



9-10  
OCTUBRE  
LO VALLEDOR  
2024

# Sustentabilidad de los sistemas agropecuarios

Ing. Agr. (Dr.) Marcelo Beltrán



CHILE  
AVANZA  
CONTIGO

FUNDACIÓN  
FUCOA





La degradación de las tierras es un problema generalizado a escala global y ha sido señalado por la Organización de las Naciones Unidas como uno de los aspectos del cambio global más importantes a los que se enfrenta la humanidad.



**9-10**  
**OCTUBRE**  
**LO VALLEDOR**  
**2024**



## Situación actual en ALC

América Latina y el Caribe (ALC) cuenta con sólo un 8% de la población mundial, tiene el 23% de las tierras potencialmente cultivables del mundo, 12% de la tierra actualmente cultivada, 46% de los bosques tropicales del mundo y el 31% del agua dulce del planeta. La agricultura en ALC ocupa un 38% de la tierra disponible (28.5% pasturas, 9.5% cultivos). Parte de estas áreas está afectada por procesos de degradación: erosión, pérdidas de carbono orgánico, desbalance de nutrientes, salinización, sodificación, compactación y aridificación.



Ante las amenazas a los servicios ecosistémicos del suelo en la región, la alternativa es promover la gestión sostenible de los suelos a través de la implementación de las Directrices Voluntarias de Gestión Sostenible del Suelo (DVGSS). El Protocolo de evaluación del Manejo Sostenible de los Suelos de FAO, fue aplicado en 8 países de la región.

Inicialmente se relevaron las prácticas de manejo sostenible de suelo y aguas (PMSSA) que se están implementando en la región.

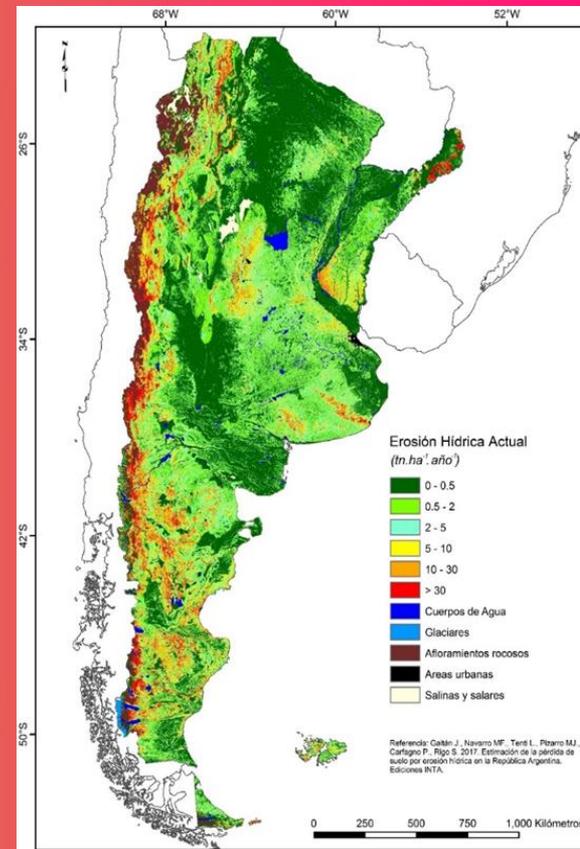
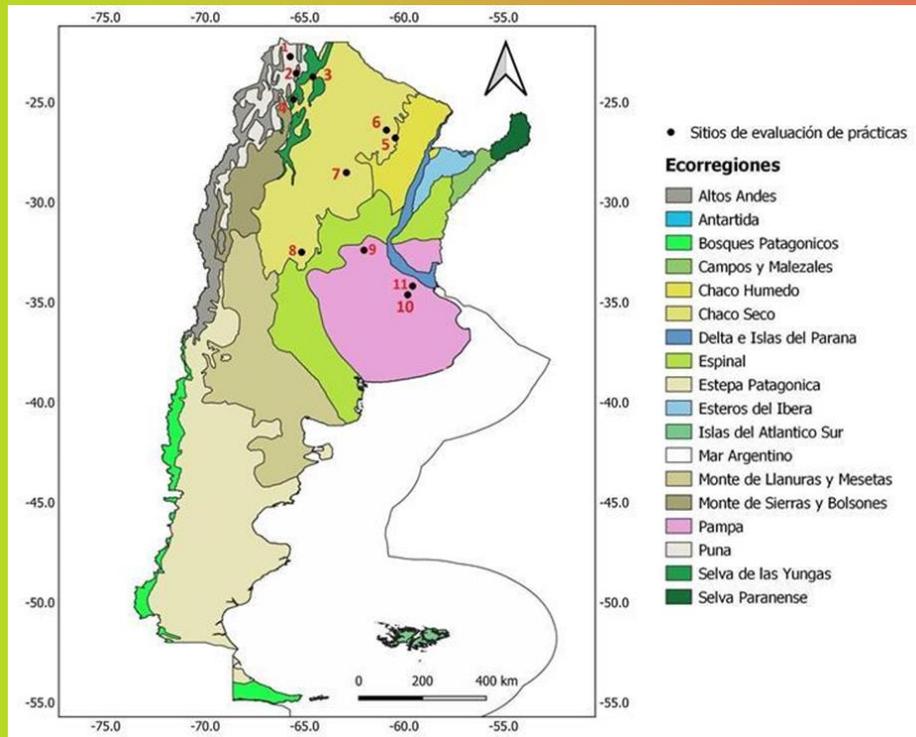


# Evaluación de prácticas de manejo sustentables en la Argentina

Sitio Piloto	Práctica de MST	Provincia	Ecorregión
1	Manejo ganadero en vegas (humedales)	Jujuy	Puna
2	Agricultura bajo manejo Agroecológico	Jujuy	Puna
3	Siembra directa en cultivos hortícolas	Jujuy	Yungas
4	Cultivo de maíz con siembra directa	Salta	Yungas
5	Manejo agroecológico en cultivo de algodón	Chaco	Chaco Seco
6	Pastoreo Racional Viosin (PRV)	Chaco	Chaco Seco
7	Manejo eficiente del riego	Santiago del Estero	Chaco Seco
8	Incorporación de cultivos de cobertura en sistemas agrícolas	San Luis	Chaco Seco
9	Uso de cultivo de cobertura en sistemas agrícolas	Santa Fe	Pampa
10	Sistema silvopastoril	Buenos Aires	Pampa
11	Incorporación de cultivos de cobertura en sistemas agrícolas	Buenos Aires	Pampa



# Ecorregiones y estado actual de la erosión del suelo



# Indicadores de calidad del suelo

COS

Respiración  
Microbiana

DAP

Meso fauna

Rendimiento

Complementarios





# Resultados principales

- A continuación, se presentan los resultados de 3 prácticas de manejo en horticultura, agricultura y ganadería.
- Finalmente se mostrarán las conclusiones del proyecto de cooperación técnica con FAO.



## Horticultura bajo manejo agroecológico en La Puna, Jujuy

- La Quebrada de Humahuaca comienza a 1.900 msnm y llega hasta los 4.500 msnm en el límite con la Puna jujeña. Su extensión lineal es de aproximadamente 170 km y tiene una superficie total estimada en 9.000 km<sup>2</sup>. Esta zona posee clima árido de montaña y elevada amplitud térmica (diaria y estacional). Las lluvias se concentran de noviembre a marzo con precipitaciones anuales de 180 a 300 mm. La temperatura media anual es de 13,8°C, siendo la máxima 30°C y la mínima -10°C.
- Los suelos van desde arcillosos ("gredosos") a arenosos con bajos contenidos de materia orgánica.



## Horticultura bajo manejo agroecológico en La Puna, Jujuy

- Los cultivos se realizan bajo riego con agua del Río Grande, de sus afluentes y de vertientes que afloran en medio de los cerros. El paquete tecnológico aplicado para estas actividades es convencional, (aplicación de agroquímicos y utilización de servicios mecanizados), destacando que también usan tecnologías ancestrales y tracción animal sumado a trabajo familiar en combinación con tareas mecanizadas. Si bien la aplicación de agroquímicos es de volúmenes importantes, es reducida en relación con otras zonas intensivas o de climas tropicales.
- Diagnóstico de la situación: la Quebrada de Humahuaca presenta mal uso de prácticas agrícolas como la frecuente labranza del suelo que causa mayores tasas de erosión hídrica y eólica, al dejar suelo desnudo. Los fuertes y constantes vientos que castigan a la región, sumados a la escasa protección vegetal, al pisoteo y sobrepastoreo del ganado menor y al tipo de labranzas realizadas preponderantemente, propician una situación altamente favorable para la ocurrencia de voladuras de suelos. Por el otro lado la escasa cobertura y la débil estructura hacen que las pocas precipitaciones y los riegos provoquen también importantes pérdidas de suelos por erosión hídrica.



## Horticultura bajo manejo agroecológico en La Puna, Jujuy

- Práctica agroecológica: los sitios con manejo de bajo impacto ambiental, se caracterizan por la utilización de ciertas prácticas ya incorporadas, como las nombradas a continuación: uso de bioinsumos de elaboración propia (compost, lombricompost.) como forma alternativa a la aplicación de agroquímicos como fertilizantes o compuestos para el control de plagas; policultivo (acelga, apio, rúcula, espinaca, arveja, habas, lechuga, brócoli, remolacha, perejil, cebolla, apio, puerro, zanahoria, tomate, pimiento, remolacha, zucchini, zapallo, zapallito, ajo y repollo, papa, maíz, poroto, aguaymanto y quinua) para aumentar la diversidad biológica buscando sinergias entre distintas especies; cosechas escalonadas y rotación de cultivos para evitar de esta manera la transmisión de plagas y/o enfermedades. En algunos casos, también se intenta disminuir el uso de la labranza con el objetivo de aumentar la cobertura vegetal buscando una mayor conservación y calidad del suelo.
- En cada parcela visitada se tomaron muestras compuestas. Las submuestras se tomaron con un barreno cilíndrico hasta 30 cm de profundidad y se subdividieron en 2 estratos: 0-10 cm y 10-30 cm. Asimismo, se tomaron muestras para determinar la densidad aparente de cada estrato, dichas muestras se realizaron utilizando un cilindro de volumen conocido

## Horticultura bajo manejo agroecológico en La Puna, Jujuy



Manejo convencional

Manejo agroecológico



## Horticultura bajo manejo agroecológico en La Puna, Jujuy

Indicador MSS	Tipo de dato de referencia	Resultado del indicador de MSS	Dato de Referencia	Fuente de Dato de Referencia	Diferencia (+ o - o =)
<b>Carbono Orgánico (%COS)</b>	Manejo Convencional	1.18	0.75		+
<b>Densidad Aparente (Mg/m<sup>3</sup>)</b>	Manejo Convencional	1.44	1.63		+
<b>Nitrógeno total (%)</b>	Manejo Convencional	0.07	0.045		+
<b>Conductividad eléctrica (ds/m)</b>	Manejo Convencional	0.77	2.11		+
<b>Cumplimiento de las DVGSS (No, Bajo, Medio o Alto)</b>					<b>Alto Cumplimiento</b>



## Agricultura: Uso de cultivos de servicio

- La zona en estudio se encuentra ubicada dentro del núcleo productivo agrícola de la Argentina siendo fundamental su aporte a la producción de alimentos, la seguridad alimentaria, la generación de puestos de trabajo, inversión y generación de divisas para el país. En los últimos años se observó un proceso de agriculturización que hizo que se incrementara la producción de cultivos agrícolas, desplazándose la ganadería a zonas marginales dentro de la pampa ondulada o hacia otras regiones productivas. Los principales cultivos agrícolas de la zona bajo estudio son la soja, el maíz y el trigo.
- El clima es templado con estación seca, las precipitaciones se generan generalmente durante la primavera con un promedio de 1000 mm.año y el tipo de suelo es en general franco limoso. Se observan procesos de erosión hídrica y pérdidas de MO en general.



## Agricultura: Uso de cultivos de servicio

- Los cultivos de cobertura o de servicio son cultivos que se siembra entre los cultivos comerciales y generan una serie de beneficios ecosistémicos.
- Pueden ser leguminosas o gramíneas.
- Controlan erosión, mejoran el ingreso del agua al suelo, secuestran C, aportan al ciclado de nutrientes, controlan malezas, etc...

## Agricultura: Uso de cultivos de servicio



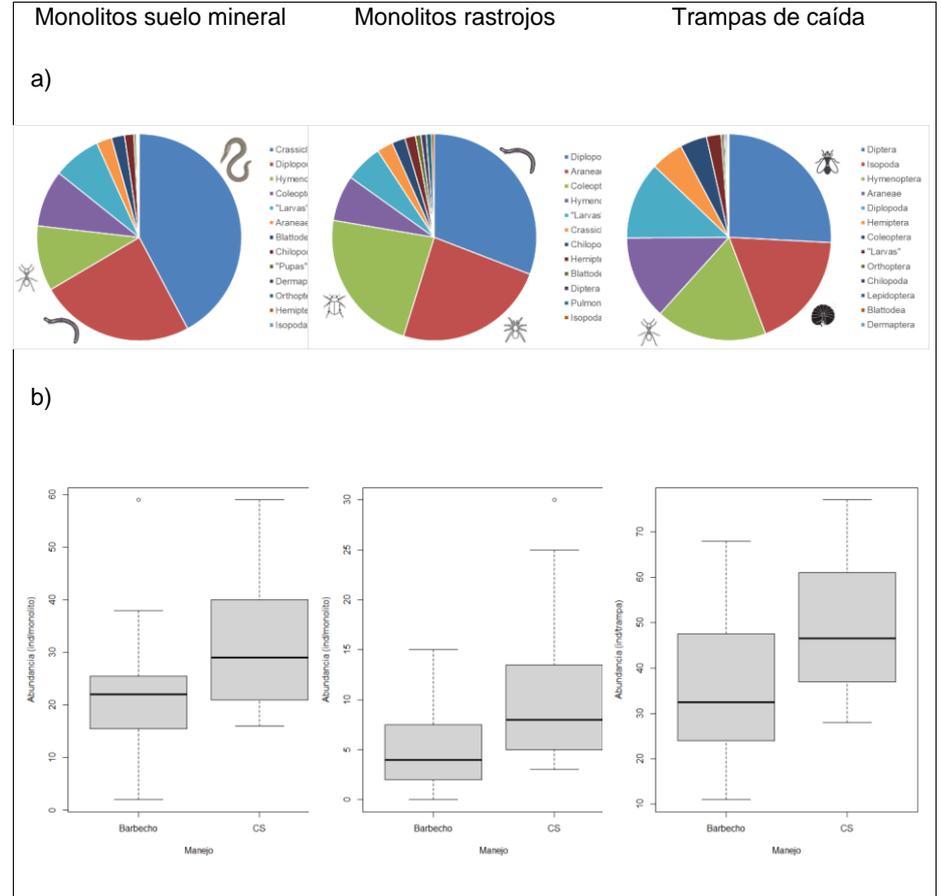
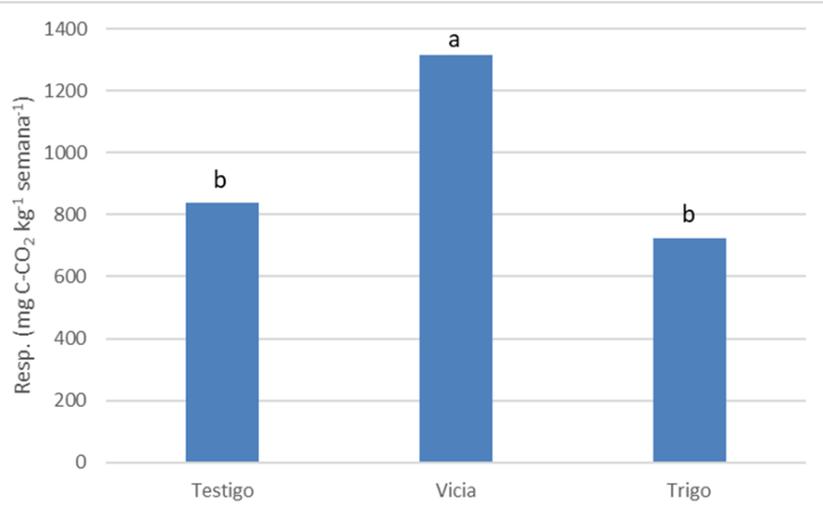
## Agricultura: Uso de cultivos de servicio



## Agricultura: Uso de cultivos de servicio



# Agricultura: Uso de cultivos de servicio



## Agricultura: Uso de cultivos de servicio

Indicador MSS	Tipo de dato de referencia	Resultado del indicador de MSS	Dato de Referencia	Fuente de Dato de Referencia	Diferencia (+ o - o =)
<b>Productividad Maíz (tn/ha)</b>	Barbecho (testigo)	10	8,2		+
<b>Carbono Orgánico (%COS)</b>	Barbecho (testigo)	1,93	1,83		+/=
<b>Densidad Aparente (Mg/m<sup>3</sup>)</b>	Barbecho (testigo)	1,26	1,28		=
<b>Respiración de suelo (mg C-CO<sub>2</sub> 1 kg<sup>-1</sup> suelo por semana<sup>-1</sup>)</b>	Barbecho (testigo)	1317	839		+
<b>Macrofauna edáfica (abundancia)</b>	Barbecho (testigo)	31,93	22,93		+
<b>Cumplimiento de las DVGSS (No, Bajo, Medio o Alto)</b>					<b>Alto</b> <b>Cumplimiento</b>



## Ganadería: sistemas silvopastoriles

- El sitio piloto se encuentra dentro del establecimiento La Negra ubicado en el norte de BS AS. Es un típico establecimiento ganadero privado dedicado a la cría bovina de la raza *Aberdeen angus*, con un plantel de 6000 vacas en producción y entre 4-5 mil terneros destetados por año. En los mejores suelos se realizan pasturas de festuca (*festuca ssp.*) y trébol blanco (*trifolium repens*), en los suelos con problemas de hidromorfismo y salinidad las pasturas son de agropiro y lotus y también se maneja el pastizal natural en las zonas más bajas.
- En el año 2017 se implantaron 4 ha de un sistema silvopastoril (SSP) con 5 fajas de 6 líneas cada una y 40 mts de pastura entre cada faja. Allí se investigan clones y material seminal de *Eucaliptus*, típicamente utilizado en la zona para forestería, y el comportamiento animal frente al estrés térmico, el engorde de terneros y el porcentaje de preñez de las vacas, en comparación con el sistema tradicional de producción a cielo abierto (SCA)

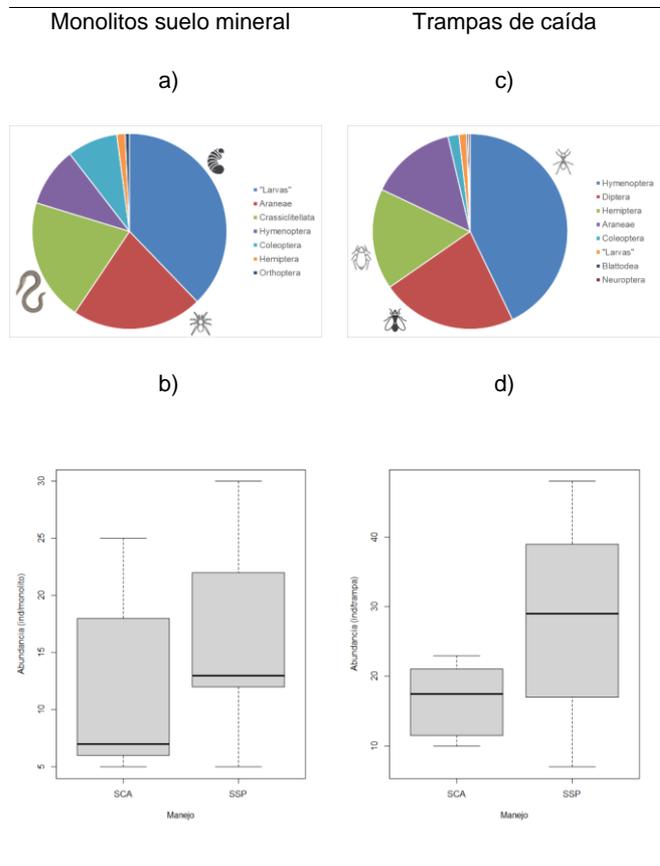
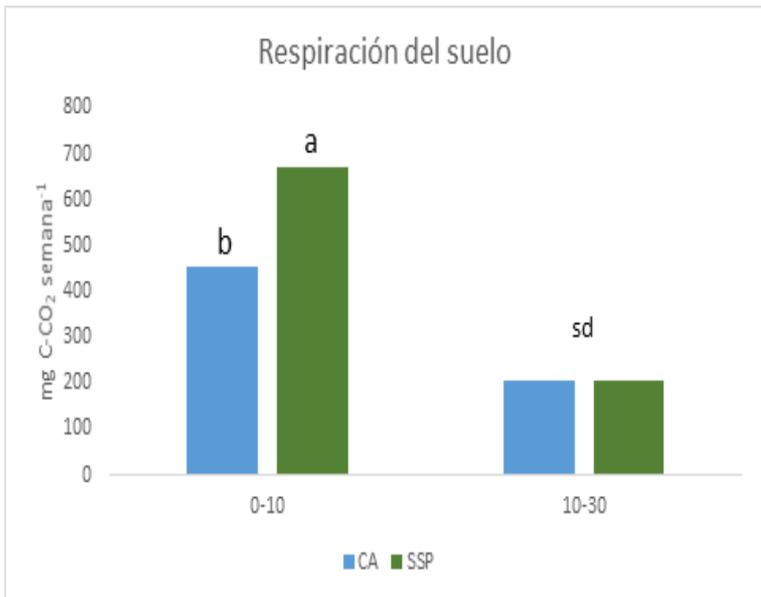
# Ganadería: sistemas silvopastoriles



## Ganadería: sistemas silvopastoriles



# Ganadería: sistemas silvopastoriles



## Ganadería: sistemas silvopastoriles

Indicador MSS	Tipo de dato de referencia	Resultado del indicador de MSS	Dato de Referencia	Fuente de Dato de Referencia	Diferencia (+ o - o =)
Productividad Materia Seca (tn/ha)	SCA (testigo)	2,8	3,9		-
Carbono Orgánico (%COS)	SCA (testigo)	2,73	2,4		+/=
Densidad Aparente (Mg/m <sup>3</sup> )	SCA (testigo)	1,39	1,37		=
Respiración de suelo (mg C-CO <sub>2</sub> 1 kg <sup>-1</sup> suelo por semana <sup>-1</sup> )	SCA (testigo)	700	450		+
Macrofauna edáfica (abundancia)	SCA (testigo)	16,4	12,2		+
Cumplimiento de las DVGSS (No, Bajo, Medio o Alto)					Medio Cumplimiento



# Conclusiones generales

- Utilizando los sitios pilotos que forman parte de la red de sitios del proyecto INTA PE I040 “Monitoreo de la degradación de tierras” ubicados en diferentes ecorregiones de la República Argentina se pudieron evaluar el set de indicadores de sustentabilidad propuestos por la FAO.
- La heterogeneidad de climas, ambientes y usos de suelo permitió hacer una evaluación de estos indicadores en una amplia gama de temperatura, precipitaciones y condiciones edáficas.



# Conclusiones generales

Indicador	Positivo	Sin cambio	Negativo
Productividad	50%	10%	40%
Carbono (%)	46%	54%	0%
Densidad aparente	15%	77%	8%
Respiración (mg C)	33%	67%	0%

Uso del suelo	Productividad	Carbono	Densidad aparente	Respiración
Pastoreo	+++ -	++ ==	++ ==	++ ==
Agrícola	++ = ---	++++ =====	===== -	++ =====

# Conclusiones generales

SITIO PILOTO	USO DE LA TIERRA	NIVEL DE CUMPLIMIENTO DE LAS DVGSS
1	Pasturas	Medio
2a	Agrícola	Alto
2b	Agrícola	Medio
2c	Agrícola	Medio
3	Agrícola	Medio
4	Agrícola	No
5a	Agrícola	Medio
5b	Agrícola	Alto
5c	Agrícola	Bajo
6	Pasturas	Medio
7a	Pasturas	Medio
7b	Pasturas	Bajo
8	Agrícola	Medio
9a	Agrícola	Bajo
9b	Agrícola	Medio
10	Pasturas	Medio
11a	Agrícola	Alto



# Consideraciones finales



Finalmente se concluye que el Protocolo de Evaluación del Manejo sostenible de Suelos es una herramienta muy útil para monitorear los cambios en el suelo relacionado con las prácticas de manejo, por lo que es recomendable continuar con el trabajo de evaluación de estos sitios pilotos y de estos indicadores para poder tener una mayor precisión del efecto de la variabilidad interanual para detectar cambios en el suelo. Se puede concluir también que otros indicadores evaluados en algunos de los sitios pilotos como índices remotos (NDVI) para evaluar producción de cultivos o forrajes u otros indicadores de suelo como pH, conductividad eléctrica, nitrógeno total y fósforo extractable pueden ser útiles para detectar síntomas de degradación física o química del suelo.

# ¡¡¡MUCHAS GRACIAS!!!



**CHILE  
AVANZA  
CONTIGO**

FUNDACIÓN  
**FUCOA**

beltran.marcelo@inta.gob.ar

[www.exochileagricola.cl](http://www.exochileagricola.cl)