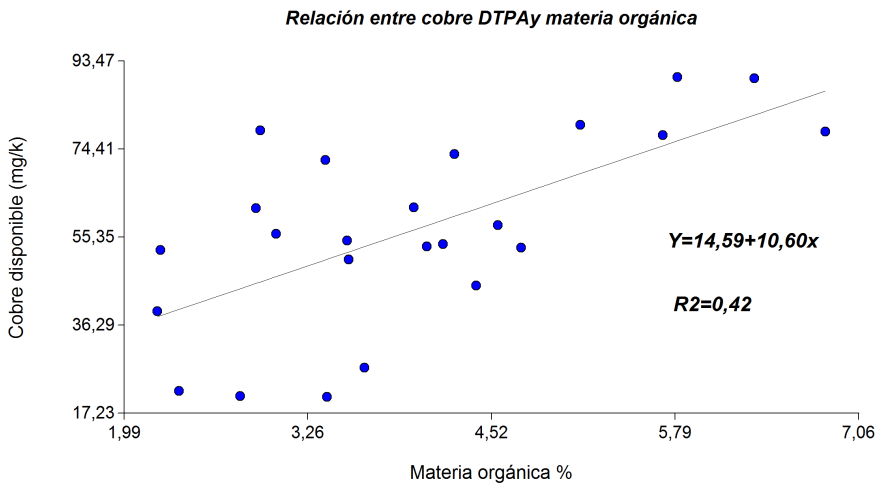


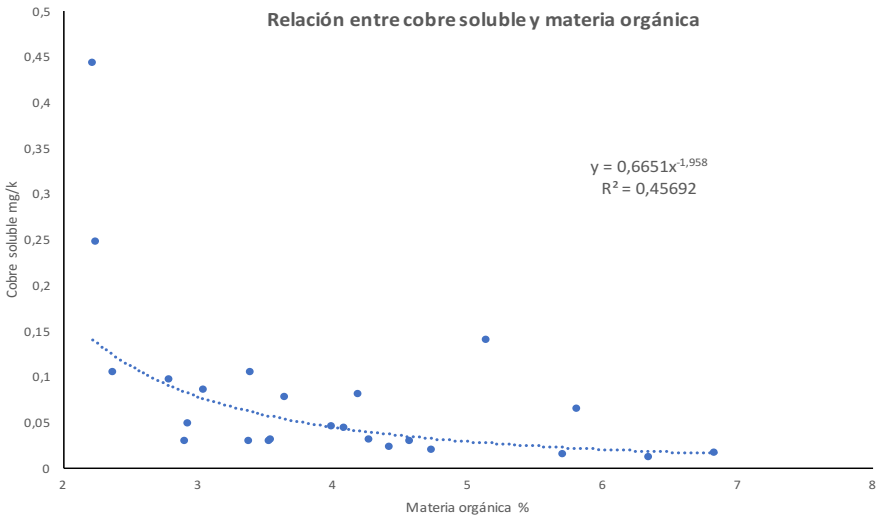
Relación entre cobre soluble en el suelo y actividad enzimática



Relaciones entre materia orgánica y fracciones de cobre en el suelo







Consideraciones Finales

- Herramientas de diagnóstico y seguimiento son esenciales para implementar y evaluar los cambios en el suelo.
- Al usar de PGPR tener en cuenta la concentración la cual vienen los productos.
- El cobre soluble disminuye la actividad microbiológica en los suelos, sin embargo en la medida que aumenta la materia orgánica en el suelo, este disminuye.
- Los camellones cambian las características físicas y químicas del suelo en distintos porcentajes. Esto se debe tener en cuenta para tomar las medidas necesarias.
- El uso de la tecnología es necesario en la toma de decisiones

¡Muchas Gracias!

Hugo Poblete Herrera

Ingeniero Agrónomo

Magister en Gestión Tecnológica Agronómica

Marzo, 2023

10 EXPO ciruelas secas
El reencuentro de la industria
The industry is meeting again

ProChile
MINISTERIO DE RELACIONES EXTERIORES

Chile prunes association