



XXXVII REUNIÓN CIENTÍFICA FORESTAL Y AGROPECUARIA VERACRUZ 2025

XXIV SIMPOSIO DE GANADERÍA TROPICAL: GANADERÍA SOSTENIBLE EN VERACRUZ

Salud del suelo y ganadería



Lucrecia Arellano Gámez
Inecol. Red de Ecoetología
Equipo ganadería y biodiversidad

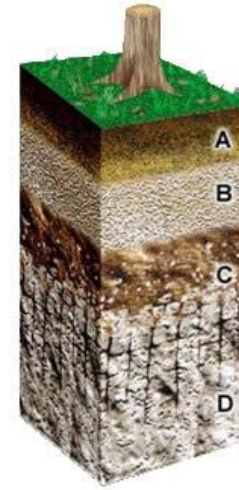
lucrecia.arellano@inecol.mx

02 de octubre de 2025

El suelo

Cuerpo natural con horizontes o capas compuestas de minerales meteorizados, materia orgánica, aire y agua

- Producto final de la influencia del tiempo y combinado con el clima, topografía, organismos (flora, fauna y ser humano), de materiales parentales (rocas y minerales originarios) (FAO, 2018)



Funciones del Suelo

Los suelos aportan servicios ecosistémicos que permiten la vida en la Tierra

The infographic is a circular diagram divided into 12 segments, each illustrating a different ecosystem service provided by soil. The segments are arranged in a circle around a central point. The functions are:

- Regulación del clima** (Climate Regulation): Shows a sun, clouds, and greenhouse gases (GHG, CO₂, CH₄, N₂O) being released from the soil.
- Ciclo de nutrientes** (Nutrient Cycle): Shows a cow, a tree, and various nutrients (N, P, K, Ca, Mg, S, Zn) being cycled through the soil and plants.
- Hábitat para organismos** (Habitat for organisms): Shows various soil organisms like worms, insects, and a mole.
- Regulación de inundaciones** (Flood Regulation): Shows a magnifying glass over a globe, a river, and a house labeled 'SAFE'.
- Fuente de productos farmacéuticos y recursos genéticos** (Source of pharmaceuticals and genetic resources): Shows a magnifying glass over a globe, a plant, and a house labeled 'SAFE'.
- Base para las infraestructuras humanas** (Basis for human infrastructure): Shows a bridge and a building.
- Suministro de materiales de construcción** (Supply of construction materials): Shows a building and a pile of stones.
- Herencia cultural** (Cultural heritage): Shows a classical building and a pile of stones.
- Retención de carbono** (Carbon sequestration): Shows a tree, a cow, and a pile of stones.
- Purificación del agua y reducción de contaminantes del suelo** (Water purification and reduction of soil contaminants): Shows a river, a house, and a pile of stones.
- Suministro de alimentos, fibras y combustibles** (Supply of food, fibers, and fuels): Shows a cow, a tree, and a pile of stones.

Logos and Text:

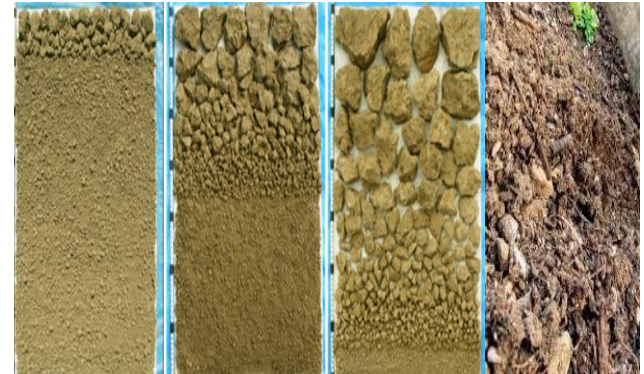
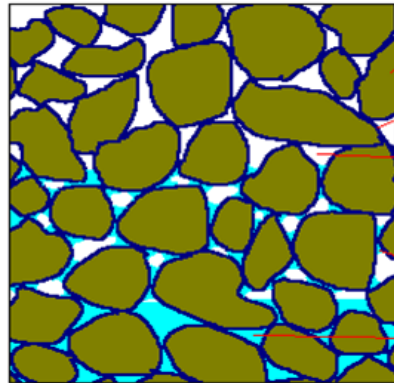
- 2015 Año Internacional de los Suelos** (2015 International Year of Soils) with logo soil.org/soil-2015/es
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura** (United Nations Organization for Food and Agriculture) with FAO logo
- Con el apoyo de:** Swiss Confederation, National Department of Economic Affairs, Directorate for Research (FNR), National Office for Agriculture (ORA)
- Soils for Tomorrow**

- Suelos sanos: capacidad de proveer diferentes SE como hábitat para plantas y animales, regulación del ciclo del agua y el clima, y provisión de alimentos y materias primas (PUEIS, 2024)

¿Cómo es el suelo?



- Es una mezcla de diferentes tamaños de partículas que se unen en agregados: según diámetro y composición de agregados será el tamaño de los poros del suelo



El humus



20 a 30% de restos orgánicos que caen al suelo se convierten en humus

Humificación: Los restos orgánicos se transforman en compuestos cada vez más sencillos por procesos que los transforman en humus



El humus se transforma en compuestos solubles, inorgánicos, asimilables por las plantas:
Mineralización

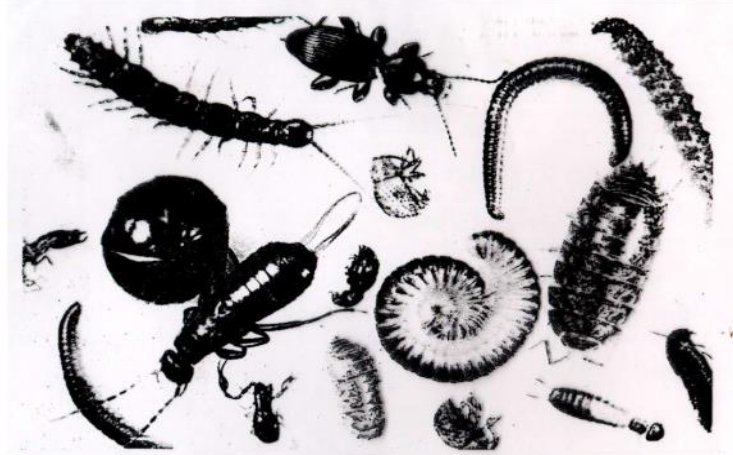


70 a 80% de restos se mineralizan aportando de esta manera nutrientes para las plantas

El suelo es biodiverso



1 m² de suelo puede tener más de 1,200 especies de macrofauna (>2mm)



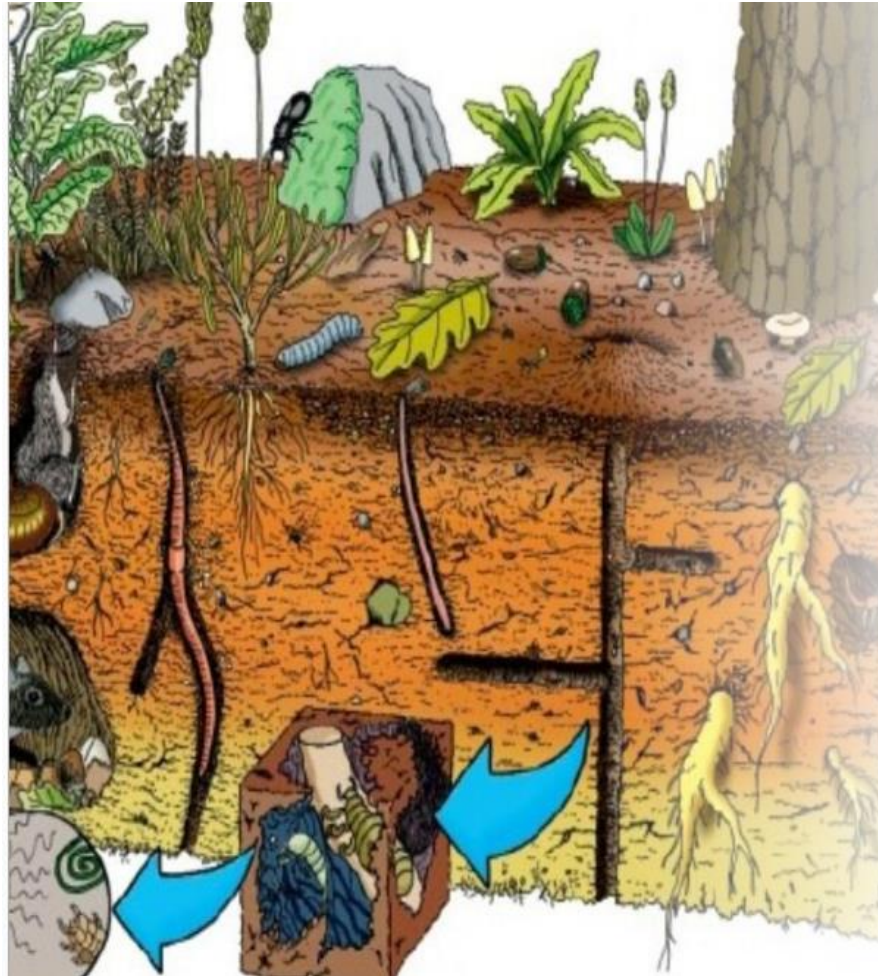
Kühnelt, 1976

**A más vida en el suelo,
mayor fertilidad**

La salud del suelo influye directamente en la producción del forraje, la retención del agua, la reducción de la erosión, y el impacto ambiental, permitiendo mejorar la productividad ganadera y reducir costos

El suelo no es una materia inerte, está vivo

FAO, 2020



- **Tamaño** entre 2 mm hasta 20 cm



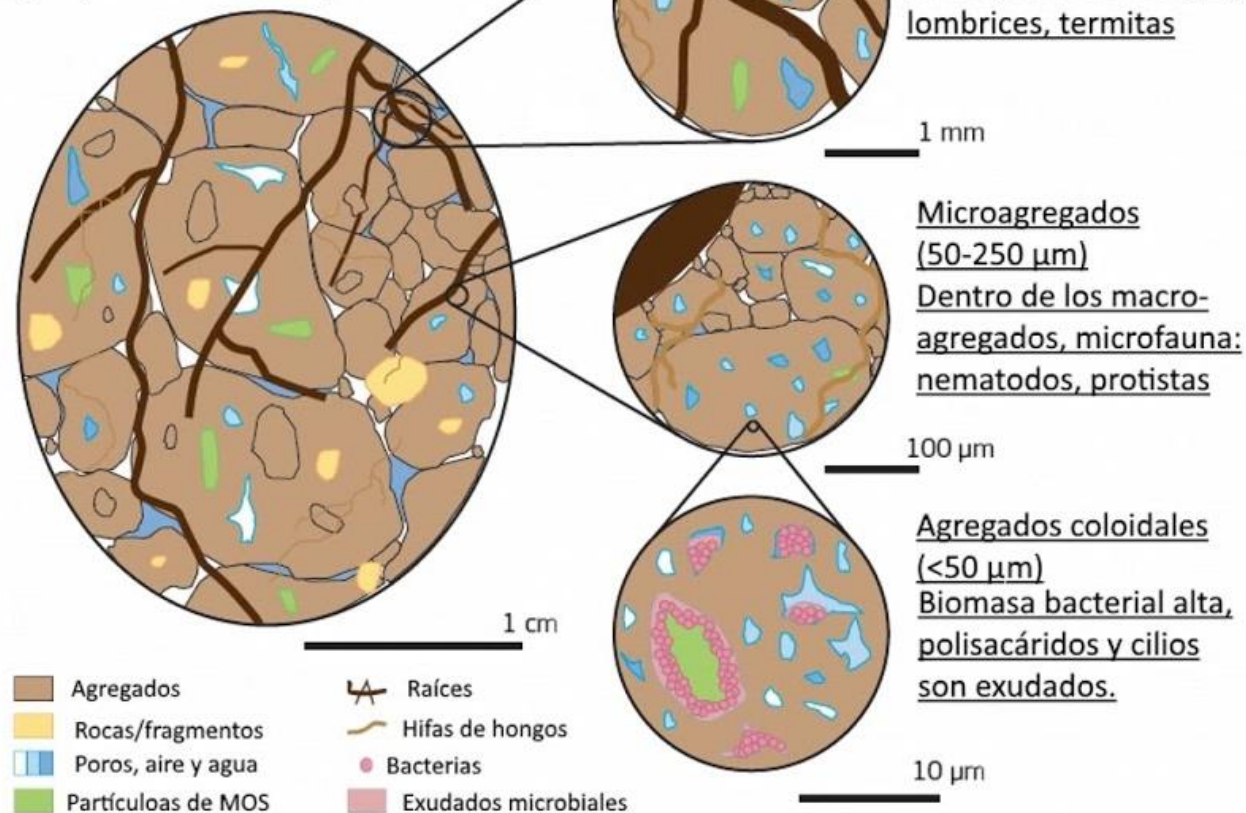
- **Tamaño** desde 0.2 hasta 2 mm



- **Tamaño** de < 1 mm

Agregados: permiten que el suelo saludable tenga espacios para el aire y el agua, necesarios para las plantas

Fuente: Orgiazzi et al. 2016.
Global Soil Biodiversity Atlas
(disponible en línea).



***La relación entre los organismos del suelo,
la estructura y la agregación***

Situación general

México: 177 millones de ha a la actividad ganadera: económica, social, cultural importante

56 % del territorio nacional. 1.4 millones de ranchos
Tabasco con 65.7 %, Tamaulipas con 58.2 %, Sinaloa con 50.6 % y Veracruz con 50.2 %.

2019: se comercializaron a nivel internacional 257 mil 637 toneladas de carne de res, y un millón 293 mil 335 cabezas de ganado en pie

2020 récord en la historia de la ganadería del país, con la venta al exterior de un millón 418 mil 093 de bovinos

Situación general

- Centroamérica: 50 y 80 % de las áreas con pasturas se encuentran en un estado avanzado de degradación
- México: 59 % de superficie degradada por prácticas agrícolas inadecuadas, deforestación y sobrepastoreo, todas vinculadas a las actividades ganaderas
- Degradación paulatina de las praderas y, disminución de su productividad

Situación general

En al menos 24 estados del país, el número de cabezas de ganado, es superior a la capacidad de carga, en función de la producción de forrajes

Ocupación: teniendo a las vacas en la misma área los 365 días del año se perdieron anualmente 350t/ha aprox

Producción ganadera



**Necesidades
decisiones**

Decisiones



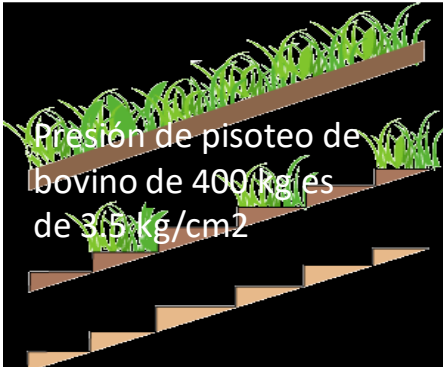
**Impacto en el
suelo**



150 años perdimos
alrededor del 50% de
la capa fértil del
suelo

Recuperar y manejar de forma sostenible los
suelos es imperativo para su rehabilitación y
preservación

La ganadería convencional y su relación con el suelo



Labranza

Uso de herbicidas y fertilizantes químicos



Foto: Rex Dufour, NCAT



- Bacterias del suelo se alimentan de MO
- Labranza repetida + uso excesivo de nitrógeno químico prolongadamente = disminución y pérdidas de agregados por falta de cementantes biológicos
- raíces disminuyen producción de exudados
- Pérdida de infiltración de agua y aumento de la escorrentía

Compactación



suelo rico en materia orgánica



suelo pobre en materia orgánica

Reducción del espacio poroso y pérdida de volumen en la masa del suelo por fuerzas externas como cargas inadecuadas de animales

< infiltración del agua, > resistencia a la penetración de raíces y < nivel de oxígeno a nivel de la rizósfera

Agregados se desintegran fácilmente cuando se exponen a fuerzas erosivas (viento, lluvia sobre suelo desnudo)

Finas partículas de arcilla sellan la superficie del suelo, se rellenan espacios de poros: costras de suelo

Contaminación

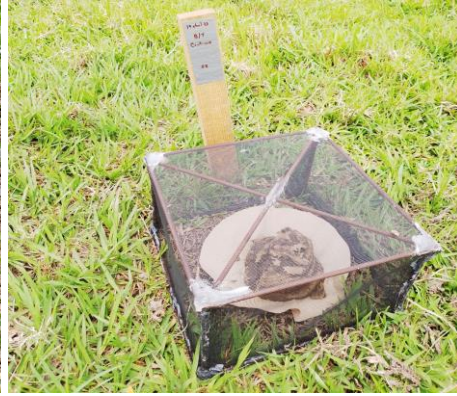


Agua que lava las zonas con mucho ganado: contaminada, poco oxígeno, y bacterias, reducción de actividad microbiana por disminución en cantidad y diversidad de organismos benéficos

Agroquímicos se almacenan por tiempos largos en el suelo
Pueden lixiviarse: contaminan agua subterránea, afectan a organismos acuáticos que dependen de ella y el suelo.



Baja degradación de estiércol, pérdida fauna coprófaga



Ivermectina: Muerte, reduce talla, retarda desarrollo, atrofia músculos, altera locomoción, reduce tasas de alimentación y de remoción de estiércol. Reduce la fecundidad

SIN FAUNA
COPRÓFAGA



Imagen Magda Cruz



Verdú et al. 2018. Scientific Reports, González-Tokman y colaboradores

La quema y su impacto

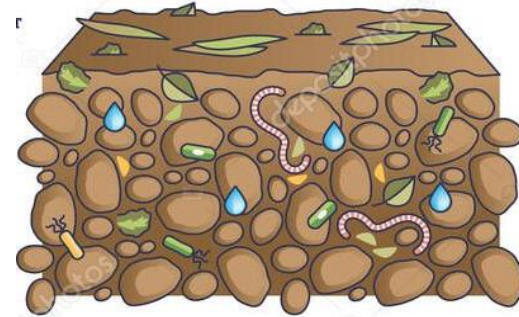
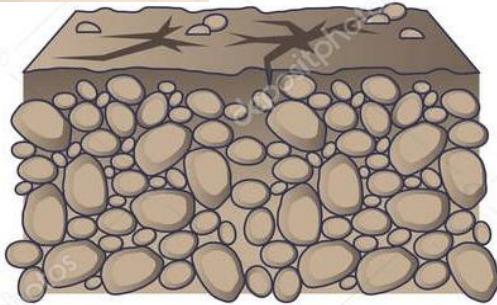
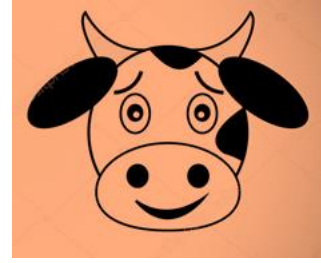


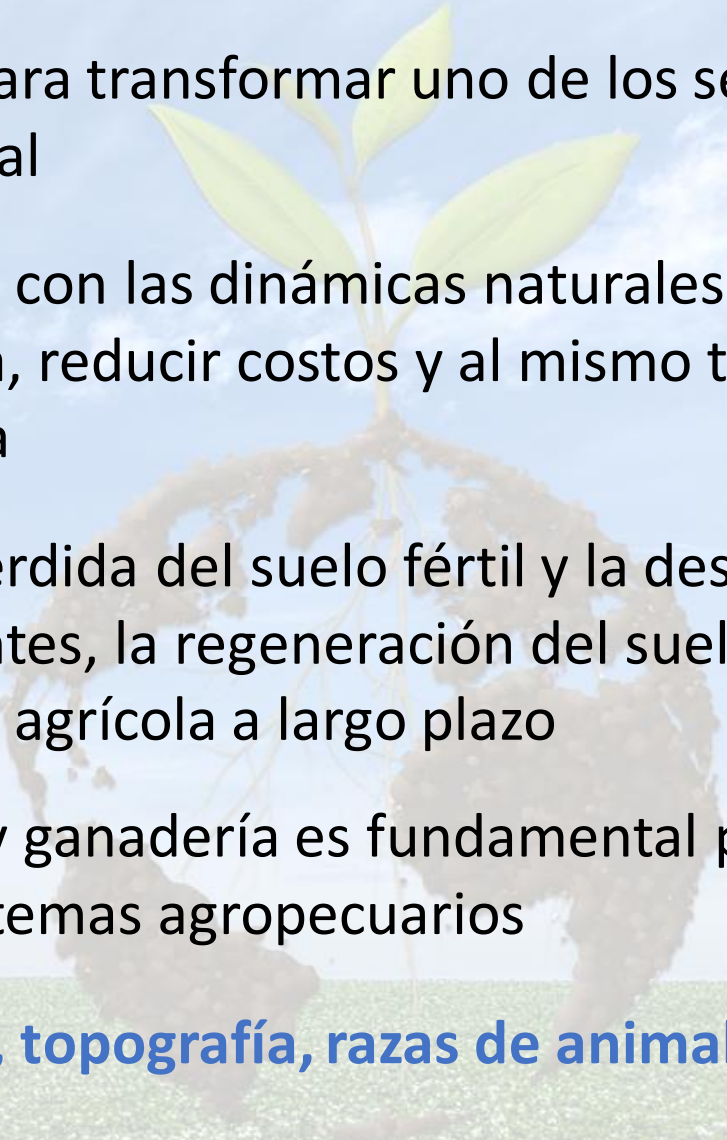
- > evaporación (< cobertura vegetal y > temperatura superficial
- Pérdida de biomasa vegetal, animal y microbiana y sus funciones (descomposición de MO, mineralización y absorción de nutrientes por las plantas)
- <, pérdida MO, menor infiltración y agua disponible para las plantas

- En incendios de alta severidad:
- Estructura del suelo se destruye
 - < agregados del suelo
 - colapso de poros grandes menor volumen de poros
 - Aumento en densidad aparente < fósforo total: hasta 70%
 - Pérdida de C y N: 50%

El agua se repele cuando los suelos son calentados a temperatura entre 176 °C y 204°C

Alternativa: ganadería regenerativa





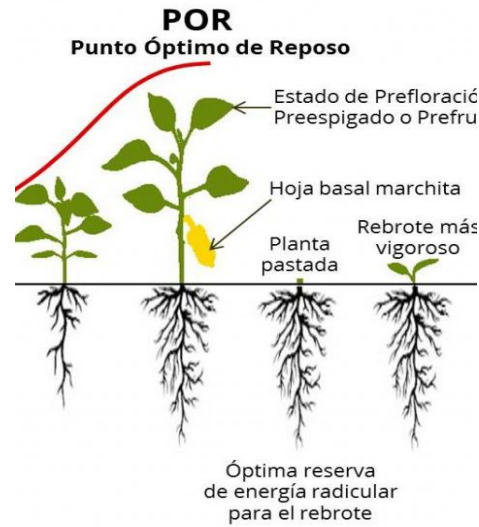
Alternativa sostenible para transformar uno de los sectores más criticados por su impacto ambiental

Enfoque que se articula con las dinámicas naturales para mejorar la productividad ganadera, reducir costos y al mismo tiempo regenerar y conservar el ecosistema

México: la erosión, la pérdida del suelo fértil y la desertificación son preocupaciones constantes, la regeneración del suelo es esencial para mantener la producción agrícola a largo plazo

La relación entre suelo y ganadería es fundamental para la sostenibilidad y la productividad de los sistemas agropecuarios

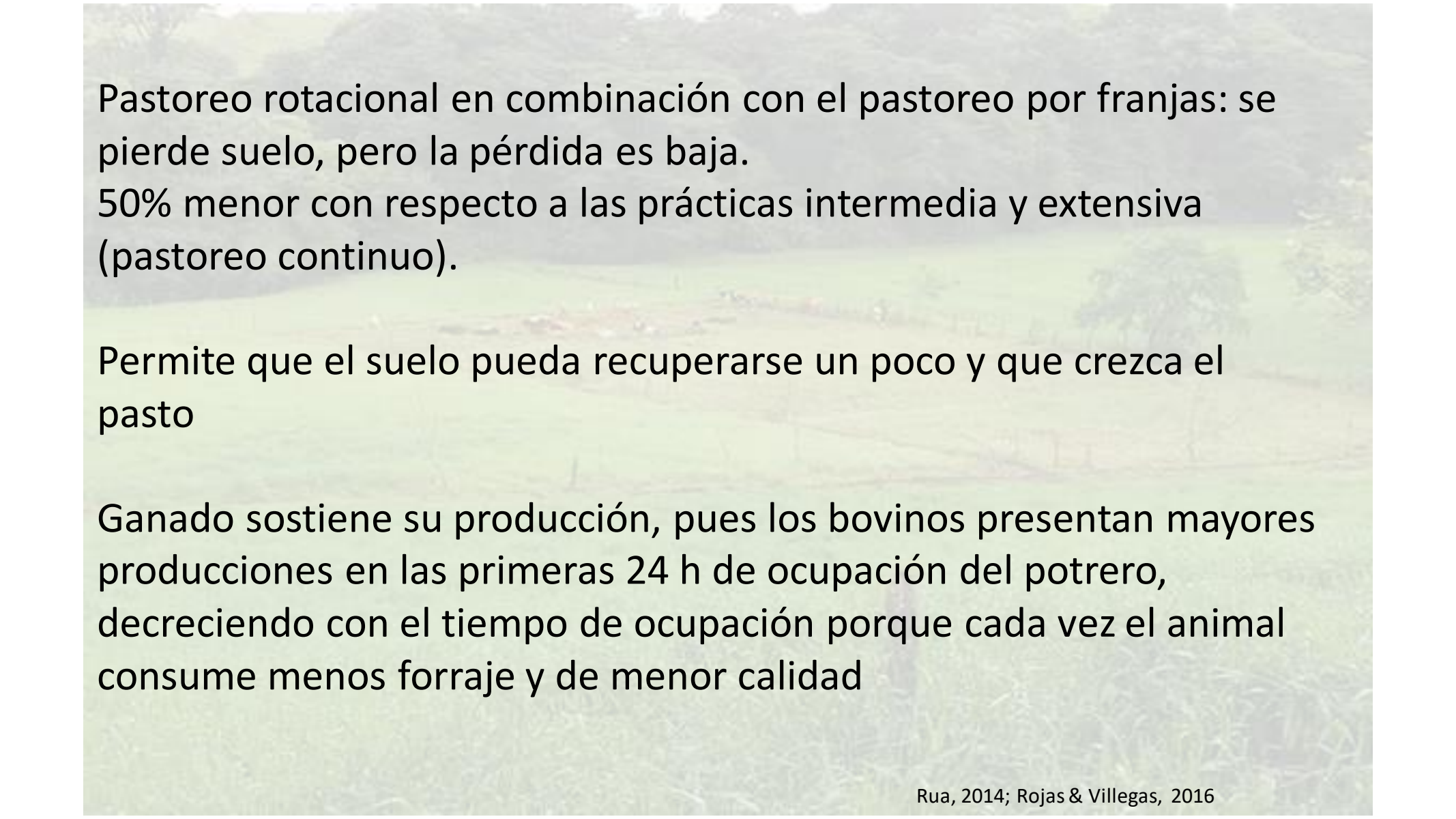
No hay recetas: clima, topografía, razas de animales, vegetación: diferentes realidades.



Pastoreo

- Prácticas de buen pastoreo favorecen una mejor condición del suelo
- Control de arvenses
- Reducción en compactación
- Reducción de garrapatas
- Chapeo de especies no consumidas
- Incremento de materia orgánica
- Incremento de actividad biológica
- Disminución de suelo desnudo y formación de costras en suelo





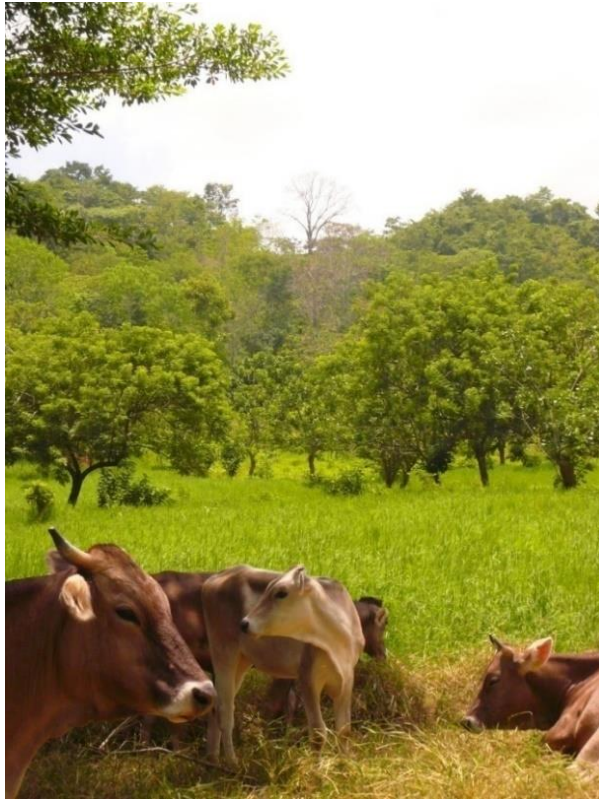
Pastoreo rotacional en combinación con el pastoreo por franjas: se pierde suelo, pero la pérdida es baja.

50% menor con respecto a las prácticas intermedia y extensiva (pastoreo continuo).

Permite que el suelo pueda recuperarse un poco y que crezca el pasto

Ganado sostiene su producción, pues los bovinos presentan mayores producciones en las primeras 24 h de ocupación del potrero, decreciendo con el tiempo de ocupación porque cada vez el animal consume menos forraje y de menor calidad

Implementación de sistemas silvopastoriles

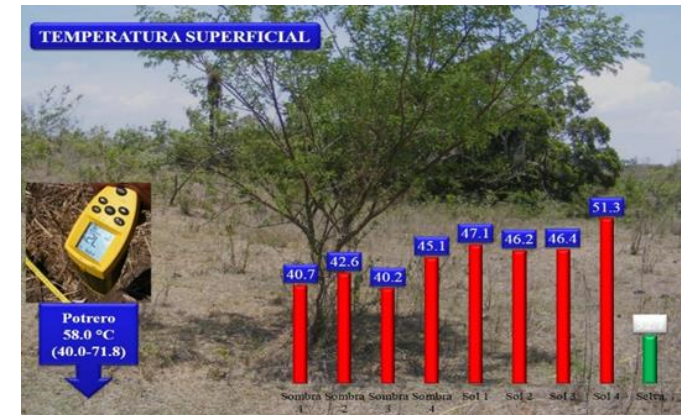


A mayor digestibilidad
menores emisiones GEI

SSPi



El uso de diversos
grupos de plantas
comestibles para los
animales y árboles
maderables,
frutales, forrajeros



Árboles y suelo



- Barreras para control de escorrentía
- Reducen impacto de gotas de lluvia sobre el suelo
- Mayor contenido de **MO** por desprendimientos de raíces finas y caída de hojarasca
- > Aporte de nutrientes por actividad biótica
- Aumento en densidad arbórea disminuye la compactación
- Cambios en infiltración, porosidad, DA



Beneficios de SSP

Fuente Solorio et al. 2011, Murgueito et al. 2014

Indicador	Ganadería convencional	SSP Intensivo
Temperatura (grados centígrados)	36	32
Materia Orgánica (Kg/ha)	320	1000
Fijación de N atmosférico (kg/ha/año)	0	400
Captura de Carbono (t/ha/año)	120	220
Emisión de metano (kg/animal/año)	85	68
Kg de carne/ha/año	67.5	821.3
Ha necesarias para 10,000 tons de carne	148.09	12.18
Emisión de metano (ton CO2 eq)	48.2	26.85
Captura de carbono en suelo (ton CO2 eq)	0	11.9
Captura de Carbono aéreo (+arboles-arbustos)	0	18.27

Los suelos con pasturas degradadas más erosión (19 ton/ha/año) que los suelos bajo sistemas silvopastoriles (12.3 ton/ha/año). (Giraldo y Chará 2022)

Mejorando el suelo

1. Proteger la superficie del suelo

- uso de cultivos de cobertura

- Plantas mantienen el suelo en su lugar
- Protección de erosión por viento y agua
- Mayor infiltración de agua
- Aumentan MO
- Hábitat para otros organismos
- < crecimiento de malezas o se suprime con la competencia entre ellas y el cultivo de cobertura y / o se sofoca con el mantillo



- uso de mantillo



Mejorando el suelo

2. Labranza cero, no quemar, chapeo o deshierbe

3. Diversidad vegetal

Se mantienen la estructura y funciones del suelo

Cada especie de planta responde a diferentes situaciones, resiliencia

Dieta variada

Conjunto único de secreciones de raíces con una comunidad microbiana única



Reserva árboles. No conviertas bosques en potrero

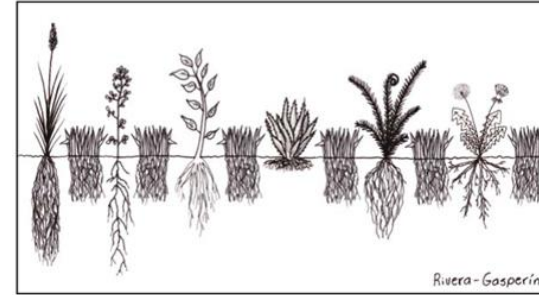
Mejorando el suelo

4. Plantas/raíces vivas continuas en el suelo

- La red alimenticia del suelo recibe exudados de las raíces de un grupo diverso de plantas perennes y anuales

Microorganismos consumen los exudados de la rizósfera (5 mm de suelo que rodea la raíz) es la parte por la que la planta percibe su entorno

Si se usa mucho fertilizante, la planta deja de producirlos



Mejorando el suelo

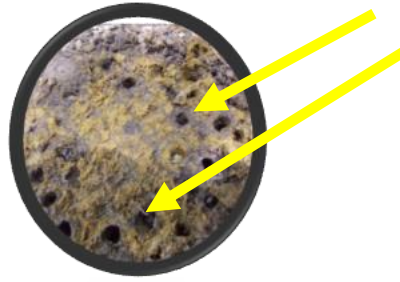
4. Control de la velocidad del agua, Protección manantiales y cuerpos de agua continuas en el suelo

- Diseño hídrico, curvas de nivel y cuenca
- Conservación de vegetación natural en los alrededores de sus manantiales y fuentes de agua.
- No permitir el libre paso del ganado y la selección de sitios por los animales para tomar agua
- Evita turbidez, sólidos suspendidos totales
- No actividades ganaderas en pendientes o usar sistemas silvopastoriles o plantas que puedan retener el suelo



Escarabajos estercoleros: su importancia

1. Suelo



2. Entrada de escarabajos cavadores



3. Construcción de túneles y estiércol



4. Estiércol enterrado



Escarabajos reemplazan la comunidad microbiana proveniente del rumen, transfiriendo microorganismos del suelo al estiércol. La boñiga se convierte gradualmente en un anexo epigeo del suelo

El estiércol está vivo



Boñiga: fibras de lignocelulosa finamente molidas, sales minerales y biomasa microbiana (viva y muerta) proveniente del rumen.

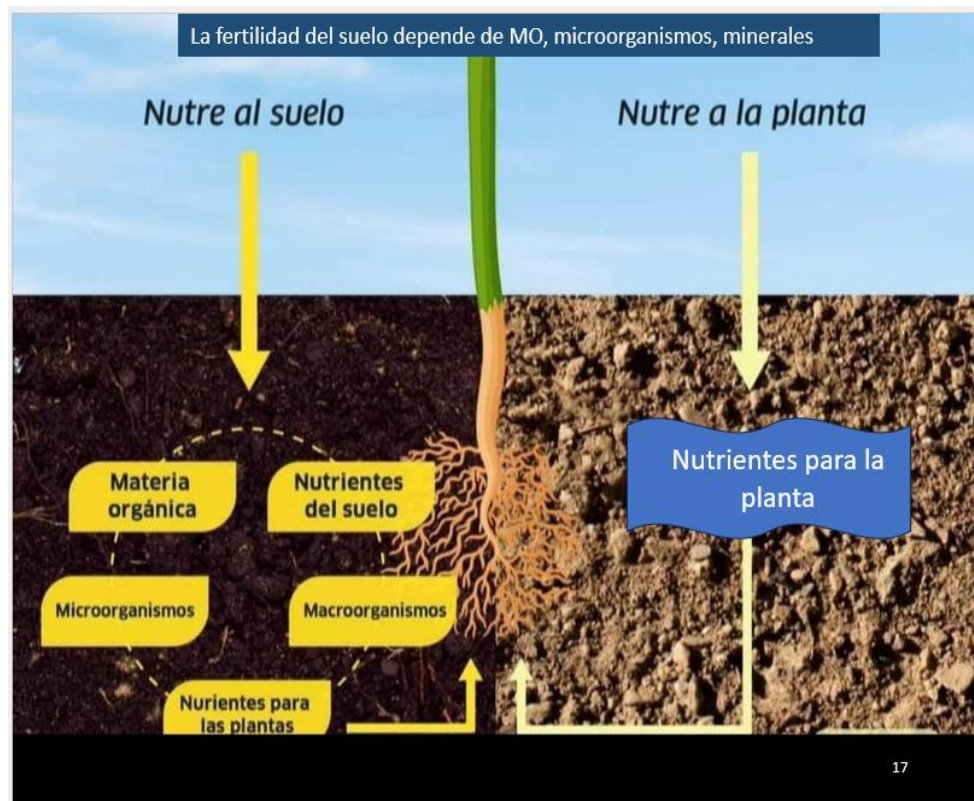
Parte del nitrógeno restituido en las evacuaciones se encuentra en forma bacteriana y puede representar hasta 20% de la MO orgánica de una boñiga.

Número promedio de bacterias en una boñiga: entre 5×10^9 y 3×10^{12} por gramo de materia seca

Alrededor de 2×10^7 células de levadura por gramo de boñiga de vaca

10^6 elementos micelares y 10^{10} actinomicetos por mililitro de estiércol

Escarabajos coprófagos separan por filtración fibras de partículas más pequeñas, consumen la biomasa microbiana y rechazan las fibras



Aprovechar residuos orgánicos para abonar naturalmente el suelo

Para utilizar los abonos o agregar nutrientes al suelo **se debe hacer un análisis o perfiles biológicos del suelo**: Sobrefertilización afecta a las poblaciones de microorganismos

Imágenes
E
Canudas

LISTA DE PRECIOS			
Materia	7 m ³	14 m ³	
Carbón 1/4	\$1.18	\$2.36	
Carbón 1/2	\$1.28	\$2.56	
Pelco	\$1.28	\$2.56	
Polvo	\$1.18	\$2.36	
Compost	\$1.18	\$2.36	
Compostado	\$1.28	\$2.56	



No aplicar enmiendas ni microorganismos (EM, JMS, LAB, té de compost), sin conocimiento o capacitación

- Reforestación en potreros, laderas de difícil acceso, cañadas, manantiales, bosques secundarios. Restauración

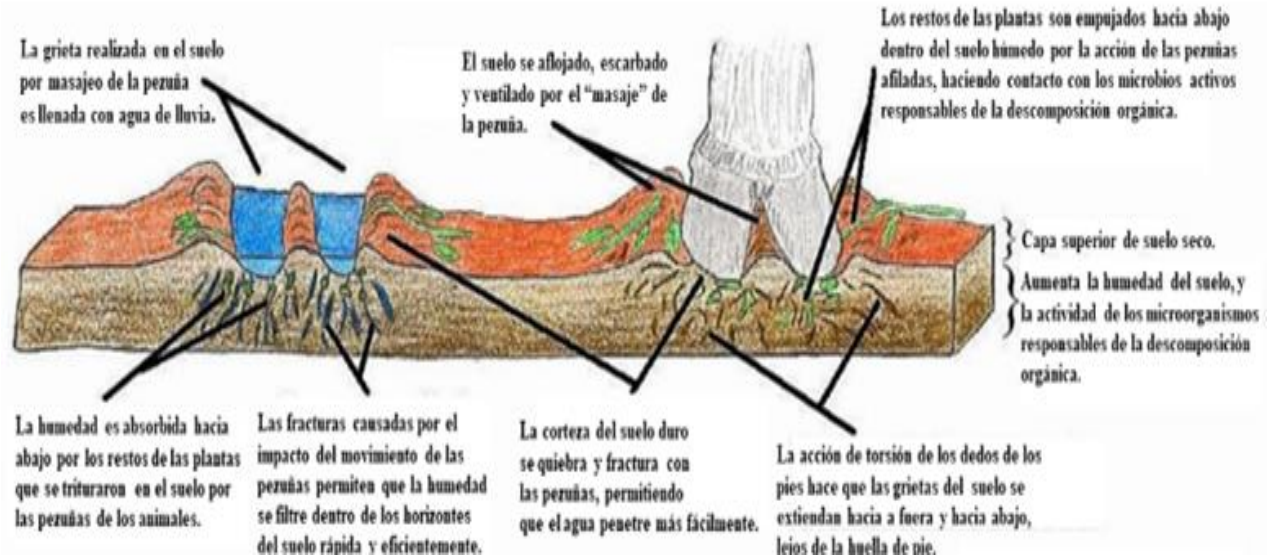
- **“Si mantenemos procesos, funciones e interacciones que naturalmente existen en la naturaleza podemos contar con servicios importantes para nuestra vida diaria: regulación clima, fertilidad de suelo, polinización, dispersión de las semillas, control de parásitos, etc.”**



Uso de ganado adaptado al entorno local



Suelos no están capacitados para sostener a animales muy grandes. Los criollos y más pequeños son mejores y más eficientes.



Desafíos de la ganadería regenerativa

- No existe información actualizada, precisa y confiable, del estado de la degradación de los suelos a nivel nacional
- Falta de conocimiento prácticas y de monitoreo del suelo
- Acceso limitado a financiamiento
- Resistencia al cambio
- No se efectúan diagnósticos antes de iniciar los cambios
- Apoyo gubernamental limitado

Recomendaciones generales

Capacitación para muestreo e interpretación análisis: extensionistas y productores. PUEIS, Doctores del suelo

Análisis de laboratorio, técnicas complementarias (calidad visual, cromatografía de Pfeiffer)

Incentivos gubernamentales, difusión, educación

Desarrollar un marco de toma de decisiones de políticas públicas para conservación y mejoramiento del suelo

Trabajo colaborativo, interinstitucional. Compromiso colectivo actores

Más investigación sobre impactos de las prácticas ganaderas sobre el suelo y consenso sobre indicadores

Muchas gracias por
su atención!



Equipo ganadería y biodiversidad