



# **SALUD DE LA TIERRA LIBRO DE TRABAJO**

---

## **Fundamentos, Principios y Manejo**

**Para productores y proveedores de servicio técnico en el  
intermontañas de tierra seca del oeste**

---

**Trabajo de Libro Compuesto por  
Eva Stricker, PhD, y Linden Schneider, MS  
Traducción al español por Claudia Ramirez**





## Trabajo de Libro Compuesto por



Eva Stricker, PhD, y Linden Schneider, MS

### Basado en presentaciones de

New Mexico Cooperative Extension Service, dirigidos por John Idowu, PhD

### Contributores incluyen

John Idowu, PhD, Robert Flynn, PhD, Rajan Ghimire, PhD  
Extension Plant Sciences, New Mexico State University

Kevin Branum, MS  
EAS-Enchanted Agromanagement Solutions, LLC

Jim Armendariz, Steve Kadas, Dan Bloedel  
Natural Resources Conservation Service New Mexico

Mary Lucero, PhD  
End-O-Fite Enterprises, LLC

Christina Allday-Bondy, MPAF  
NM Healthy Soils Working Group

Ken Scheffe, MS, Linda Scheffe, PhD  
New Mexico Association of Conservation Districts

### Reconocimientos

Este documento fue revisado por Lucas Chavez, Esquivel Brothers Ranch. El asistente de presentación de extensión fue Mohammed Omer, Asistente Científico de Investigaciones, Extension Plant Sciences, NMSU. Isabelle Jenniches asistió a obtener financiamiento.

### Apoyo financiero proporcionado por

USDA NRCS Conservation Innovation Grants  
New Mexico Department of Agriculture's  
Healthy Soil Program  
Thornburg Foundation  
Turner Foundation

### Traducción al español

Claudia Ramirez

### Diseño

Jessica Brothers  
Earth Hands Consulting

### Portada

El perfil del suelo del Jornada Long Term Ecological Research Site, Las Cruces, New Mexico, por Eva Stricker, Quivira Coalition, 2017.

### Primera edición

2017

### Texto



Este trabajo está licenciado bajo la licencia Creative Commons Attribution 4.0 International License.

Para ver una copia de la licencia, visita <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

o manda una carta a:

Creative Commons  
PO Box 1866  
Mountain View, CA 94042

### Fotografía

Las fotos en esta publicación no están incluidas en la licencia de Creative Commons y requieren permiso para usarse o reproducirse de cualquier manera. Cada organización o negocio debe ser contactado para pedir permiso de usar estas imágenes.

Todas las demás fotos están protegidas por derecho de autor Quivira Coalition 2020.

Nosotros hemos hecho nuestro mejor esfuerzo en tributar el material correctamente y comprobar hechos pero es posible que halla faltado algo. Te pedimos que nos contactes con cualquier corrección, y nosotros actualizaremos el documento lo más rápido posible.

# Índice/Tabla de Contenidos



---

<b>1. Introducción</b>	6
<b>Propósito de este libro de trabajo</b>	7
<b>Pensando en la tierra</b>	8
<b>2. Fundamentos de la Tierra</b>	11
<b>2.1 Características físicas</b>	11
Factores Formativos del Suelo y su Perfil	12
<b>Actividad-</b> ¿En dónde está la tierra?	14
Componentes del Suelo	15
Componente Mineral	16
<b>Actividad-</b> Como Medir la Textura de la Tierra	18
<b>Actividad-</b> Clasificación de Textura del Suelo	22
Compuesto de la Materia Orgánica en el Suelo	24
Componente de Aire del Suelo	26
Estructura del Suelo	26
<b>Actividad-</b> Prueba de Agregado Estable al Agua (Examinación Slake)	28
<b>Actividad-</b> Densidad a Granel	31
Componente de Agua del Suelo	35
<b>Actividad-</b> Infiltración de Agua	36
<b>2.2 Características Químicas</b>	42
Agua	43
pH del Suelo	44
<b>Actividad-</b> Prueba de Efervescencia	45
Nutrientes	46
El Carbón y los Nutrientes	49
Proporción C:N	50
Salinidad y Sodicidad	51

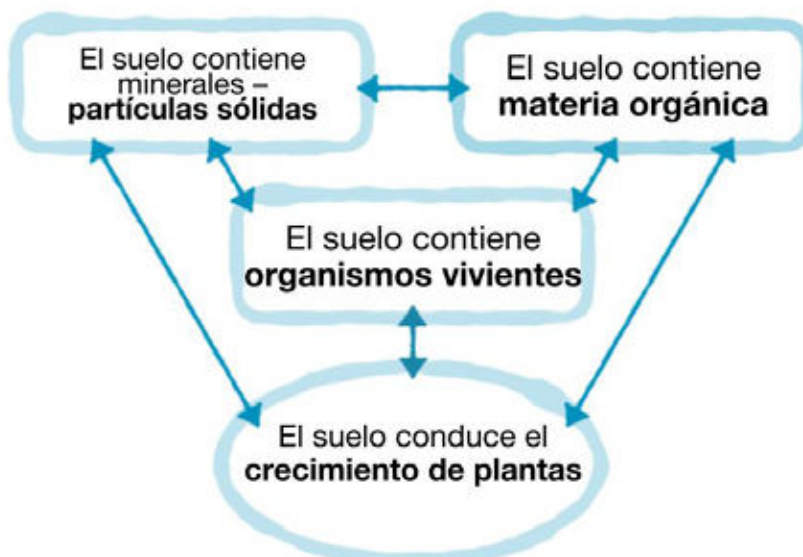
<b>2.3 Características Biológicas</b>	52
Plantas y Carbono	53
<b>Actividad-</b> Parcelas de Clip	55
<b>Actividad-</b> Cobertura de la Superficie.	59
Microbios	61
<b>Actividad-</b> Grupos Funcionales de Microbios	63
Respiración del Suelo.	64
Invertebrados	65
Vertebrados	67
<b>2.4 Principios de un Suelo Saludable</b>	71
Salud del Suelo	72
Principios de Suelos Saludables	73
<b>3. Monitoreo y Evaluación Básico del Suelo</b>	78
Planee el Monitoreo y Muestreo.	79
Cuando Tomar Muestras del Suelo	82
En Donde Tomar la Muestra	83
<b>Actividad-</b> Usando la Página Web de la Encuesta del Suelo de USDA NRCS	87
Qué Muestrear Además del Suelo.	89
Cómo Tomar Muestras para Pruebas de Laboratorio	91
Qué Pruebas Hacer en el Campo y en el Laboratorio.	93
<b>4. Consideraciones para el Manejo del Suelo</b>	96
Manejo de Labranza	97
Cultivos de Cobertura	100
Rotación de Cultivos, Incluyendo la Integración de Ganado	101
Enmiendas Orgánicas	103
Manejo de Irrigación	106
Manejo de Pastoreo	108
<b>Índice de Discusiones</b>	113
<b>Respuestas para las Actividades y Discusiones</b>	114
<b>Métodos de Enseñanza</b>	116
<b>Referencias</b>	130

# 1. Introducción

Nuestro objetivo es aumentar la conciencia sobre la salud del suelo y apoyar prácticas de manejo que van a incrementar la resiliencia y productividad de tierras de trabajo. Queremos traer un pensamiento del sistema entero al nivel espacial (desde partículas de arcilla hasta acres) y temporal (de segundos a siglos) que interactúan para formar y transformar el ecosistema del suelo. Te animamos a que observes cómo algunas partes del ecosistema del suelo responden a tipos de manejo y como otras generalmente no cambian durante la escala de tiempo del humano. Vamos a explorar el reto de trabajar dentro de las limitaciones impuestas por el ecosistema del suelo para apoyar los suelos trabajadores, resilientes y productivos de la Intermonaña

del Oeste. Denotamos un enfoque especial  en Nuevo México y Colorado con  el ícono pero la información sigue siendo relevante para climas y tipos de tierras similares.

Debido a que el suelo es un sistema muy dinámico, es necesario tener un entendimiento holístico de sus interacciones físicas, químicas, biológicas, y de manejo. Estos mismos conceptos volverán a surgir una y otra vez en diferentes partes del libro. Por ejemplo, como el contenido de materia orgánica presente en el suelo afecta el movimiento de agua, la actividad microbiana, y como mejorarla por medio de manejo.



## Propósito de Este Libro

### **Este libro de trabajo es un documento vivo. Por favor hazlo tuyo!**

- Escribe en él.
- Ensúcialo.
- Tráelo en la camioneta.
- Úsalo como herramienta de referencia para entender y monitorear el suelo y la tierra.
- Úsalo para apoyar tus técnicas de enseñanza.
- Copia las formas y cuestionarios para monitorear y enseñarle a otros.
- Y, si se llega a ensuciar un poco de más, le cae alguna gota de café, lodo, agua, o de alguna manera se daña mucho, imprime más copias o alguna porción extra gratis en: <https://quviracoalition.org/techguides/>

### **Para productores**

Un buen lugar para comenzar es en las secciones sobre los fundamentos del suelo, principios de un suelo saludable, su monitoreo y evaluación. Encontrarás herramientas para entender y monitorear el suelo denotadas con un icono de una pala. La sección de consideraciones del manejo del suelo provee una introducción a temas sobre manejo, pero recomendamos que contacte programas en universidades locales, Natural Resources Conservation Service, y personal local del Conservation District para que te ayuden a determinar las mejores técnicas para tus metas. También hemos incluido una breve introducción sobre consideraciones económicas del trabajo de un suelo saludable. Finalmente, te animamos a que interactúes con tus redes sociales y profesionales para seguir aprendiendo y compartir tu conocimiento con los demás.

### **Para entrenadores y educadores**

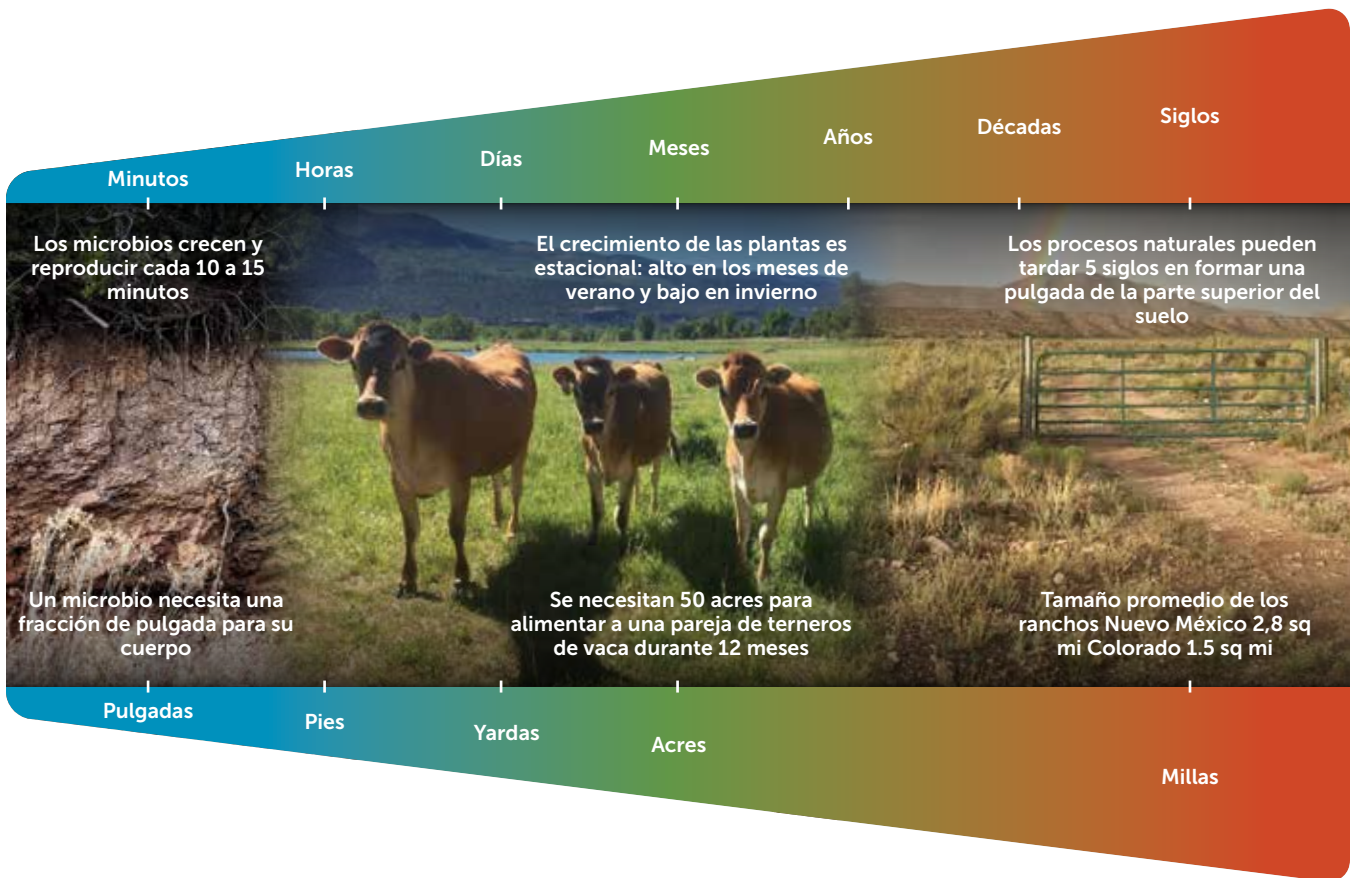
Una de las metas de este libro es establecer una base consistente de información y vocabulario que permitirá a entrenadores y educadores a reducir la confusión entre los productores con los que trabajan a lo largo del estado. La sección de fundamentos del suelo te arraigará en las características físicas, químicas, y biológicas del suelo. Los principios de la salud del suelo te ayudarán a discutir y evaluar prácticas de manejo con productores. También te proveeremos nuevos métodos para enseñar y atraer audiencias diversas en aprendizaje activo al interactuar en discusiones sobre la tierra. Finalmente, hemos incluido una breve introducción para el planeo de ranchos y granjas desde el lente del planeo de carbono.

# Pensando en la Tierra

La definición de 'tierra' es

**“La colección de cuerpos naturales que ocupan parte de la superficie de la Tierra, que es capaz de soportar el crecimiento de plantas y tiene propiedades que resultan en el efecto integrado del clima y organismos vivos actuando como base, acondicionado por la topografía a lo largo del tiempo.”**

— Brady & Weil, 2010



## Inherente

Algunas características de la tierra son inherentes. Por ejemplo, la textura de la tierra es inherente porque es derivada de la base de su ubicación. En el mismo sentido, la base de la tierra también es inherente a la geología local. El nivel pH, su acidez o alcalinidad, es otra característica inherente porque es difícil de cambiar en la escala de un rancho o granja y sobre una temporada o décadas. El orden es otra propiedad inherente: no se puede cambiar un **Aridisol** a un **Mollisol** (vea página 84) a pesar de la cantidad de irrigación y agregado de compostas. Las características inherentes no son cambiables en periodos de tiempo humano. Por lo tanto, enfoques de manejo que incluyen estas características, en lugar de intentos para cambiarlos, tienen más probabilidad de tener éxito.

## Dinámico

Otras características son **dinámicas**. Por ejemplo, el contenido de materia orgánica puede depender grandemente en las actividades de manejo. Es importante notar que la magnitud de respuesta de algunas características dinámicas dependen de sus características inherentes. Actividades de manejo del pasado han posiblemente resultado en la degradación del suelo y las decisiones sobre el presente y futuro manejo también tendrán un impacto. Con la condición presente del suelo y las metas y limitaciones de alguna operación, el conjunto de decisiones de manejo resultará en más degradados o en el mejoramiento del suelo.

# La Salud del Suelo

La salud del suelo es la capacidad de la tierra para ser efectiva y proveer servicios al ecosistema de manera sustentable. El manejo del suelo debe satisfacer las necesidades del presente sin comprometer la habilidad de satisfacer necesidades de generaciones futuras (Ghimire et al., 2018). La agricultura sustentable apoya el bienestar de comunidades granjeras mejorando la salud del suelo y la producción de cultivos con mínimos impactos negativos en el ambiente.

La criterios para determinar si una estrategia de manejo considera la salud del suelo incluye:

- Cumplir metas económicas del productor
- Mantener calidad ambiental
- Fortalecer el bienestar social
- Adaptarse sobre el tiempo a cambios climáticos y variaciones
- Optimizar la producción y calidad de cultivos y ganados

## ¿Qué Expectativas Esperamos del Suelo?

Por lo general, nos confiamos en el suelo para:

- Modificar la atmósfera de la Tierra en emitir y absorber gases
- Absorber, retener, liberar, alterar, y purificar la mayoría del agua en sistemas terrestres
- Actuar como filtro viviente para limpiar el agua antes de que fluya a un acuífero
- Procesar nutrientes reciclados, incluyendo carbón, para que seres vivientes lo puedan usar repetidamente
- Actuar como medio de crecimiento para todo tipo de plantas
- Proveer un hábitat para animales que viven en la tierra
- Construir fundaciones, calles, presas, y edificios

No hay "tierras buenas," y no hay "tierras malas." Sin embargo, hay usos para los cuales ciertos tipos de tierra son más apropiados mientras son limitantes para otras funciones. En otras palabras, algunos usos demandan más insumos significativos, manejo y recursos financieros para ser sostenidos. Por ejemplo, tierra arenosa con grava puede limitar la producción de maíz, pero es un buen recurso para la construcción de calles. Tierra arcillosa con alta contracción-hinchazón de minerales arcillosos no es apropiada para la fundación estandar de casas pero es muy adecuada para zacates de pastizales.

### Discusión – La Tierra y Tu

1. ¿Cuáles de estas expectativas son más importantes para tu operación?

---

2. ¿En qué otras expectativas puedes pensar?

---

3. ¿En cuáles de estas expectativas estás interesado en cambiar o promover?

---

4. ¿Cómo puedes priorizar las actividades que vas a hacer?

---

# 2. Fundamentos del Suelo

## 2.1 Características físicas

Las características físicas del suelo suelen dictar el éxito o fracaso de proyectos agrícolas. Si no trabajas dentro de las características físicas de tu tierra, te vas a encontrar en una jornada ardua. Las prácticas de manejo podrían mejorar características como la estructura robusta del suelo y densidades aparentes ideales, pero también pueden tener repercusiones negativas en el perfil del suelo como crear una capa restrictiva que limita el movimiento del agua. Finalmente, estas prácticas son incapaces de cambiar características físicas inherentes como la textura. Es necesario trabajar con en lugar de en contra características inherentes para asegurar mejoramientos en el suelo y el éxito de operaciones agrícolas.

**Las características físicas del suelo son a menudo vinculadas a los materiales de construcción de una casa, los cuales son unidos para formar las paredes, habitaciones, y la estructura arquitectónica completa. Análogamente, las características físicas del suelo forman la "arquitectura del suelo".** — Brady & Weil, 2010

La textura y estructura de la tierra le dan al suelo su habilidad de transmitir agua y aire, mantener nutrientes, y proveer el espacio en el cual procesos químicos y biológicos pueden ocurrir.

## Resultados de Aprendizaje

Al concluir con esta sección serás capaz de:

- Diferenciar cuáles características del suelo pueden ser cambiadas y cuales no, basado en prácticas de manejo de algún área y periodo de tiempo
- Describir el proceso por el cual el suelo se forma, pierde, o destruye
- Describir como la textura, estructura, y densidad del suelo afectan las funciones de la tierra
- Determinar la textura por medio de asentamiento y método de sensación
- Determinar la densidad aparente del suelo
- Comparar agregados estables de diferentes tipos de suelo y regímenes de manejo
- Describir los impactos de la materia orgánica del suelo en su estructura
- Describir como el agua se mantiene y fluye entre el suelo y en respecto a la disponibilidad de plantas

## Factores Formativos del Suelo y su Perfil

### Cinco factores formativos del suelo:

Los suelos se forman por el desgaste del lecho rocoso, lo cual sucede por **1)** el clima (principalmente temperatura y precipitación) y **2)** la actividad de organismos vivientes, y es afectada por **3)** el plazo de tiempo del desgaste. El suelo se desarrolla diferente basado en **4)** la topografía (por ejemplo, encima de una cresta, en una pendiente, o fondo de un drenaje) y **5)** la composición original del lecho rocoso. El suelo es un balance del material acumulado, transformado, y removido al plazo del tiempo y espacio.

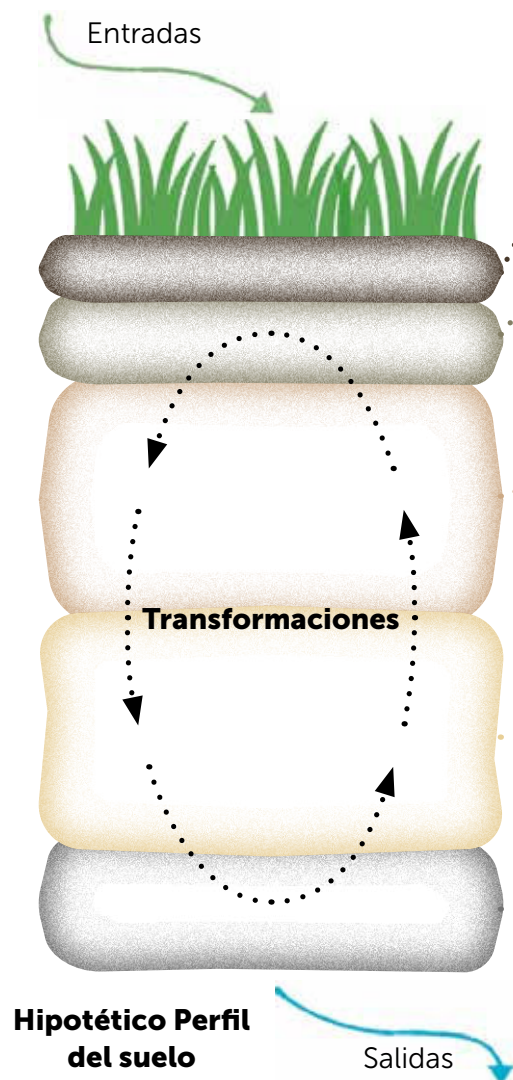


Un perfil hipotético del suelo es demostrado en [wherever the diagram is]. Ahí puede ver las diferentes capas de tierras de cultivo, pero no es común ver una sección transversal como esta en los pastizales de Nuevo México y Colorado. En los pastizales, es más común ver un perfil como el que está en el lado derecho de la página [wherever the diagram may be]. El suelo de los pastizales tienden a ser menos profundos debido a un límite de formación debido al agua, no tienen horizonte O, tienen un horizonte A pequeño debido al crecimiento limitado de plantas limitado por el agua y la acumulación reducida de materia vegetal muerta en la superficie. Es útil entender el perfil del suelo de un rancho o granja para entender las expectativas de acuerdo a su arquitectura y comportamiento bajo ciertas prácticas de manejo. (Para más información sobre las maneras en que el manejo afecta el perfil del suelo, vea las Consideraciones de Manejo de la Tierra, página 96).

### Glosario

#### Lecho rocoso

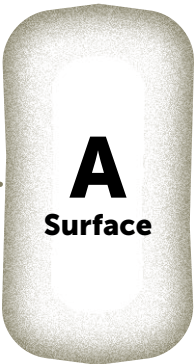
La piedra sólida formada por procesos en la tierra que están debajo del suelo. La tierra se forma cuando la base de piedra sólida se desgasta. El lecho rocoso es el material principal de la tierra.



**Horizontes**



- Considerado separado del material mineral del suelo, ya que se compone de materia vegetal y animal, llamado material orgánica colectivamente, acumulada en la superficie
- La materia orgánica más a fondo en el horizonte O va a ser progresivamente más descompuesta



- Considerado la capa superior del suelo mineral, formado por el desgaste del lecho rocoso
- Suele ser de color mas oscuro debido a la presencia de materia organica que ha sido depositada de arriba
- Puede tener una textura gruesa debido al movimiento de materiales finos hacia el horizonte por medio del desplazamiento del agua



- El ancla para las raíces arraigadas de las plantas y cultivos
- La zona da acumulacion de nutrientes y particulas finas de horizontes en la superficie
- La capa en donde el carbonato de calcio se acumula, potencialmente formando una capa restrictiva



- Mezcla de tierra y el lecho del suelo, el cual mantiene algunas características estructurales del lecho
- Zona de formación de suelo activo en donde el lecho rocoso se está desgastando



- La piedra del cual el suelo continúa su formación como efecto de sus cinco factores
- La fuente de muchas características físicas y químicas inherentes del suelo



**Arid Soil Profile**

Photo: USDA NRCS

## Discusión – ¿Cuánto se tarda en ganar o perder una pulgada de suelo?

Piensa en lo que sabes de instancias históricas o actuales sobre la pérdida de suelo en la agricultura. ¿Cuál es la escala de tiempo en la que ocurrió? ¿Qué eventos conducen a pérdidas rápidas o lentas?

---

---

---

Piensa en los cinco elementos que forman el suelo. En los climas áridos y semiáridos de Nuevo México y Colorado, ¿Cuáles son las limitaciones de la formación del suelo?

---

---

---


## Actividad – ¿En dónde está la tierra?

En las próximas imágenes, dibuje líneas para indicar los límites entre la tierra y el lecho rocoso.



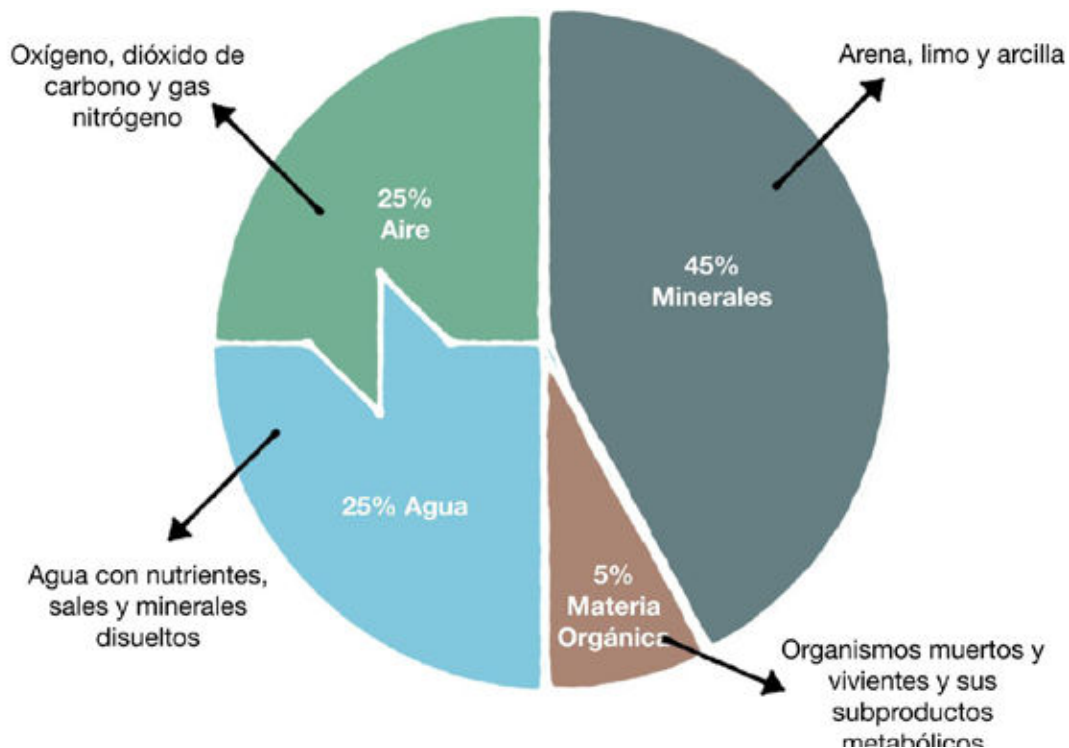
## Capas Restrictivas

Entre un perfil de suelo, uno puede encontrar una capa restrictiva que impide el movimiento de agua y aire o el crecimiento de raíces. Las capas restrictivas formadas por automóviles o maquinaria agrícola serán discutidas a continuación en contexto de la compactación (página 34).

 En Nuevo México, las capas restrictivas más comunes son lechos rocosos debido al estado poco profundo de la tierra, o caliche.

Caliche es una capa blanca de carbonatos cementados de calcio y magnesio, como tiza. El caliche suele formarse en ambientes áridos por sus niveles altos de evaporación y/o demanda de agua para la vegetación. Esta alta demanda de agua remueve agua del suelo y deja atrás carbonatos que se comportan como cemento, parcialmente restringiendo agua, aire, y el crecimiento de raíces. El caliche también afecta la química del suelo, elevando los niveles de pH y alterando la disponibilidad de nutrientes.

## Componentes del Suelo



En el resto de la Sección 2.1, vamos a discutir los compuestos del suelo (piense en los paneles, clavos y pintura que son materiales de construcción para una casa), el manera en que interactúan y afectan su misma función (piense en cómo el metal y la madera pueden formar una bisagra, permitiendo que la puerta se abra y cierre). Vamos a comenzar con los componentes minerales, de materia orgánica, y del aire porque sus características afectan la estructura del suelo seco. Después nos enfocaremos en los compuestos del agua del suelo porque la estructura del suelo afecta cómo se desplaza el agua entre la tierra.

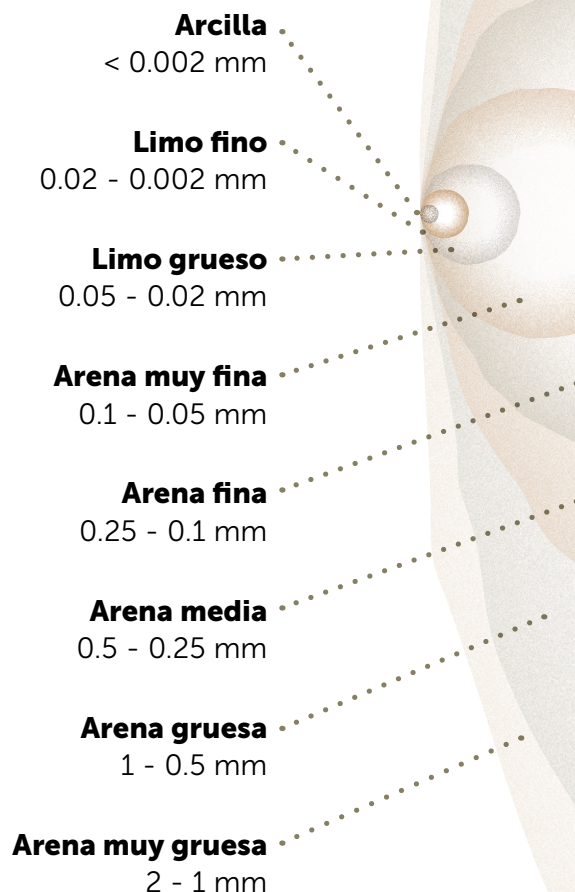
## Componente Mineral

La textura del suelo se refiere solamente a la porción mineral del suelo; es decir, la tierra que surge del lecho de roca y no a la materia orgánica que es depositada de la vegetación en la superficie. La textura del suelo es una característica inherente--no está sujeta a cambios en el campo; tipos de manejo de rancho o granjas no pueden cambiar la textura. Sin embargo, entender la textura del suelo es crítico para predecir el comportamiento de la tierra bajo diferentes prácticas de manejo. Nosotros introducimos algunas formas en que una clase de suelo que es mayormente arena, principalmente limo, o arcilloso afectan el agua y nutrientes, y vamos más a fondo en estos conceptos en la sección de la estructura del suelo [26/INSERT PAGE REFERENCE] y en el Capítulo 2.2, en Características Químicas [41/PAGE REFERENCE].

### Glosario

## Textura del Suelo

La proporción relativa de las partículas de arena, limo, y arcilla en el suelo



### **Partículas de Arena**

- Principalmente minerales de cuarzo
- Los nutrientes no son sujetos con fuerza a la superficie de partículas de arena, por lo tanto tierras arenosas mantienen menos nutrientes para plantas que tierras compuestas de partículas más pequeñas

### **Partículas de limo**

- Es dominada por minerales de cuarzo, pero en contraste con las partículas de arena, las partículas de limo son muy pequeñas para ver sin un microscopio

### **Partículas de arcilla**

- Conformada como platillos planos o diminutos copos que están en capas.
- Colectivamente tienen una superficie de área grande: la superficie área de una cucharada de arcilla equivale a la superficie de área de un campus de football
- En contraste a la arena y limo, las partículas de arcilla no son simplemente más pequeñas que las partículas del lecho de piedra. Arcillas son nuevos minerales individuales que resultan del desgaste y recristalización de minerales y el lecho rocoso, creando una partícula nueva, cristalina, y en forma de plato. Las partículas de arcilla en el suelo se pudieron haber formado en el lugar de su presencia actual, o pudo haber sido emplazada con otros sedimentos que fueron erosionados de otros suelos.

## Actividad – Como Medir la Textura de la Tierra

La mejor manera de medir la textura de la tierra es mandar una muestra a un laboratorio para medir el porcentaje(%) de arena, % de limo, y % de arcilla para determinar su clase de textura precisa. Este tipo de análisis suele ser costoso simplemente porque le toma mucho tiempo al técnico de laboratorio para completarlo, pero hay dos maneras para obtener observaciones iniciales o estimados de la textura del suelo por ti mismo. Recuerda, con medir la textura del suelo una vez no hay necesidad de volver a hacer en el futuro, a menos de que haya habido erosión severa por viento o agua.

### Técnica de Cinta de Textura del Suelo

#### Materiales

- Agua para humedecer el suelo
- Una pequeña pala o otra herramienta para coleccionar la muestra del suelo

#### Instrucciones

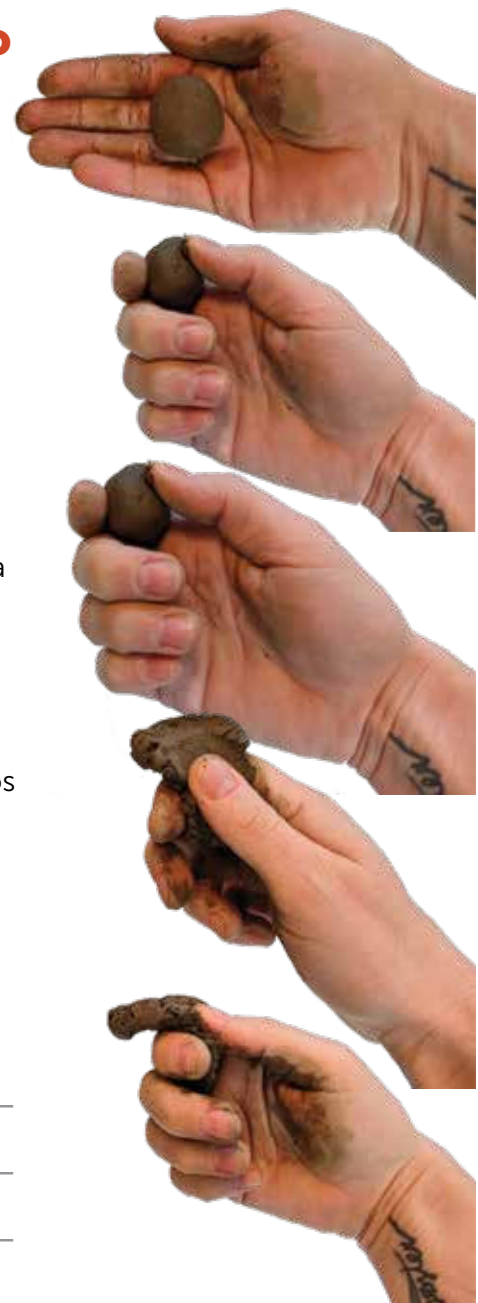
1. Refiérete al diagrama en la próxima página de NRCS Textura por Sentimiento para las instrucciones y determinación de textura
2. Siempre es bueno practicar algunas veces diferentes para acostumbrarse a la técnica. En particular, ponle atención a cómo la cantidad de agua que agregas afecta la textura del suelo que estás examinando. Date cuenta como la presión que usas entre tu pulgar y dedo índice afecta la formación del listón. Practica con algunos diferentes tipos de tierra de diferentes suelos para tener una idea de las diferentes sensaciones en crear diferentes listones.
3. Así es como vas a querer formar el listón →

**Interpretación:** ¿Que textura determinaste?

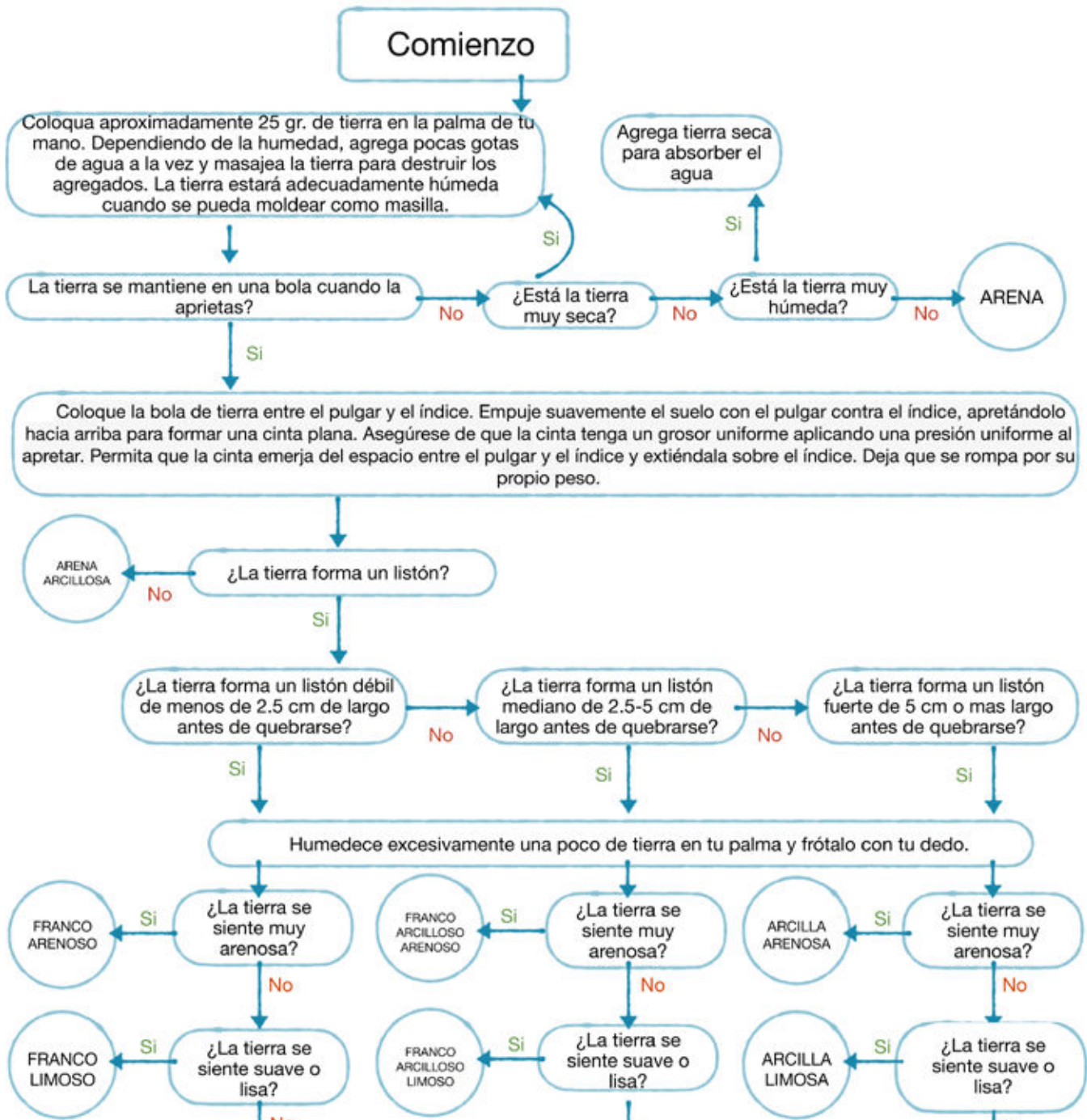
---

---

---



**Diagrama NRCS Textura por Sentimiento**



Modificado de S.J. Thien. 1979. A flow diagram for teaching texture by feel analysis

*Journal of Agronomic Education*. Issue 8, pp 54-55.

**Actividad continuado en siguiente página →**

## Técnica de Asentamiento

### Materiales

- Frasco de vidrio o plástico con tapadera
- Agua
- Una pequeña pala u otra herramienta para escarbar la muestra

### Instrucciones

1. Vierte una cucharada considerable de tierra en el frasco.
2. Llena el frasco con agua y cierre la tapadera. Agita el frasco y déjalo reposar.
3. Checa el frasco cada ciertas horas y luego durante los próximos días.

### Interpretación

- Las partículas de tierra se arremolinan en el agua cuando tu agitas el frasco. Eventualmente se asientan de acuerdo a su tamaño y peso.
- Las partículas grandes y más pesadas se asientan primero (guijarros y arena).
- Las partículas más pequeñas y livianas se asientan después (limo fino).
- Las partículas de arcilla no se asientan y provocan que el agua permanezca turbia.
- Los palitos y pedacitos de hojas flotan.

Apunta tus observaciones y las cantidades relativas del material que se asentó, permaneció suspendido en el agua, y el que flotó.



Día 1

---

---

Día 2

---

---

Día 3

---

---

## Glosario

### Clase de Textura del Suelo

La clase de textura del suelo es una clasificación en la ciencia del suelo y la tierra. El suelo está agrupado y clasificado basado en los porcentajes de arena, limo, y arcilla en la tierra.

#### Clase de Textura del Suelo

Algunas combinaciones diferentes de la distribución de las partículas del suelo van a tener propiedades similares y pueden ser agrupadas juntas

Las clases de textura del suelo están relacionadas con el grado del suelo a:

- Susceptibilidad a la erosión
- Aireación
- Flujo de agua hacia dentro y hacia afuera
- Capacidad de retención de agua
- Disponibilidad de nutrientes
- Potencial e idoneidad para cultivos

Por ejemplo, generalmente tierras arenosas promueven el drenaje de agua libre y entrada de aire, por lo cual son propensas a sequías. Tierras limosas permiten el drenaje pero no tan rápido como el de la arena. Debido a la abundancia de las pequeñas partículas de limo, las tierras limosas suelen disminuir el espacio poroso del suelo, causando problemas de drenaje y aireación. Tierras altas en arcilla tienen más efectos en el agua y nutrientes. Partículas de arcilla retienen agua en la superficie y entre capas, y no toda el agua que retienen es disponible para las plantas. Las partículas de arcilla también son responsables de retener nutrientes y agua, debido a la amplia superficie y su reactividad. Esta puede atraer y mantener minerales como calcio, magnesio, potasio, amonio, sodio, cobre, aluminio, e hidrógeno.

**Nota:** Muchas de estas propiedades también son afectadas por el componente de materia orgánica en el suelo, el cual es discutido en la página 24. La materia orgánica es diferente de los compuestos minerales a pesar de que pueden ser combinados, dependiendo de su ubicación en el perfil del suelo.

En lugar de hacer pruebas para encontrar la proporción exacta de limo, arena, y arcilla en cada campo o pastizal, podemos obtener mucha información al saber el tipo de clase del suelo. Puedes encontrar esta información en los mapas de suelo (ve el Capítulo 3, En Donde Tomar la Muestra, página 83).

## Actividad – Clasificación de Textura del Suelo

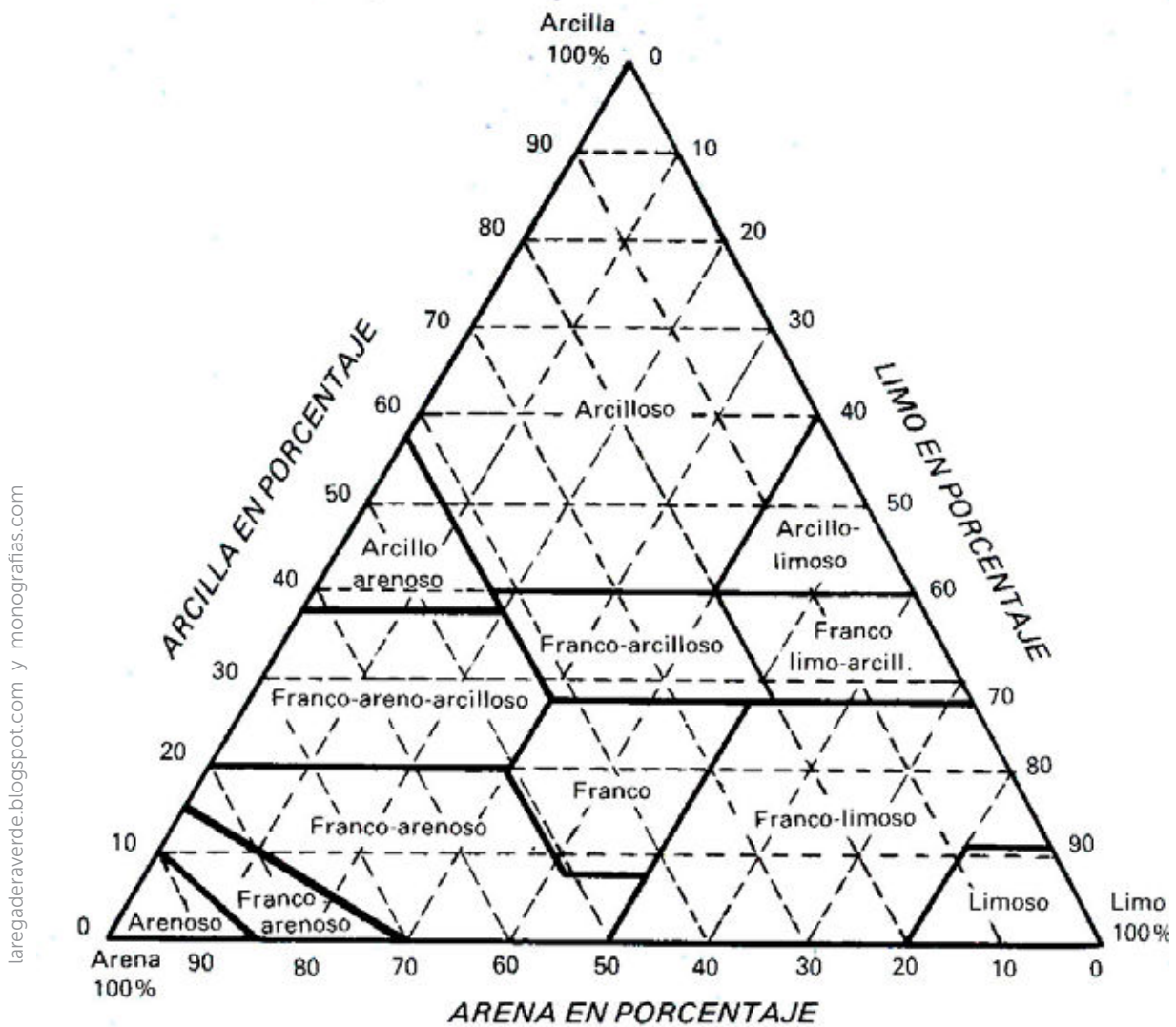


GRAFICO PARA LA DENOMINACION DE LOS SUELOS SEGUN LA TEXTURA

**Cual es la clase de suelo que contiene:**

60% arena, 0% limo, y 40% arcilla? \_\_\_\_\_

10% arena, 50% limo, y 40% arcilla? \_\_\_\_\_



## Discusión – Clase de Textura del Suelo

¿Por qué es útil saber la clase de textura de suelo que tienes?

---

---

---

 Nuevo México y Colorado contienen todas las clases de de textura del suelo, desde praderas del  desierto arenosas a suelos limosos a lo largo de llanuras aluviales de ríos, hasta suelos arcillosos en las Grandes Llanuras. Esta variedad se ha desarrollado en pastizales de raíces profundas de esquisto y lecho rocoso de limolita. De los tres tipos de partículas minerales del suelo, las partículas de arcilla requieren más meteorización para formarse. Por lo general, debido a la meteorización limitada que ocurre en climas semiáridos, la arcilla es la partícula menos dominante en los suelos de esta región.


## Compuesto de la Materia Orgánica en el Suelo

### Glosario

### Materia Orgánica del Suelo

(SOM, sometimes called just organic matter or OM) is biological material from plants and animals at various stages of decomposition, the cells and tissues of soil organisms, and substances produced by soil organisms.

La materia orgánica del suelo está compuesta por elementos que componen los cuerpos de plantas, animales, y organismos del suelo—en gran parte carbono, oxígeno, hidrógeno, y nitrógeno. Tu puedes reconocer que estos cuatro elementos se pueden encontrar en la atmósfera como gases (dióxido de carbono, oxígeno, y nitrógeno) o vapor (agua). La fotosíntesis, precipitación, y fijación de nitrógeno capturan estos elementos de la atmósfera y los transmiten al tejido de las plantas, animales, y organismos del suelo. Estos elementos se convierten en materia orgánica del suelo por medio del proceso de descomposición y asimilación por organismos del suelo, ambos pequeños o grandes. (ver Características Biológicas en la página 55).

 En regiones áridas o semiáridas, con el crecimiento de plantas limitado por la cantidad de agua, se encuentra materia orgánica en menos del 2%. Esto sucede debido a que la mayoría de la cantidad de materia orgánica inicialmente proviene de las plantas.

La cantidad de materia orgánica en el suelo puede variar en escalas de tiempo relevantes para el ser humano, basado en prácticas de manejo. Sin embargo, el incremento de la materia orgánica también es limitado por factores ambientales como la temperatura y disponibilidad de agua. Recuerda que si estás alterando drásticamente la cantidad de materia orgánica en el suelo, también estás cambiando su ecosistema. Añadir materia orgánica al suelo no beneficia a todos los organismos del suelo y las plantas de la misma manera. Es importante recordar que al agregar materia orgánica también se están alterando las características físicas y químicas del suelo—especialmente los nutrientes. Estos diferentes efectos favorecen el crecimiento de algunas especies sobre otras. Por ejemplo, algunas malas hierbas nocivas se benefician del incremento de materia orgánica o nutrientes disponibles siendo que están más adaptadas a ecosistemas ricos en nutrientes.

## Discusión – ¿Que se encuentra en materia orgánica?

Evalúa cada artículo en la lista como materiales orgánicos del suelo. Circula los que consideres como materia orgánica de suelo, dibuja un rectángulo alrededor de los que se podrían convertir en materia orgánica, y tacha los que no.

Composta agregada a la superficie del suelo

Orín de caballo

Microbios vivos en las partículas superficie del suelo

Fertilizante como amonio nitrato

Estiércol de vaca en la superficie del suelo

Lombrices en el suelo

Cal agricola

El armazón muerto de un conejo

Mantillo agregado a la superficie del suelo

Hojas de roble

Hojas de hierba en un hormiguero

Humus

Estiércol que ha traído un escarabajo

Fragmentos de raíces descompuestos

Una hormiga

**¿Cuál fue la criteria que usaste para incluir o excluir artículos en la clasificación de materia orgánica del suelo?**

---



---



---



---

## Componente de Aire del Suelo

El aire del suelo es un compuesto importante en el sistema físico del suelo porque los organismos que se encuentran en él y las raíces de las plantas lo necesitan para vivir. A grandes rasgos, el aire del suelo es similar al aire mezclado en la atmósfera. La atmósfera de la Tierra comprende aproximadamente 78% nitrógeno, 21% oxígeno, y <1% dióxido de carbono, hidrógeno, neón, y otros gases como el metano y el vapor de agua. Las células de raíces, microbios, y animales más grandes inhalan oxígeno y exhalan CO<sub>2</sub>, igual que los humanos. Así en el suelo, la cantidad de oxígeno puede ser ligeramente más baja y el dióxido de carbono más alto que el del aire de la atmósfera porque el aire del suelo no se mezcla rápido con el aire de la atmósfera.

## Estructura del Suelo

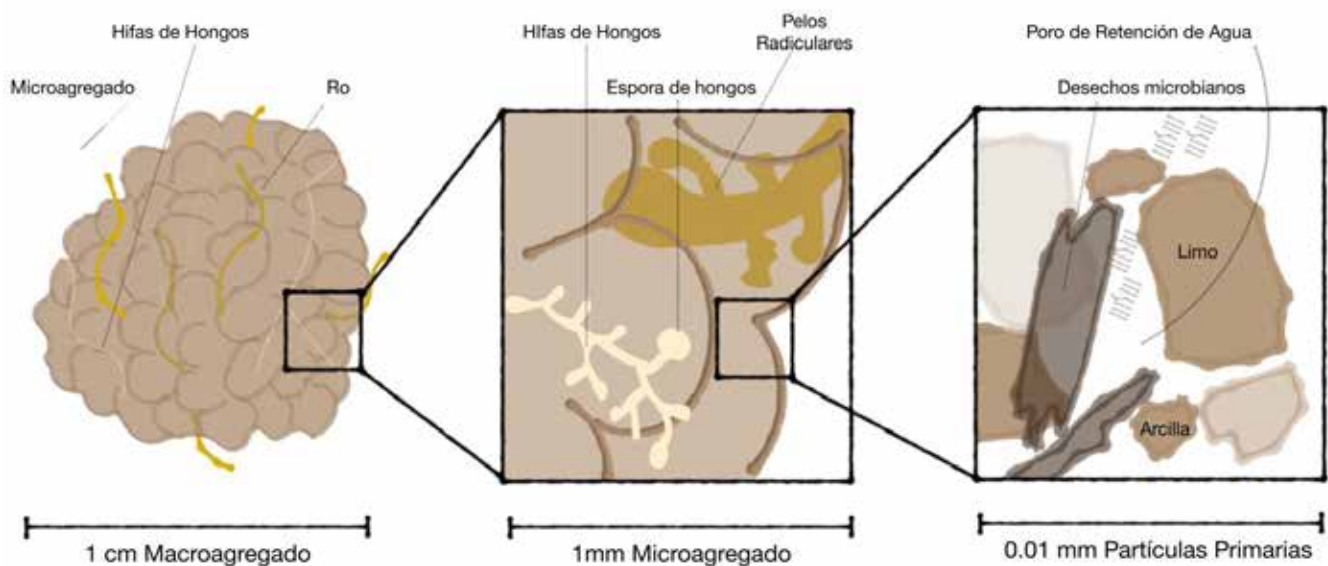
### Glosario

### Estructura del Suelo

El arreglo de las partículas del suelo (arena, limo y arcilla) y materia orgánica en agregados de diferentes tamaños y formas.

La estructura del suelo afecta como el suelo responde a condiciones cambiantes. Al entender la estructura del suelo, podrás empezar a entender:

- La susceptibilidad del suelo a la erosión por medio de agua o aire
- La distribución del tamaño de los poros (el movimiento del agua y la retención)
- La tolerancia del suelo hacia sequías
- La aireación del suelo
- La capacidad del suelo para retener agua
- El crecimiento de raíces y su proliferación



La estructura del suelo es afectada por la textura de sí misma y la materia orgánica, **así como el uso de la tierra y las prácticas de manejo.**

Nota que la estructura del suelo es diferente que la textura, la cual por lo general **no es afectada por el uso de la tierra y sus prácticas.**

### Agregados

La arena, limo, y arcilla se pueden unir para formar agregados más grandes, los cuales tienen muchos beneficios:

- Promueven el movimiento de aire y agua profundamente en el perfil del suelo
- Efectivamente retiene el agua contra la evaporación
- Proporciona sitios para el secuestro de carbono
- Proporciona sitios para almacenamiento y ciclo de nutrientes
- Proporciona sitios de muy alta actividad microbiana

### La Estabilidad de los Agregados

#### Glosario

### Estabilidad del Agregado

La habilidad de los agregados del suelo para resistir condiciones cambiantes del suelo.

La estabilidad de los agregados es una propiedad del suelo dinámica e importante. También es afectada por procesos físicos, químicos y biológicos.

La arcilla juega una parte importante en el proceso físico-químico de la estabilización del agregado. La interacción de las arcillas con el calcio, hierro, aluminio, y sodio pueden incrementar o disminuir los agregados (vea Salinidad y Sodicidad en la página 51).

Los procesos y compuestos biológicos incrementan los agregados y la estabilidad del suelo. Estos incluyen el movimiento de los organismos del suelo, materia orgánica, y compuestos producidos por las raíces, hongos, y otros microorganismos (bacterias y arqueas).

La estabilidad de agregados es generalmente baja a través de los pastizales de Nuevo México y Colorado, basado en información del 2015 NRCS Rangeland Resource Assessment. Es importante notar que hay una diversidad de órdenes de suelo en Nuevo México y Colorado, y que no podemos esperar que estos órdenes demuestren el mismo nivel de estabilidad de agregados (para más información en órdenes de suelo, vea En Donde Tomar la Muestra, página 83).



## Actividad– Prueba de Agregado Estable al Agua (Examinación Slake)

### Materiales

- Contenedor de plástico o vidrio lleno de agua de irrigación
- Tela de alambre o mosquitera de ventana amoldado como canasta para suspender de la boquilla del contenedor. La canasta debe estar sumergida dos pulgadas en el agua del contenedor.
- Una pequeña pala o herramienta para coleccionar la muestra de suelo

### Instrucciones

1. Colecciona múltiples muestras de suelo o agregados y déjelos secar al aire libre por lo menos una semana. Dependiendo de la humedad inicial y la textura del suelo en la muestra, el proceso de secarse se puede tardar hasta un mes.

Podrías coleccionar agregados y muestras de diferentes tipos de tierra o suelos bajo diferentes regímenes de manejo para compararlos.

2. Establece los contenedores con el agua de irrigación

El uso de agua de irrigación es diferente que el protocolo establecido por la NRCS, el cual requiere agua destilada. Usar agua de irrigación va a proveer una mejor idea de cómo el suelo se va a comportar cuando sea irrigado. Si no tienes agua de irrigación disponible, agua destilada es suficiente. Asegurate de apuntar qué tipo de agua usaste.

3. Coloca uno o más agregados de tierra en cada canasta en los contenedores. Asegúrate de que estén completamente sumergidos.
4. Observa los agregados de tierra durante los próximos días- se mantienen juntos o desmoronan?

**¿Qué observaste?** \_\_\_\_\_

### Interpretación

¿Cómo era la topografía del lugar en donde coleccionaste las muestras? ¿Cuál era la profundidad del suelo? ¿Cómo era la vegetación en el área? ¿Cuál era el tipo de manejo del área?

Estos son solamente ejemplos de aspectos que pueden ser considerados, observados, y comparados. Dependiendo de lo que sabes de tu propiedad, puedes pensar en algo más?

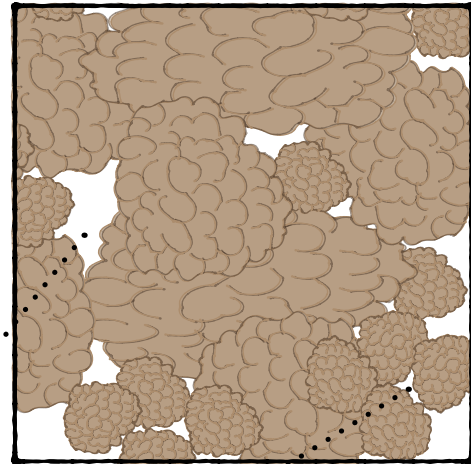
## Espacio Poroso

### Glosario

## Espacio Poroso

Parte del suelo que es agua o aire.

El espacio poroso es afectado por la cantidad de arcilla y materia orgánica que contiene el suelo, los cuales son importantes para agregar partículas sólidas del suelo y hacer espacio para el aire o agua. Hay dos tipos de espacios porosos en el suelo, y cada tipo de suelo contiene una mezcla de ambos.



### Macroporos

Los macroporos son generalmente más grandes que 0.08mm en diámetro. Ellos están relacionados con el incremento de materia orgánica del suelo y su agregación, así como la actividad de los organismos del suelo y las raíces. También se pueden formar entre granos de arena, el cual le da las propiedades de buen drenaje y aireación a suelos arenosos.

- El incremento de macroporos conlleva a más movimiento de agua y aire en el suelo.

### Microporos

Los microporos son generalmente menos de 0.08mm en diámetro. Ellos están formados en suelos arcillosos y caracterizados por un movimiento lento de aire y agua.

- Los microporos están típicamente llenos de agua, aunque el agua no es disponible para plantas porque está capturada.
- Son muy pequeños como para permitir el movimiento del aire.

Al pensar en el espacio poroso, es importante considerar el tamaño individual y el tamaño total colectivo de los poros a través del suelo. Recuerde los diferentes comportamientos del agua y aire en los macroporos en comparación a los microporos.

## Discusión – Distribución de Tamaños de Poros

¿Qué actividades de manejo podrían causar un decrecimiento relativo en macroporos e incremento en microporos?

## Densidad a Granel

La densidad a granel es una característica importante para calibrar la facilidad o dificultad con la que el agua fluye a través del suelo o las raíces de las plantas crecen.

El volumen del cubo representado a continuación incluye espacios porosos y sólidos (minerales y compuestos de materia orgánica). La masa de los sólidos y el aire en el suelo serán utilizados para calcular la masa del suelo.

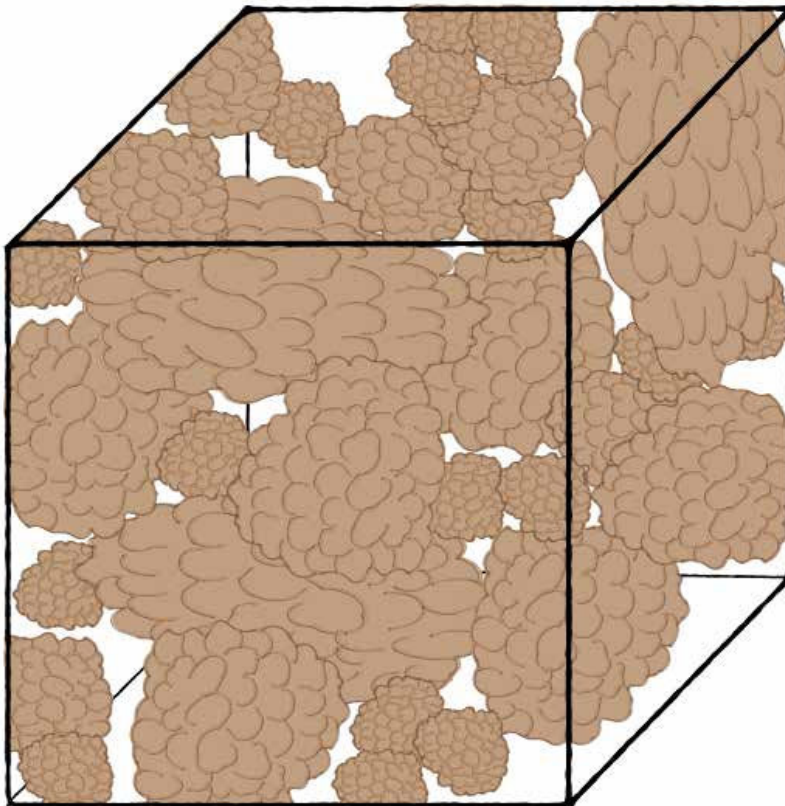
La densidad a granel es afectado por:

- La textura (proporciones de partículas de arena, limo y arcilla)
- La estructura ( agregados y espacios porosos)
- La profundidad del perfil del suelo
- El manejo

### Glosario

## Densidad a Granel

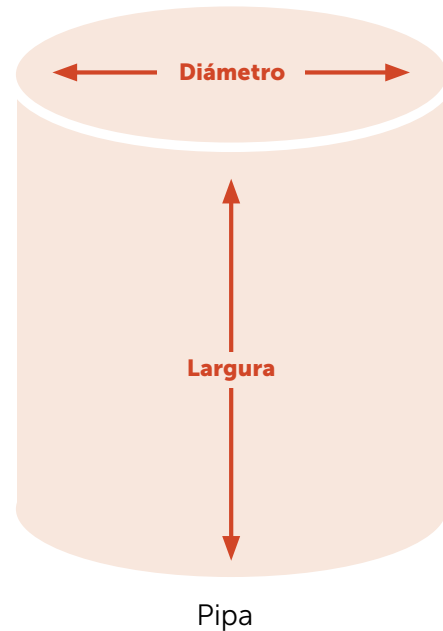
describe la masa seca de la materia sólida y los poros (todo menos el agua) en algún volumen de suelo. Suele ser expresado en gramos por centímetro cúbico ( $\text{g}/\text{cm}^3$ ).



## Actividad – Densidad a Granel

### Materiales

- Una pieza de tubo aproximadamente 3 pulgadas de largo, con un diámetro uniforme
- Un mazo o martillo pequeño
- Un tablero resistente de 2 pulgadas x 4 pulgadas
- Una pala o paleta para escarbar el tubo
- Una bolsa ziploc para guardar la muestra
- Una escala o báscula medidora (una báscula de cocina es suficiente)
- Opcional: Podadoras para remover la vegetación de la superficie del suelo



### Instrucciones

Volumen del tubo = volumen del suelo para la muestra

Mide la altura y el diámetro interno del tubo. Al calcular el volumen del tubo, sabrás exactamente el volumen de la muestra de suelo que vas a coleccionar. Con esto en mente, trata de coleccionar la cantidad exacta que llene el tubo.

$$\text{longitud de la tubería (pulgadas)} \times \frac{\text{Diámetro de la tubería (pulgadas)}}{2} \times \frac{\text{Diámetro de la tubería (pulgadas)}}{2} \times 3.14 = \text{Volumen de tubería en pulgadas}^3$$

$$\text{_____ in} \times \text{_____ in} \times \text{_____ in} \times 3.14 = \text{Volumen de tubería en pulgadas}^3$$

Deberá convertir pulgadas<sup>3</sup> a centímetros<sup>3</sup>:

$$\text{Volumen de tubería en pulgadas}^3 \times 16.39 = \text{Volumen de tubería en centímetros}^3$$

$$\text{_____ in}^3 \times 16.39 = \text{_____ cm}^3$$

**Actividad continuado en siguiente página** →

### Peso de la muestra de suelo seco

1. Localiza la ubicación para la muestra de suelo y poda la vegetación para exponer la superficie del suelo.
2. Pon el tubo en el piso y el tablero arriba de él. Usa el mazo o martillo para enterrar el tubo en el suelo hasta que esté completamente sumergido. La meta es que el tubo esté lleno de tierra.
3. Escarba el tubo usando la pala o paleta. Ten cuidado de no alterar la tierra dentro del tubo. Escarba debajo del tubo y saca algo de esa tierra.
4. Recorta la parte inferior y superior de la muestra de suelo de modo que quede al ras con la parte superior e inferior del tubo.
5. Empuja la muestra hacia la bolsa de plástico. Asegúrate de tener la muestra completa en la bolsa de plástico.
6. Deja la bolsa abierta en un lugar seguro para que se seque la muestra.
7. Cuando la tierra esté seca, pesa la muestra.

### Calculaciones

Vas a querer medir el peso de la muestra en gramos.

Si tu escala no mide en gramos, puedes convertir de onzas a gramos al multiplicar por 28.35.

$$\text{Peso de la muestra de suelo en gramos} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ g}$$

Calcula la densidad a granel

$$\text{Peso de la muestra de suelo en gramo} \div \text{Volumen del tubo en cm}^3 = \text{Densidad a granel}$$

$$\underline{\hspace{2cm}} \text{ g} \div \underline{\hspace{2cm}} \text{ cm}^3 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ g/cm}^3$$

## Interpretación

Al combinar la textura de suelo que determinaste o la que fue reportada por el laboratorio (página 96) con la densidad a granel que determinaste usando el método del tubo, podrás determinar si la densidad a granel de tu suelo restringe el crecimiento de las raíces o no.

	<b>Densidades a granel que restringen el crecimiento de raíces (g/cm<sup>3</sup>)</b>
Arenas, arenas arcillosas, margas arenosas, margas	> 1.80
Limo, franco arcilloso arenoso, margas arcillosas	> 1.75
Margas limosas, marga arcillosa limosa	> 1.65
Arcillas arenosas, arcillas limosas, margas arcillosas	> 1.58
Arcillas	> 1.47


## Compactación

### Glosario

### Compactación

término para el espacio limitado de poros en el suelo a causa de que los agregados del suelo son empujados juntos o degradados.

La compactación restringe el movimiento del agua y aire, reduciendo la infiltración del agua y su drenaje. En un suelo compacto, los poros entre las partículas del suelo son generalmente microporos; las raíces no crecerán bien y el agua se va a mantener firmemente. Como consecuencia, generalmente hay un microbioma del suelo menos saludable.

 En Nuevo México y Colorado, la compactación puede ser un problema para suelos húmedos ricos en arcilla. Suelos secos y arenosos no son tan vulnerables a la compactación en base a su humedad y textura. Una buena estructura del suelo (agregados) y la cobertura vegetal también pueden ayudar a prevenir la compactación. En este contexto, los suelos de Nuevo México y Colorado son vulnerables a la compactación ya que a algunos les falta buena agregación por tener poca materia orgánica, contenido de arcilla, y escasa cobertura vegetal.




Ya sea un penetrómetro o una pala pueden ser utilizadas para identificar una capa de suelo compacta. Es importante realizar un examen con el penetrómetro cuando el suelo esté a su capacidad de campo (vea la página 39), ya que los resultados incrementan cuando la tierra se seca. También puede medir la compactación al saber la textura del suelo, densidad a granel, y tasa de infiltración. Una capa compacta del suelo va a tener muy pocas o nada de raíces y se va a ver lisa y brillante cuando se corta. (Para más información sobre términos y conceptos en este párrafo, vea Componente de Agua del Suelo a continuación).

## Componente de Agua del Suelo

### ¿Cómo entra el agua al suelo?

El agua entra al suelo por los espacios porosos. Por lo tanto, saber la densidad a granel y la condición de los espacios porosos es esencial para entender cómo el agua penetra el suelo. Esto es un motivo de preocupación para ganaderos y granjeros porque qué tan rápido o lento el agua penetra su suelo determina los niveles de escurrimiento de agua, y controlar el escurrimiento es una manera para mitigar sequías y prevenir erosiones.


 En Nuevo México y en Colorado, la mayoría de los eventos lluviosos ocurren en el verano y son caracterizados por una intensidad alta de precipitación-- mucha lluvia y/o granizo en un periodo corto de tiempo. Para los productores, es importante que el agua penetre el suelo rápido para que esté disponible para las plantas en lugar de que se pierda al escurrirse.

#### Glosario

### Tasa de Infiltración

La velocidad en la cual el agua penetra los espacios porosos de algún área en particular del suelo, la cual a menudo se mide en pulgadas de agua por hora.

En suelos compactos, la infiltración es limitada ya que el tamaño y cantidad de poros es limitado. En estos suelos, el agua fluye de la superficie del suelo, llevando partículas del suelo y materia orgánica, resultando en erosión. La compactación del suelo puede ocurrir por la actividad de animales, vehículos, y tráfico peatonal humano. El suelo se puede compactar en la superficie el cual es evidente por la formación de una costra física en la superficie, o puede ser compactada bajo la superficie. La compactación del subsuelo es común en suelos agrícolas y es llamado 'sartén de arado', refiriéndose a los efectos de maquinaria agrícola. El agua podría infiltrar la superficie de estos suelos pero no se moverá a través del perfil del suelo. Entonces, cuando la capa de la superficie ya está saturada, el agua se escurrirá.

 En ranchos y granjas en Nuevo México y Colorado, la compactación es común en las calles de acceso. Esto ha causado escurrimiento en la superficie y problemas severos de erosión. El hidrólogo Bill Zeedyk ofrece ideas para abordar eficazmente la compactación del suelo para calles de acceso en el manual técnico "A Good Road Lies Easy on the Land." Algunos de sus enfoques para la restauración y control de erosión están incluidos en la guía de Quivira Coalition "Erosion Control Field Guide."

## Actividad - Infiltración de Agua

### Materiales

- Un anillo de metal de 6 pulgadas en diámetro por 5 pulgadas de alto (llamado “anillo de infiltración”). Contacta a la oficina de tu distrito local de conservación de agua del suelo/ NRCS/Servicio de extensión; es probable que su personal tenga un anillo que le pueda prestar.
- Podadoras o un cuchillo para limpiar la superficie del suelo de vegetación
- Un mazo o pequeño martillo
- Un tablero resistente de 2 pulgadas x 4 pulgadas
- Envoltura de plástico o una bolsa plástica
- Temporizador o un cronógrafo
- 15 onzas de agua (444 mL) por 2 (un total de 30 onzas de agua). (Agua del grifo o de irrigación son aceptables. Esta cantidad va a llenar el anillo de irrigación a la altura de una pulgada sobre la superficie del suelo.)



### Instrucciones

1. Dibuja una línea en el anillo de infiltración para indicar una profundidad de tres pulgadas
2. Limpia el área de muestra de plantas y debris. Si el área está cubierta de vegetación, podala lo más cerca posible a la superficie del suelo, ¡pero no la saques!
3. Instala el anillo de irrigación cubriéndolo con el tablero y martillando igualmente hasta que la línea que marcaste a las tres pulgadas esté enterrada. Dos pulgadas del anillo van a permanecer arriba de la superficie del suelo.
4. Con el anillo en posición, usa tu dedo para afirmar la superficie del suelo alrededor de las orillas internas del anillo para prevenir cualquier filtración adicional. Minimiza el disturbio en el resto de la superficie del suelo dentro del anillo.
5. Alinea la superficie del suelo dentro del anillo con la envoltura o bolsa de plástico para cubrir el suelo y el anillo por completo como está demostrado en la imagen. Este procedimiento previene el disturbio en la superficie del suelo al verter el agua.
6. Vierte las 15 onzas (444 mL) de agua en el anillo alineado con el plástico como se demuestra arriba.

**Actividad continuado en siguiente página →**

7. Remueve la envoltura de plástico tirando suavemente de ella, dejando el agua en el anillo.
8. Anota la cantidad de tiempo (en minutos) que le toma al agua infiltrar el suelo. Deja de tomar el tiempo cuando la superficie esté brillante. Si la superficie del suelo está desnivelada dentro del anillo, toma tiempo hasta que la mitad de la superficie ya no esté sumergida y esté brillando.
9. Apunta el número de minutos.
10. Repite el examen de infiltración en el mismo anillo, con la segunda cantidad de 15 onzas (444 mL) de agua.

**Nota:** Si la humedad del suelo está cerca o al nivel de capacidad, puedes terminar la actividad después del paso 8. El contenido de humedad del suelo va a afectar la tasa de infiltración. Por lo tanto, dos exámenes de infiltración (vea pasos 9 y 10) son generalmente realizados si el suelo está seco. La primera pulgada de agua humedece el suelo, y la segunda estima la tasa de infiltración del suelo.

11. Apunta el número de minutos transcurridos para la segunda medida de infiltración.

### Calculaciones

1. Calcula la fracción de hora que una pulgada de agua se tardó en infiltrar el suelo húmedo:

$$\text{Número de minutos} \div 60 = \text{Fracción de hora}$$

$$\underline{\hspace{2cm}} \text{ minutos} \div 60 = \underline{\hspace{2cm}}$$

2. Calcula la tasa de infiltración:

$$1 \text{ pulgada} \div \text{Fracción de hora} = \text{Tasa de infiltración}$$

$$1 \text{ pulgada} \div \underline{\hspace{2cm}} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ pulgadas/hora}$$

**Actividad continuado en siguiente página →**

**Nota:** Puedes usar anillos de diferentes tamaños, y/o martillar el anillo a diferentes profundidades, y/o usar una cantidad diferente de agua, pero tendrás que hacer ajustes matemáticos que no están incluidos aquí.

### Interpretación

Usando la tabla, ¿Cómo puedes interpretar la tasa de infiltración de tu suelo? ¿Cuáles propiedades físicas crees que son responsables por la tasa que determinaste?

Tasa de Infiltración (pulgadas/hora)	Clase de Infiltración
> 20	Muy rápido
6 a 20	Rápido
2 a 6	Moderadamente rápido
0.06 a 2	Moderadamente
0.2 a 0.6	Moderadamente lento
0.06 a 0.2	Lento
0.0015 a 0.06	Muy lento
Menos de 0.0015	Impermeable

## ¿Cómo se mueve el agua a través del suelo?

El agua entra y fluye sobre el espacio poroso del suelo. Los macroporos son suficientemente grandes para que las raíces de las plantas penetren el suelo y proveen agua disponible para ellas. Las plantas absorben agua del suelo por medio de las raíces, se traslada al tallo y las hojas, y después se regresa a la atmósfera como vapor de agua. El agua en los macroporos es susceptible a lixiviación a través de la fuerza descendente de la gravedad. Al secarse la tierra, el agua se mantiene firmemente en los microporos, en donde no está disponible para las plantas porque aún las raíces más finas no son suficientemente grandes como para penetrar los pequeños microporos.

Podemos seguir las condiciones cambiantes en el suelo a medida de cómo pierde agua. Es especialmente importante notar que las plantas son como Ricitos de Oro en el cuento de los tres osos-- mucha agua en el suelo no es adecuada para ellas; muy poca tampoco es apropiada; pero una cantidad en el medio es justa.

### Glosario

#### **Saturación**

Ocurre cuando todo el espacio poroso del suelo está lleno de agua; un suelo saturado no contiene aire.

### Glosario

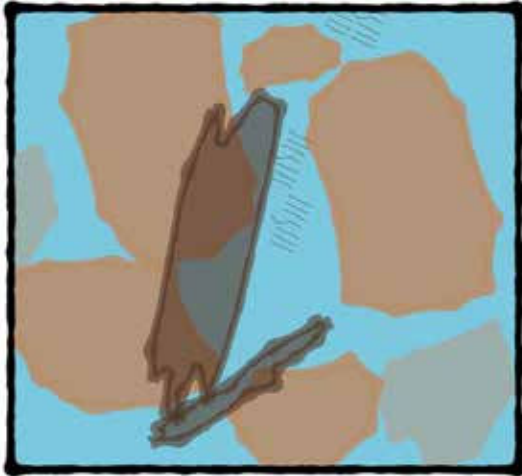
#### **Capacidad de Campo**

saturación total del suelo, menos el agua perdida por drenaje libre por gravedad.

### Glosario

#### **Punto de Marchitez Permanente**

condición en la cual todavía hay agua en el suelo pero es sujeta con tanta fuerza a los componentes físicos del suelo (especialmente partículas pequeñas como la arcilla) que las plantas no son capaces de extraerla rápidamente para satisfacer sus necesidades.

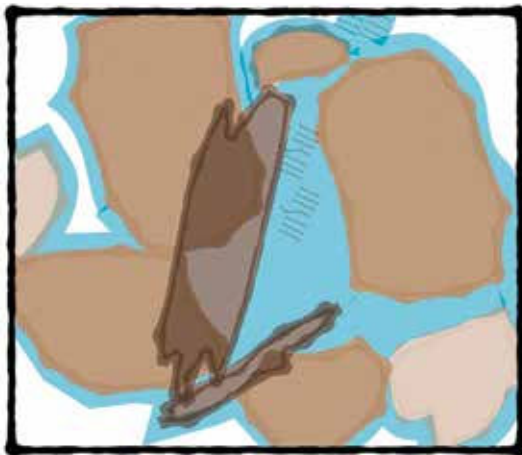


### **Saturación**

Empezamos con un suelo saturado, por ejemplo después de una lluvia fuerte o evento de irrigación.

En el punto de saturación, la actividad de las raíces es limitada porque no hay oxígeno disponible en el suelo para ayudar a alimentar su actividades celulares (para más información en esto ve Características Biológicas en la página 52).

**Nota:** La estructura del suelo está más débil en el punto de saturación, por lo cual no es recomendable pasar maquinaria sobre él.

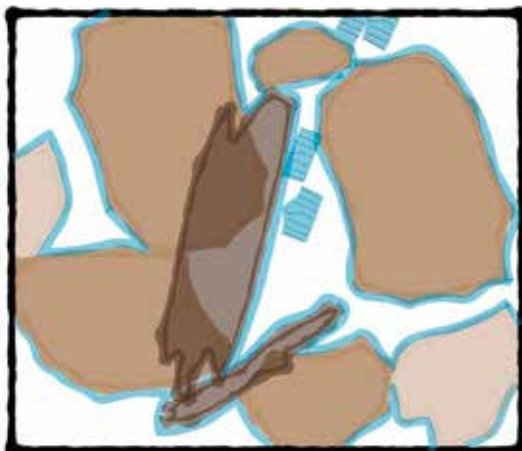


### **Capacidad de Campo**

Conforme pasa el tiempo, el agua se drena debido a la gravedad y el suelo alcanza la capacidad de campo.

Al punto de capacidad de campo, los espacios porosos más grandes del suelo serán llenos de aire.

Los suelos arenosos alcanzan el punto de capacidad de campo alrededor de dos días después de una lluvia fuerte o evento de irrigación, pero los suelos con más arcilla tardan más en llegar a su capacidad de campo.



### **Punto de Marchitez Permanente**

A medida que el suelo se continúa secando debido a la evaporación y el drenaje, se acerca al punto permanente de marchitez.

Una planta no se puede recuperar en condiciones de un verdadero punto permanente de marchitez.

## Capacidad de Retención de Agua

### Glosario

## Capacidad de Retención de Agua

la cantidad de agua que está en el suelo entre la capacidad de campo y el punto permanente de marchitez.

La cantidad de agua disponible para las plantas también está relacionada a la capacidad de retención de agua, el cual está relacionado con la textura del suelo.

El mismo proceso de drenaje y la desecación ocurren en todos los tipos de suelo pero pueden variar en el plazo de tiempo. Piense en una gota de agua desplazándose de arriba a abajo en la imagen del panel en el espacio poroso (página 30) y cuanto más se tardará entre más rugosa la superficie. Diferentes suelos aguantan diferentes cantidades de agua y por lo tanto tienen diferentes capacidades de retención de agua.

<b>Clase de Textura</b> (vea 'Clase de Textura del Suelo', pg. 21)	<b>Capacidad de Retención de Agua</b> (pulgadas de agua por pie de profundidad)	<b>Comportamiento del Agua en el Suelo</b>
Arena gruesa	0.25 to 0.75	Drenaje muy rápido
Arena arcillosa	1.1 to 1.2	Drenaje moderadamente rápido
Franco limoso	2 to 2.5	Más disponible para las plantas
Arcilla limosa	1.5 to 1.7	Sostenido moderadamente apretado
Arcilla	1.2 to 1.5	Sostenido muy apretado

**Nota:** Para alguna clase de textura de suelo, la compactación y acumulación de sal van a reducir la capacidad de retención de agua.

La materia orgánica puede incrementar la capacidad de retención de agua directamente o indirectamente. La materia orgánica contiene más agua que un suelo mineral de volumen similar, pero la puede sostener más apretada (como la arcilla). La materia orgánica también mejora la estructura del suelo, incrementando el tamaño de los espacios porosos y su capacidad de retención de agua.

## 2.2 Características Químicas

Las características químicas incluyen las maneras en que diferentes compuestos del suelo reaccionan entre sí y entran y salen del sistema. Por ejemplo, aprenderá que el pH puede afectar qué tan fácil una planta tiene acceso a algunos tipos de nutrientes y por lo tanto ser bien fertilizada o deficiente. Diferentes condiciones pueden concluir en compuestos disolviéndose en el agua y desplazándose, o acumulándose como sólidos en el suelo (por ejemplo como una costra de sal).

Las características químicas están relacionadas a la actividad de organismos vivos. El carbono, nitrógeno, oxígeno, hidrógeno, sulfuro y fósforo son de los bloques más primordiales de la vida. En las células, estos compuestos forman moléculas de proteínas (estructura y metabolismo), carbohidratos (estructura y energía), grasas (energía y señalamiento), y ácidos nucleicos (información genética). Cuando estas moléculas se combinan para formar organismos vivientes, los químicos se convierten en compuestos biológicos. La actividad microbiana es esencial para descomponer y procesar materias primas o en descomposición para que sean usadas por otras formas de vida (las cuales serán discutidas a más profundidad en la sección de características biológicas en la página 55). El entender la disponibilidad de diferentes elementos químicos y compuestos del suelo es esencial para entender la productividad del suelo.

### Objetivos de Aprendizaje

Después de completar esta sección podrás:

- Describir de donde proviene el pH del suelo y como afecta los suelos de Nuevo México y Colorado
- Describir los nutrientes esenciales para un suelo productivo
- Discutir cómo el pH del suelo interactúa con la disponibilidad de nutrientes
- Entender la proporción C:N (carbono a nitrógeno) y lo que significa para la productividad del suelo
- Describir de donde provienen las sales del suelo y la diferencia entre salinidad y sodicidad

## Agua

### ¿Cómo entra el agua al suelo?

El agua influencia todos los aspectos del suelo--físico, químico, y biológico--por sus propiedades químicas únicas. Desde la fase inicial de la formación del suelo, al transportar los nutrientes del suelo después de un evento lluvioso, al proveer el hábitat para comunidades microbianas del suelo y agua para el crecimiento de las plantas, el agua es esencial para entender el suelo y su bienestar/salud. El agua se comporta de una manera única cuando interactúa con los agregados del suelo, los cuales le dan al agua del suelo propiedades especiales que son importantes de considerar al manejar un rancho o granja.

Una propiedad del agua es que muchos compuestos se pueden disolver en ella y pueden ser transportados a través del suelo. Por ejemplo, fertilizante seco e inorgánico no está accesible para las raíces de las plantas hasta que se disuelve en el agua y se traslada hacia la zona de enraizamiento del suelo.

Adicionalmente, la mayoría de la vida microscópica en el suelo está activa en películas de agua formadas en los agregados

del suelo. Todo el procesamiento de la materia orgánica y otros minerales y nutrientes del suelo dependen en la presencia del agua. En las áreas semi-áridas de Nuevo México y Colorado, en donde la lluvia es estacional y los periodos de sequía son intensos, estos procesos también son estacionales.

La fuente de agua de irrigación y el cómo llega a una propiedad puede determinar los minerales que se encuentran en ella. Si fluye en zanjas de tierra abiertas, va a recoger minerales en su camino a la propiedad, los cuales se pueden concentrar debido a la evaporación. Por otra parte, el agua subterránea puede recoger minerales del lecho rocoso a su alrededor como sodio, calcio, hierro, o sulfuro. Cuando estas aguas ricas en minerales se usan para regar sembradíos o pasturas, es posible que impacten la estructura del suelo y el bienestar de las plantas. Es por esto que es importante evaluar las aguas de irrigación como parte de las pruebas de suelo (el cual será cubierto en la sección Planee el Monitoreo y Muestreo, página 79).



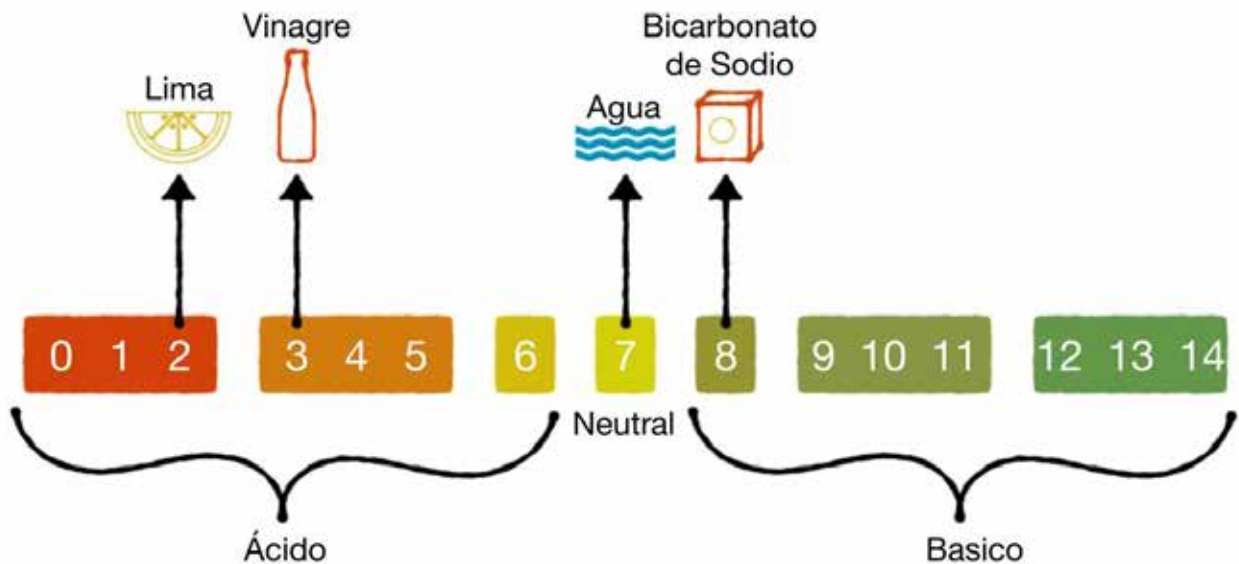
Photo: Miguel Santistevan


## pH del Suelo

El pH del suelo es una propiedad inherente que resulta de la formación del desgaste de la base-- especialmente el desgaste por el agua. El pH del suelo a granel tiende a ser difícil de cambiar, lo cual es algo bueno porque cambios drásticos en el pH afectan las propiedades químicas del ecosistema del suelo incluyendo la disponibilidad de nutrientes e idoneidad para el crecimiento de plantas. La resistencia de cambiar el pH del suelo se llama 'capacidad de almacenamiento'.

### El pH puede afectar la disponibilidad de nutrientes en el suelo.

El pH es medido en una escala de 1-14.



 Muchos de los suelos en Nuevo México y Colorado tienen niveles altos de pH debido al desgaste mínimo o inexistente del lecho de roca del suelo. La presencia de carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ) o lima es grandemente responsable por amortiguar el pH de estos suelos en Nuevo México y Colorado.

## Actividad – Prueba de Efervescencia

### Materiales

- Muestra de tierra seca
- Vinagre

### Instrucciones

1. Vierte el vinagre en la muestra de tierra seca.

### Observaciones

¿Acaso ves si la tierra efervece con pequeñas burbujas?

### Interpretación

La tierra con un nivel de pH más alto que 7 (tierra alcalina) va a reaccionar con el vinagre (un ácido), causando su efervescencia.

### En Nuevo México y Colorado, un nivel alto de pH (alcalinidad):

#### Limita la disponibilidad de:

- Fósforo (P)
- Hierro (Fe)
- Manganeseo (Mn)
- Boro (B)
- Cobre (Cu)
- Zinc (Zn)

#### Incrementa la disponibilidad de:

- Calcio (Ca)
- Magnesio (Mg)
- Molibdeno (Mo)

#### No tiene efecto directo en:

- Nitrógeno (N)
- Potasio (K)
- Azufre (S)

**Nota:** pH *puede* afectar la disponibilidad de nitrógeno, potasio, y sulfuro a través de interacciones con biología, tales como favorecer las plantas fijadoras de nitrógeno o no.

## Nutrientes

Los ecosistemas del suelo son la fuente de conducción para la transformación, transportación, y el renovamiento de los materiales nutritivos disponibles para las plantas. Es importante recordar que el movimiento de los nutrientes a través del ecosistema del suelo es muy complejo y que la ubicación del nutriente en el sistema (agregado del suelo o partícula, agua o aire, disponible o apretado) dicta su disponibilidad para el uso y consumo de las plantas y otros organismos.

### Clasificación de Nutrientes

<b>N</b> El nitrógeno	<b>P</b> El fósforo	<b>K</b> El potasio
--------------------------	------------------------	------------------------

#### Nutrientes Primarios

nutrientes necesarios para las plantas en cantidades relativamente grandes.

<b>Mg</b> El magnesio	<b>S</b> El sulfuro	<b>Ca</b> El calcio
--------------------------	------------------------	------------------------

#### Nutrientes Secundarios

necesarios para las plantas en cantidades sustanciales, pero mucho menos que los nutrientes primarios.

<b>Mn</b> Manganeso	<b>Fe</b> Hierro	<b>Ni</b> Níquel
<b>B</b> Boro	<b>Cl</b> Cloro	<b>Cu</b> Copper
<b>Zn</b> Zinc	<b>Mo</b> Molibdeno	

#### Micronutrientes

necesarios para las plantas en cantidades pequeñas, pero tienen una función importante en el crecimiento y desarrollo de las plantas.

**N**

**El nitrógeno** se usa en células para crear proteínas, DNA, y clorofilo. El nitrógeno existe en abundancia en la atmósfera, pero no de manera usable por las plantas. Hay bacterias del suelo fijadoras de nitrógeno que son asociadas con legumenes (frijoles y chícharos). Este tipo de bacteria puede convertir nitrógeno atmosférico en una forma que puede ser utilizada por las plantas y otros microorganismos del suelo. El nitrógeno también puede ser añadido al suelo de manera inorgánica, como urea, amoníaco, y nitrato. Las enmiendas orgánicas, como el estiércol y la composta, son maneras buenas de agregar nitrógeno al suelo. Los microbios del suelo pueden competir con las plantas por el nitrógeno en el suelo, por ejemplo si enmiendas ricas en carbono como el serrín se añaden al suelo.

**P**

**El fósforo** se usa en las células como componente de DNA y membranas, y para capturar energía.

**K**

**El potasio** es esencial para las reacciones químicas que mantienen a las plantas y los microorganismos vivos; específicamente, el potasio activa enzimas (proteínas que son responsables por las reacciones químicas de la vida). También es un compuesto grande en el líquido de las células. Este interactúa con cambios en la disponibilidad de agua, ayudando a las plantas y microorganismos a tratar con estresores ambientales.

**Ca**

**El calcio** es un compuesto en las paredes celulares y por lo tanto es necesario en cantidades grandes para soportar el crecimiento de las plantas-- en las raíces, las puntas de brote, frutos, el despliego de hojas, y los pétalos.

**Mg**

**El magnesio** es un compuesto mayor de las moléculas de clorofilo y es esencial para la fotosíntesis. También está involucrado en la producción de aceites y proteínas, y en la activación de enzimas.

**S**

**El sulfuro** es un compuesto de DNA, proteínas, vitaminas, y aceites.

**Fe**

**El hierro** es necesario para las enzimas que asisten en hacer que el nitrógeno esté de manera disponible para las plantas, y en la formación de clorofilo.

## La Disponibilidad de Nutrientes

No todos los nutrientes del suelo están disponibles para las plantas. Algunos están tan fuertemente sostenidos a la arcilla o partículas de materia orgánica que las plantas no los pueden obtener. Otros se encuentran en formas químicas que no pueden ser procesadas por algunos organismos.

El pH del suelo suele ser el factor principal en determinar la disponibilidad de nutrientes. El nivel óptimo de pH para la disponibilidad de nutrientes en todos los suelos es entre 6.5 y 7.5. En esta condición, la mayoría de los nutrientes estarán disponibles para la captación de cultivos. Abajo de un pH de 6.5 o arriba de 7.5, ciertos elementos se harán menos disponibles aunque sigan presentes en el suelo. Es necesario aplicar fertilizantes al suelo para compensar por los niveles bajos de nutrientes que resultan por los niveles de pH.

## Deficiencias

Las plantas no se comportan óptimamente cuando algunos nutrientes son deficientes, aunque no es tan fácil determinar cuál es la deficiencia con tan solo ver la apariencia de la planta. Una prueba de suelo puede confirmar o descartar algunas posibilidades. Por ejemplo, una deficiencia de fósforo es común y ocurre por dos razones: el fósforo ocurre en concentraciones bajas naturalmente en

el suelo, y el fósforo que está en el suelo o es agregado se hace indisponible para las plantas. Las plantas pueden exhibir los mismos o similares síntomas de deficiencias por la falta de uno o más nutrientes. Por esta razón, es posible que se necesiten mas pruebas para determinar exactamente una deficiencia o combinación de deficiencias.



Deficiencia de zinc en el maíz



Deficiencia de hierro en la caña de azúcar



Deficiencia de manganeso en un rosal



Deficiencia de fósforo en el maíz

## Discusión – Plantas, pH, y Deficiencia de Nutrientes

Notas que a las plantas les hace falta vigor. Ya hiciste pruebas de suelo para checar los niveles de nitrógeno pero no encontraste una deficiencia. También mediste el pH del suelo y resultó en 8.

¿Cuáles son algunas otras causas posibles para la falta de vigor?

---

---

---

---

---

## El Carbón y los Nutrientes

### Discusión – ¿Por qué pensamos diferentemente sobre el carbono que otros compuestos químicos del suelo?

Pensemos holísticamente sobre el suelo como un sistema en lugar de "solamente tierra". ¿Por qué no discutimos el carbono con otros nutrientes del suelo? ¿Por qué no es considerado un nutriente cuando en realidad atrae mucha atención hacia la cantidad de carbono o materia orgánica en el suelo?

---

---

---

---

---

## Proporción C:N

Cuando describimos la materia orgánica, usamos la proporción carbono-nitrógeno o proporción C:N. El carbono se utiliza para construir los cuerpos de los organismos del suelo, y el nitrógeno se utiliza en proteínas y enzimas responsables del metabolismo de otros organismos del suelo. Si fuéramos a tomar una bacteria del suelo, moler su tejido, y medir su contenido de carbono y nitrógeno, tendríamos una idea de la proporción de carbono a nitrógeno necesaria en el suelo para que crezca la bacteria. Es por esto que utilizamos la proporción C:N para entender la calidad de la materia orgánica para el crecimiento de los organismos en el suelo.

Todos los organismos típicamente requieren más carbono que nitrógeno. Sin embargo, una proporción alta de C:N (mas alta que 24:1) no presenta suficiente nitrógeno para soportar el metabolismo de los microbios del suelo. A pesar de que haya suficiente carbono para que crezcan sus tejidos, serán incapaces de llevar a cabo las reacciones necesarias para crecer. Los organismos usarán el nitrógeno que ya está disponible en el suelo, el cual puede limitar la cantidad de nitrógeno disponible para las plantas. Esto tambien causara mas perdida de materia orgánica.

Cuando la proporción C:N es baja, los organismos liberan el exceso de nitrógeno en la materia orgánica y lo distribuyen en el suelo para que sea lo puedan usar las plantas. El exceso de nitrógeno puede ser problemático si se lixivia del suelo y es arrastrado por la

escorrentía a las vías fluviales, causando contaminación.

A veces también vemos la mención de la proporción C:P (fósforo) y proporción C:N:P:S (fósforo y sulfuro) . Estos son conceptualmente los mismos que C:N. Ciertas plantas y microbios tienen diferentes requisitos para los nutrientes, relativamente a sus necesidades de carbono.

Suelos de tierras secas tienden a ser bajas en C (carbono) y N (nitrógeno) ya que el crecimiento de plantas es limitado por el agua. La proporción C:N puede variar, dependiendo de la historia de uso del suelo y el tipo de vegetación presente. Es importante recordar que el carbón en el suelo proviene principalmente del material de las plantas, ya sea por su crecimiento o el mantillo orgánico. El nitrógeno disponible para el uso de las plantas proviene de microorganismos del suelo o insumos humanos. Estos dos elementos son esenciales para el bienestar del suelo, pero las rutas por las que entran al ecosistema del suelo son muy diferentes.

**Nota:** El ver los ciclos de los nutrientes nos provee una manera de entender como los suelos están conectados a otros ecosistemas, la atmósfera, la disponibilidad de nutrientes, y las dinámicas de depleción.

## Salinidad y Sodicidad

Sales- Incluyendo cloruros, nitratos, carbonatos, sulfatos, sodio, potasio, calcio, y magnesio--proviene del lecho rocoso (la mayoría de las veces). Cuando hay desgaste insuficiente por medio del agua para trasladarlos del horizonte del suelo superior, las sales permanecen en el suelo.

Las sales también pueden ser transportadas hacia el suelo por medios de irrigación de agua o algunos abonos compostados. Mientras el agua fluye a través de acequias, especialmente canales de tierra sin revestimiento, puede recoger sales del suelo y depositarlos en el campo que se está regando. A lo largo del tiempo, estas sales se acumulan en el suelo cuando el proceso de evaporación ocurre más rápido que el de precipitación. La evaporación se incrementa con el reemplazo de comunidades de plantas perennes, nativas, de raíces profundas por especies de cultivos anuales o la exposición de la superficie del suelo.

### Glosario


#### Salinidad

es la medida de sales en el suelo. La salinidad puede ser medida en el suelo y el agua de irrigación usando una prueba de conductividad eléctrica.

### Discusión- Salinidad y Sodicidad

¿Qué factores en tu rancho o granja crees tu que puedan afectar la salinidad o sodicidad de tu suelo?

Sales excesivas en el suelo pueden dificultar que las raíces tomen agua salada del suelo, lo cual resulta en síntomas similares a los de la sequía en las plantas, aún después de una lluvia reciente o evento de irrigación. Cantidades excesivas de sodio pueden deteriorar la estructura del suelo debido al desglose agregado. La pérdida de agregados puede causar una pobre infiltración de agua, como se describió en secciones anteriores. Estos cambios hacen difícil el crecimiento de las plantas y pueden afectar drásticamente el rendimiento de los cultivos.

 En Nuevo México y Colorado hay áreas que contienen cantidades de salinidad y sodicidad alarmantes para el suelo. Estas preocupaciones pueden ser tratadas por medios de manejo de irrigación, drenaje, y selección de plantas, aunque el mejor remedio demandará mucho más tiempo (especialmente en condiciones de sequía).

### Glosario

#### Sodicidad

es la acumulación de sal de sodio relativo a otros tipos de sales, especialmente calcio. La sodicidad se mide con la proporción de absorción de sodio (SAR), basado en la cantidad relativa de sodio en comparación con el calcio y magnesio. SAR puede ser determinado para el suelo y para el agua de irrigación. En suelos sódicos, el SAR será más alto que 13. En suelos salinos será menos que 13, y la concentración de sales será suficiente para perjudicar su productividad.

## 2.3 Características Biológicas

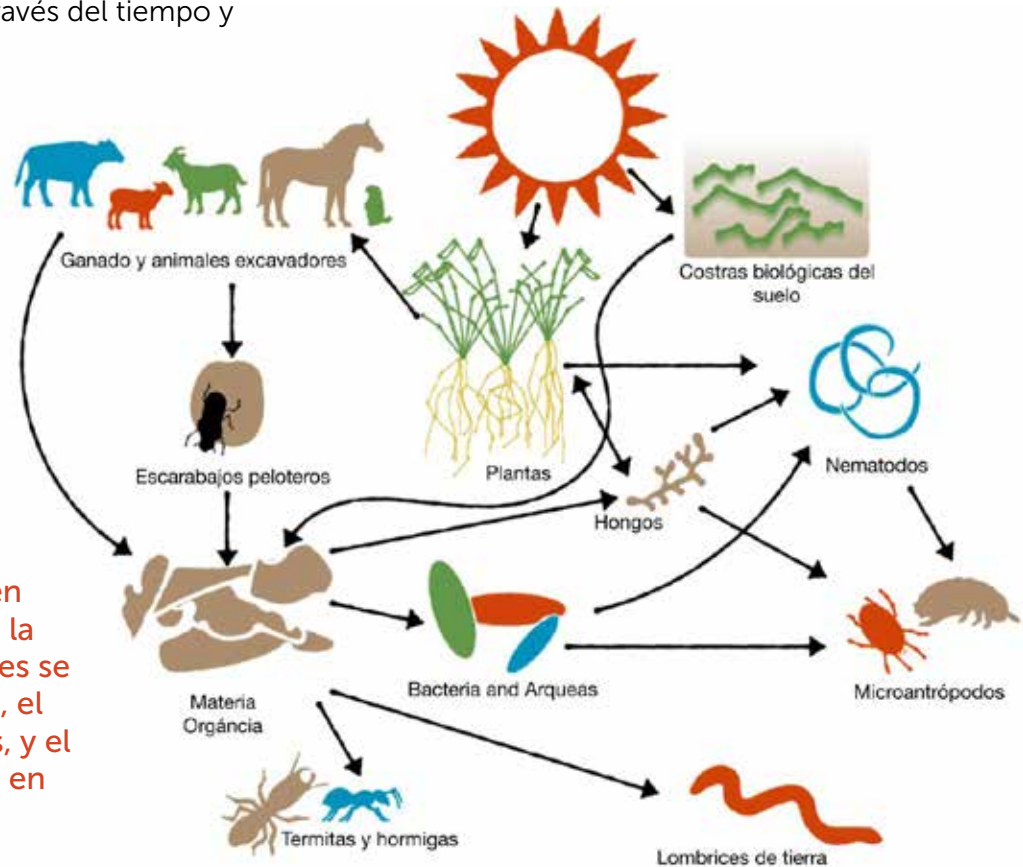
Casi toda la energía de la vida proviene del sol por medio de la fotosíntesis que ocurre en las hojas de las plantas. Eso quiere decir que procesos sobre y debajo de la superficie están inherentemente conectados. La red alimentaria del suelo es crítica para sostener actividades biológicas, la diversidad, y la productividad. Las interacciones entre plantas, microbios, y animales son clave en funciones como las que regulan el flujo del agua o almacenan y reciclan nutrientes y otros compuestos del suelo. En esta unidad, discutiremos las formas de vida que constituyen el ecosistema del suelo y sus interacciones beneficiosas, depredadoras, y competitivas--manteniendo en mente que hay una variación grande en las características biológicas del suelo a través del tiempo y espacio físico.

### Objetivos de Aprendizaje

Después de completar esta sección podrás:

- Describir cómo las plantas ciclan el carbono, incluyendo alimentar la red alimentaria del suelo.
- Describir los roles claves que los microbios tienen en facilitar los procesos del suelo.
- Describir los roles que seres invertebrados y vertebrados tienen en la red alimentaria del suelo y otras funciones del suelo.

Las flechas apuntan en la dirección en la que la energía y los nutrientes se mueven. Por ejemplo, el ganado come plantas, y el estiércol se convierte en materia orgánica.



## Plantas y Carbono

### Glosario

#### Fotosíntesis

es la reacción en plantas verdes que convierte energía solar (luz) en energía química.

Las hojas de las plantas hacen azúcares (carbohidratos) que almacenan energía solar que proviene de la luz solar y el dióxido de carbono de la atmósfera. Un subproducto de la fotosíntesis es el oxígeno, el cual es liberado de regreso a la atmósfera. La producción, almacenamiento, y el uso de carbohidratos es esencial para el crecimiento, mantenimiento, y reproducción de las plantas. Los carbohidratos se forman en las células de las hojas y tallos durante las horas del día en la temporada de crecimiento por el proceso de fotosíntesis.

### Glosario

#### Respiración

produce la energía que usan las células al tomar oxígeno, descomponiendo (quemando) carbohidratos, y liberando dióxido de carbono.

Es importante recordar que las plantas respiran. Aparte de capturar CO<sub>2</sub> de la atmósfera como parte del proceso de fotosíntesis, las plantas liberan CO<sub>2</sub> al quemar carbohidratos para energizar su mantenimiento, crecimiento y reproducción. Debido a que quemar carbohidratos requiere oxígeno, las plantas deben de seguir consumiendo oxígeno como los animales. Las partes de las plantas que se encuentran sobre la superficie pueden acceder oxígeno del aire, pero las raíces que se encuentran debajo de la superficie también necesitan oxígeno. Por esta razón, el suelo necesita estar húmedo pero no saturado para permitir que el oxígeno fluya por el espacio poroso entre las raíces.

#### Biomasa Vegetal

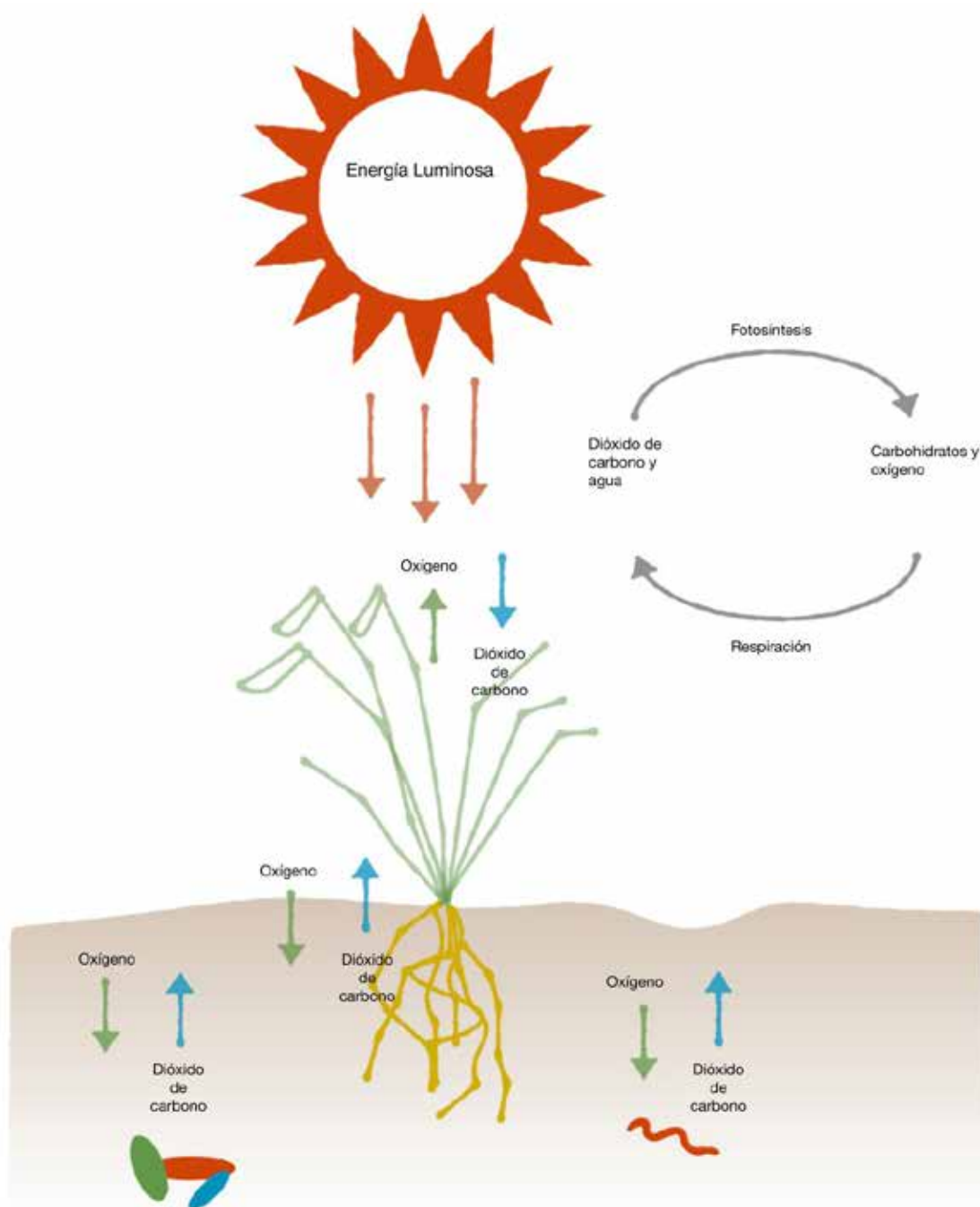
La biomasa vegetal de las plantas sobre la superficie, básicamente el peso de todas las hojas y tallos, está determinada por la cantidad de carbono que absorbe durante la fotosíntesis y la cantidad de carbono que respira. En cualquier punto de la vida de la planta, la biomasa total puede ser menos que el total que produjo porque insectos, otros animales, parásitos, y enfermedades consumen partes de la planta.

Algunos organismos (por ejemplo vacas y saltamontes) usan carbohidratos y otros compuestos de plantas vivientes para energizar sus propias actividades. Algunos microbios usan exudados de las raíces, los cuales son carbohidratos liberados de plantas vivas, ya sea activamente o porque las raíces se quiebran. (Los exudados de las raíces también se llaman "carbono líquido.")

## 2. Fundamentos del Suelo

Otros organismos usan carbohidratos y compuestos de plantas muertas para energizar sus actividades. Esto es parte del proceso de descomposición, el cual incluye descomponer el cuerpo de organismos muertos o sus desechos (estiércol).

En turno, las plantas confían en otros organismos para ayudarles a obtener nutrientes o para defenderse de parásitos y animales que pastan. Y, obviamente, algunas plantas confían en otros animales para la polinización, lo cual sucede raramente en el suelo y no es una característica de la biología del suelo que se considera aquí.



## Actividad – Parcelas de Clip

Las parcelas de clip pueden ayudar a entender cuánta biomasa está presente en un área en particular. Antes de comenzar con esta actividad, considera las siguientes preguntas, basado en tus intereses y preocupaciones, y apunta algunas notas.

- ¿Cuál debería de ser el área total de su muestra?  
\_\_\_\_\_
- ¿Cómo va a decidir en dónde tomar la muestra? (Vea Planee el Monitoreo y Muestreo en la página 79 para más instrucciones)  
\_\_\_\_\_
- Se cortan y separan las plantas por especies, grupo funcional (hierba de estación fría vs forda anual), o alguna otra característica(s)?  
\_\_\_\_\_
- ¿Vas a coleccionar la biomasa total, o vas a separar los compuestos verdes/ activos de desechos estancados?  
\_\_\_\_\_
- ¿Cuándo va a tomar las muestras y cómo va a afectar la cantidad de biomasa que va a coleccionar?  
\_\_\_\_\_

### Materiales

- Un quadratin o aro de un metro cuadrado (algo que denote un área de tamaño definitivo que pueda poner sobre el suelo)
- Tijeras para podar la vegetación
- Bolsas de papel para coleccionar la vegetación podada. Recuerde etiquetar las bolsas con suficiente información para identificar la muestra, por ejemplo, use iniciales de la persona que haya podado el espacio, la fecha, e información importante de la ubicación del sitio de muestra
- Una báscula


### Instrucciones

1. Coloca el quadratín en una ubicación en donde quisiera saber la cantidad de biomasa vegetal
2. Con un par de tijeras, remueve toda la vegetación dentro del cuadrilátero hasta el raz del suelo, y colócalo en la bolsa de papel.
3. Poda suficientes cuadratinos para capturar la variedad de biomasa a través del paisaje de interés. Entre más variación se encuentre, más lugares de muestra tendrán que ser podados.
4. Seca cada bolsa de vegetación
5. Remueve la vegetación de cada bolsa y pésala individualmente.

### Calculaciones


Tu vas a extrapolar tus parcelas hacia un área de tierra más grande al convertir la masa por cuadrante a libras por acre.

#### Área del cuadrante



$$\text{Largo} \times \text{Ancho} = \text{Área del cuadratin en pulgadas cuadradas}$$

$$\text{___ pulgadas} \times \text{___ pulgadas} = \text{___ pulgadas}^2$$



$$\text{Diametro} \div 2 \times \text{Diametro} \div 2 \times 3.14 = \text{Área del círculo en pulgadas cuadradas}$$

$$\text{___ pulgadas} \times \text{___ pulgadas} \times 3.14 = \text{___ pulgadas}^2$$

#### Biomasa Total por Cuadrante

Suma todos los pesos (en libras) de la biomasa de las plantas y divide entre el número total de cuadrantes de los cuales tomaste muestras para calcular el promedio.

$$\text{Suma de todos los pesos de biomasa} \div \text{Numero de cuadrantes} = \text{Libras promedio de biomasa por cuadrante}$$

$$\text{___ lbs} \div \text{___} = \text{___ lbs}$$

$$\text{Libras promedio de biomasa por cuadrante} \div \text{Área del cuadrante en pulgadas cuadradas} = \text{Biomasa promedio por cuadrante en libras por pulgada cuadrada}$$

$$\text{___ lbs} \div \text{___ in}^2 = \text{___ lbs/in}^2$$

#### Aumento Proporcional de los Cuadrantes a Libras por Acre

$$\text{Biomasa promedio por cuadrante en libras por pulgada cuadrada} \times 6273000 = \text{libras por acre}$$

$$\text{___ libras/in}^2 \times 6273000 = \text{___ libras por acre}$$

## Interpretación

Estos valores calculados no significan mucho ellos solos, sino que son una herramienta útil al observar cómo cambian a través del espacio y tiempo. Puedes usar estos valores para, por ejemplo, planear manejos de pastura o responder al cambio de condiciones ambientales.

Si estás curioso por saber que se está comiendo tu vegetación, puedes establecer pequeños recintos para excluir algunos animales en particular. Por ejemplo, con 4 T-postes y cerco para ganado, puedes

excluir ganado de una área designada y ver la diferencia entre tener ganado (afuera del cerco) o no (dentro del cerco). El excluir conejos y otros animales pequeños es más difícil pero se puede lograr con diferentes tipos de cercos y estructuras.



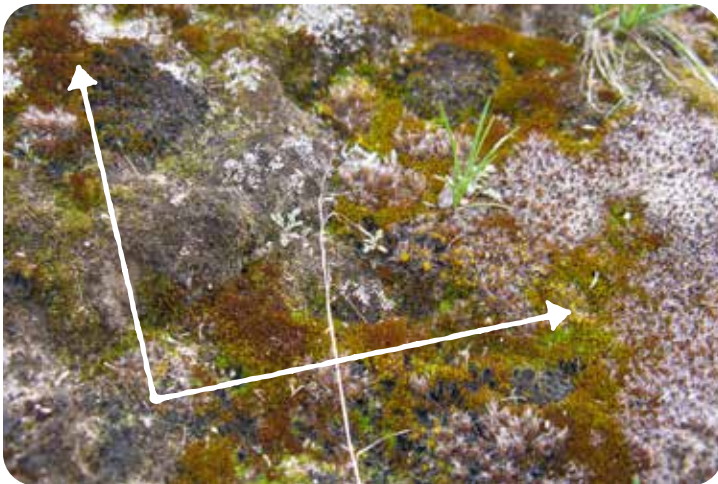
Un pequeño recinto para excluir animales se llama exclusión.

### ¿Qué más fotosintetiza?

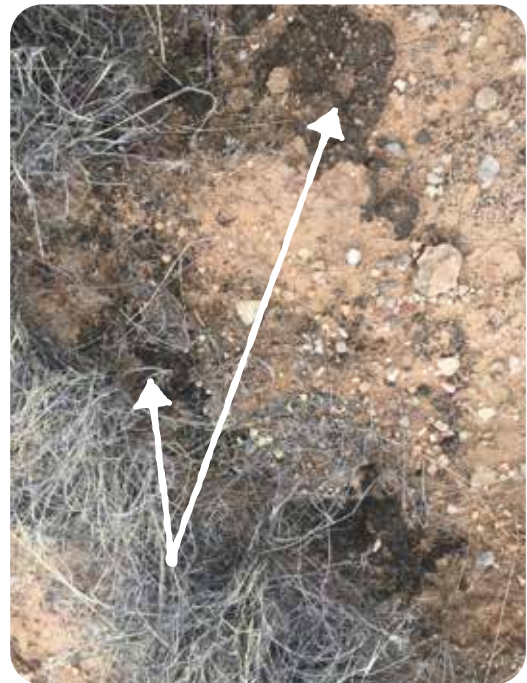
Otros organismos fotosintéticos multicelulares en la superficie del suelo pueden incluir:

- **Musgos:** Pequeños organismos parecidos a plantas
- **Líquenes:** Una relación simbiótica entre un hongo y un microbio fotosintético
- **Cianobacterias:** Bacteria fotosintética que puede ser unicelular o un agregado que forma hebras o pegotes

Cuando hay musgos, líquenes o bacteria fotosintética en la superficie, se les llama 'costras biológicas del suelo' o 'suelo criptogámico/criptobiótico' (demostrado en las imágenes). Estos no son lo mismo que costras físicas, las cuales se forman por el impacto de agua de lluvia o la formación de sal.



Corteza biológica del suelo dominada por el musgo



Corteza biológica del suelo dominada por líquenes.

## Actividad – Cobertura de la Superficie

El entender los diferentes tipos de plantas y materias orgánicas de la superficie del suelo es invaluable para entender la salud del suelo. Por ejemplo, las diferentes estrategias de manejo pueden ser monitoreadas a través del tiempo al analizar la biodiversidad de las plantas y la cantidad de suelo desnudo en comparación con el lechoso.

### Materiales

- Cinta medidora
- Estaca temporal o palo resistente para anclar la cinta medidora en el punto de partida
- Bandera-pin o un pasador pequeño
- Lápiz o pluma y papel para anotar observaciones

### Instrucciones

1. Selecciona un punto de partida al azar en donde pueda asegurar la cinta de medir a la estaca (por ejemplo, avienta una piedra detrás de ti y vea en donde cae).
2. Para decidir la dirección en la cual dirigir la cinta de medir, escoge una dirección que corra a lo largo de la pendiente o si no hay una pendiente distinguible, corre la cinta hacia el norte del punto inicial. **Nota:** Si crees que vas a monitorear la misma área otra vez, marca permanentemente ambos extremos de la cinta de medir con palos resistentes.
3. Corre la cinta medidora por 25 pies. Este será tu transecto.
4. Configura tu papel como ficha de datos. No se te olvide escribir la fecha y tu nombre como registrador.

Hay muchas maneras de coleccionar información dependiendo en lo que quiere saber, el tiempo disponible, y tu entrenamiento:

- Opción 1: Si eres un botánico, organiza las plantas por categoría.
- Opción 2: Si te interesa la diferencia entre annual, perennial, herbáceas, zacates, y arbustos, apunta las plantas en su debida clasificación.
- Opción 3: Apunta el suelo desnudo, material de plantas muertas, material de plantas vivas, y estiércol.

**Actividad continuado en siguiente página →**

## 2. Fundamentos del Suelo

- Comenzando en el principio de la cinta de medir, suelta el pin cada 3 pulgadas y apunta lo que se encuentra en la superficie del suelo usando una marca de conteo en cada categoría (cada una tiene su sección en la ficha de datos). Esto debería resultar en 100 puntos de datos totales.

**Nota:** Hay muchas maneras de coleccionar más y diferente información de esta actividad, pero por ahora, solo enfóquese en la cobertura de la superficie.

- Vea los ejemplos de la ficha de datos a continuación para las calculaciones. Cuente el total de cada categoría, divide entre el número total de puntos de cada área, y multiplica por 100 para calcular el porcentaje.

Nuestro ejemplo de ficha de datos está basado en la Opción 2 de las instrucciones arriba. Las tres opciones funcionan de la misma manera. Haz las marcas de conteo, sumalas, y calcula los porcentajes.

<b>Fecha :</b>	<b>Tomador de notas:</b>		<b>Ubicación:</b>				
			Campo del este				
	<b>Especies/Grupos:</b>						
Transecto	Suelo desnudo	Vegetación anual	Pasto perenne	Pasto anual	Arbusto perenne		Total
1	IIII IIII IIII IIII III	IIII IIII IIII	IIII IIII IIII IIII	IIII IIII	IIII IIII IIII I	IIII IIII IIII IIII I	103
Calcula:	$23 / 103$ $\times 100 =$ <b>22%</b>	$15 / 103$ $\times 100 =$ <b>15%</b>	$20 / 103$ $\times 100 =$ <b>19%</b>	$8 / 103$ $\times 100 =$ <b>8%</b>	$16 / 103$ $\times 100 =$ <b>16%</b>	$21 / 103$ $\times 100 =$ <b>20%</b>	100%

## Microbios

Una cucharada de tierra contiene billones de células bacterianas, millones de células de hongos, y otros organismos como tardígrados y nematodos.

### Bajo el microscopio:

#### Bacteria

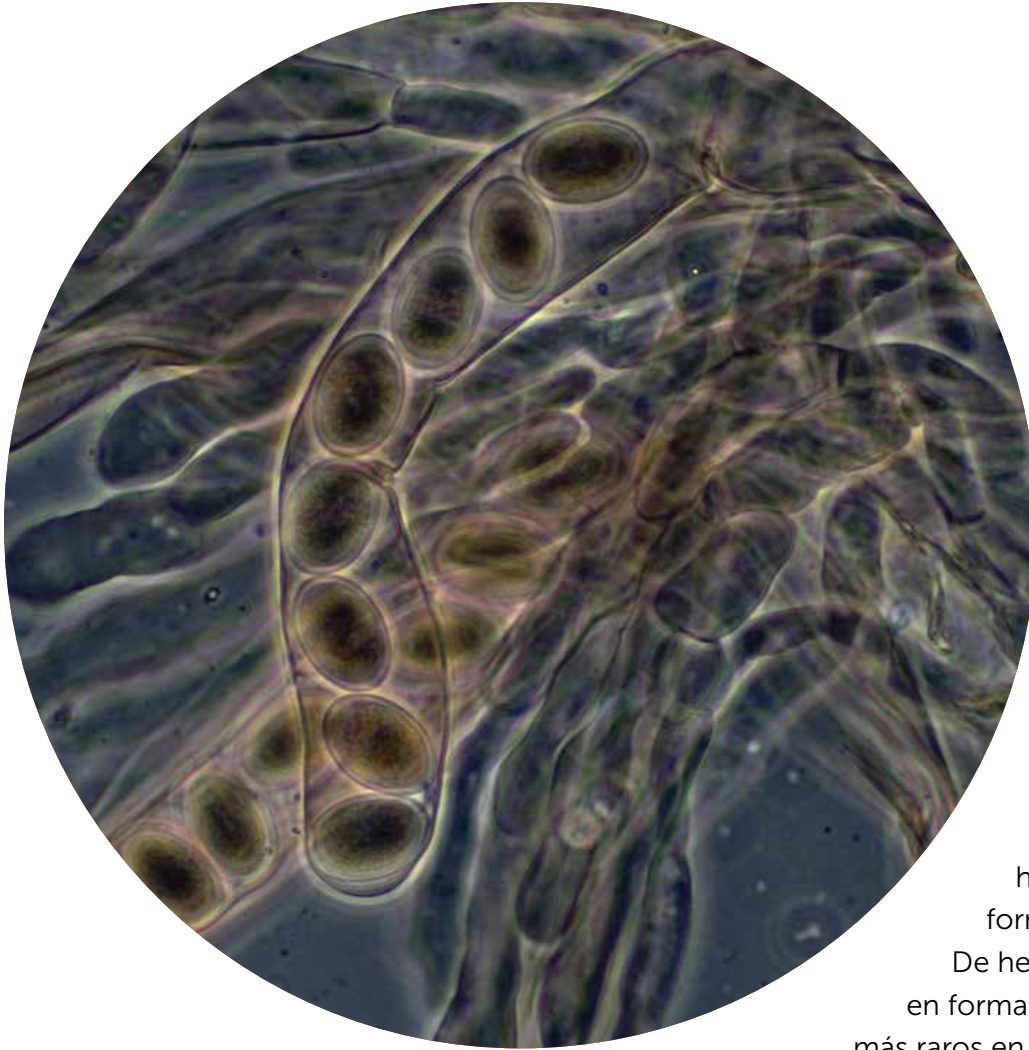
Bacteria y arqueas parecen motas simétricas, más pequeñas que 5 micrómetros, o 0.000195 pulgadas de largo. Las bacterias fueron las primeras formas de vida y hoy se encuentra una gran diversidad de ellas.



### ¿Qué hacen los microbios?

Los microbios reciclan nutrientes, incluyendo químicos en el lecho rocoso y tejidos de plantas, y los hacen disponibles para el uso de otros organismos. También, los microbios sirven como comida directamente para otros organismos. Indirectamente, muchos hongos y bacterias excretan enzimas (similares a los de sistemas digestivos de animales) en el

suelo. Estas enzimas descomponen materia orgánica y compuestos más pequeños que pueden ser usados por otros organismos o raíces de plantas. El crecimiento de microbios y su actividad también pueden descomponer piedras, empezando el proceso de la creación del suelo.



## Hongos

Los hongos del suelo pueden aparecer en esporas grandes, usualmente de color café oscuro, o como hebras largas llamadas hifas.

¡No todos los hongos se forman en forma de champiñón! De hecho, los hongos en forma de champiñón son más raros en ambientes de tierras secas que hongos que no se forman en champiñones.

Los microbios son más pequeños que las raíces de las plantas, por lo cual pueden ser microporos suficientemente pequeños para las raíces. Ahí pueden hacer que los nutrientes se unan a las partículas del suelo, ayudando a unir los nutrientes a los minerales. Los minerales que crecen en las raíces u hojas de las plantas sin perjudicar la planta pueden repeler plagas y enfermedades. Algunos microbios pueden consumir y procesar desperdicios, incluyendo químicos sintéticos,

convirtiéndolos en que no sean tóxicos. Otros microbios, especialmente largas hebras de hongos, pueden transportar y acumular agua y nutrientes del suelo. Los microbios producen y emiten una gran variedad de productos químicos que sirven como señales entre diferentes microbios, y algunos hasta mitigan el crecimiento y desarrollo de plantas y animales.

*Vamos a identificar otras funciones de microbios en la próxima actividad.*

## Actividad – Grupos Funcionales de Microbios

Hay muchos nombres derivados de Griego y Latin en la lista siguiente de tipos de microbios. No dejes que te intimiden. Ponle atención a la función de estos organismos y el por qué son importantes para entender la salud del suelo.

1. Circula los que son importantes para el ciclo del nitrógeno.
2. Cuadrícula los que son importantes en nutrientes secundarios o micronutrientes de las plantas.
3. Subraya los que son importantes en el ciclo del carbono (fotosíntesis y descomposición).

**Nota:** algunos grupos pueden tener más de una función mientras que otros pueden no tener una conexión directa.

### Asociados con las Plantas

- Rhizobium – Bacteria que vive dentro de las raíces, en estructuras especializadas llamadas nódulos; algunos capturan nitrógeno del aire y lo fijan en el suelo de manera usable por las plantas.
- Micorrizas – Asociado con las raíces de hongos que forman parte en la absorción de agua y nutrientes por parte de las plantas (por ejemplo, fósforo). **Nota:** Tiende a ver más microorganismos en áreas del suelo en donde las raíces están vivas que en áreas sin raíces vivientes.

### Viviendo Librementemente

- Bacteria fotosintética
- Fijadores de nitrógeno de vida libre- bacteria en el suelo que puede fijar nitrógeno
- Bacterias desnitrificantes- bacteria en el suelo que convierte el nitrógeno sólido a nitrógeno gaseoso.
- Extremófilos- organismos capaces de vivir en ambientes extremos, como aguas termales, áreas de agua o tierra muy salina, y áreas de frío extremo.
- Organismos anaeróbicos- dependen en químicos aparte del oxígeno para sus procesos corporales; son importantes en ciclar nitrógeno, sulfuro, hierro, y manganeso.
- Microbios saprotróficos- consumen tejidos de plantas muertas sobre y debajo de la superficie del suelo
- Predadores- consumidores de organismos vivientes
- Carroñeros- consumidores de organismos muertos

### Otros

- Parásitos- Viven en otros organismos vivientes y los perjudican al consumir sus tejidos
- Organismos causantes de enfermedades- virus, bacterias, y otros microbios que les causan enfermedades a plantas y otros organismos.

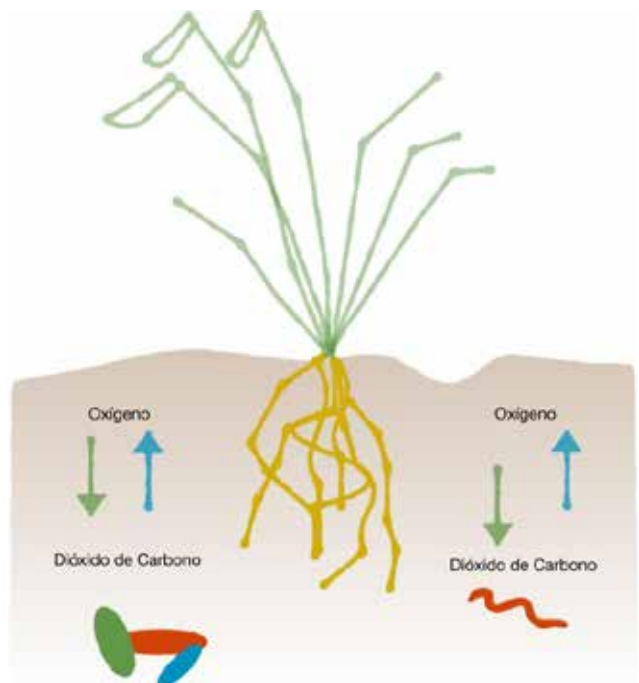
## Respiración del Suelo

Cuando queremos evaluar la actividad biológica del suelo, una buena medida es el ritmo respiratorio o el ritmo al cual el suelo emite dióxido de carbono. La mayoría de los organismos discutidos anteriormente tienen metabolismos similares a los que existen sobre la superficie, respirando o consumiendo oxígeno y produciendo  $\text{CO}_2$ . La respiración nos permite calibrar qué tan activo está el ecosistema del suelo, aunque no podemos observar esta actividad directamente porque los organismos del suelo son muy pequeños e imposible de ver sin un microscopio.

La respiración del suelo describe la velocidad a la cual los organismos del suelo consumen materia orgánica. Las velocidades altas indican que los organismos del suelo están activos y que la materia orgánica está siendo convertida a compuestos más estables (como el humus) o que el carbono se está perdiendo en la atmósfera como  $\text{CO}_2$ , dependiendo en la calidad de la actividad de las plantas y el manejo del suelo. Durante la respiración, los organismos del suelo liberan nutrientes como el nitrógeno y fósforo que estaban en la materia orgánica, y los hacen disponibles para otros organismos. Una velocidad lenta de respiración indica la falta de actividad biológica en el ecosistema del suelo.

Las velocidades de respiración varían dramáticamente basadas en el contenido de humedad en el suelo. Por lo tanto, se puede esperar estacionalidad, variedad diaria, y variedad entre áreas de climas diferentes. Ya que la actividad microbiana en el suelo ocurre en el agua, la respiración incrementa con la humedad pero solo hasta el punto en donde la cantidad de agua limita el movimiento de aire entre los poros del suelo. La respiración también incrementa por lo general con altas temperaturas.

Hay varios métodos para medir la velocidad de la respiración, incluyendo kits comerciales con químicos que cambian de color para indicar la cantidad de  $\text{CO}_2$  que se produce a través del tiempo en un lugar cerrado (como un frasco).



## Invertebrados

### Glosario

#### Nematodos

organismos microscópicos como gusanos que se alimentan de las plantas y otros organismos del suelo.

Algunas de las actividades de los nematodos en el suelo son:

- Depredar de plagas como gusanos cortadores
- Consumir de hongos o bacterias
- Consumir en las raíces de las plantas
- Diseminar enfermedades entre las plantas

### Glosario

#### Microartrópodos

son pequeños insectos, muchos de los cuales son importantes en el proceso de descomposición.

Algunos ejemplos de microartrópodos son los colémbolos y ácaros.

Algunas de las actividades de los microartrópodos en el suelo son:

- Depredar de plagas como gusanos cortadores
- Consumir hongos y bacterias
- Consumir raíces de las plantas
- Mientras se alimentan, pueden liberar nutrientes para que los usen las plantas
- Parasitar las raíces de las plantas
- Diseminar enfermedades entre las plantas
- Masticar el tejido de las plantas en pedazos más pequeños y moverlos alrededor





### **Hormigas y Termitas**

Las hormigas segadoras, comunes en pastizales áridos y semiáridos, pueden influenciar el pH, nitrógeno, fósforo, potasio, la presencia y proliferación de mycorrhizae, densidad a granel, y humedad del suelo (Snyder et al., 2002).

El Jornada Basin Long Term Ecological Research Station ha demostrado que las termitas incrementan la infiltración de agua en el suelo por sus actividades en el nido (Elkins et al., 1986). Adicionalmente, las termitas consumen y remueven materia orgánica del suelo y la zona de raíces (Nash & Whitford, 1995). Ellas también impactan el perfil del suelo por medio de combinaciones físicas al mover materiales de zonas inferiores del suelo hacia la superficie.

### **Escarabajos de Estiércol**

Los escarabajos de estiércol tienen una función importante en descomponer y transportar estiércol a capas inferiores en las praderas de pasto corto, las cuales fueron dominadas por el bisonte Americano. Su actividad también sirve para incrementar el nitrógeno del suelo, infiltración de agua, y el desplazamiento de las semillas en el estiércol (Barber et al., 2019). Los escarabajos de estiércol usan el estiércol del ganado y bisontes, pero su población ha sido perturbada con la eliminación del bisonte de su rango histórico (el cual incluía la mayoría de lo que ahora es Nuevo México y Colorado). Ambas especies de escarabajos, los nativos e invasivos, se pueden encontrar en los dos estados.

### **Lombrices de Tierra**

Las lombrices de tierra se alimentan de seres muertos y materia orgánica y microbios que se están descomponiendo, y los arrastran de la superficie del suelo a capas más profundas. Al reubicar la materia orgánica, ellas remueven la capa de la superficie del suelo. Se ha confirmado que las lombrices de la tierra agotan el horizonte O de materia orgánica (Brady & Weil, 2010), lo cual tiene efectos sustanciales en el ecosistema del suelo. Las lombrices se entierran en la tierra, creando macroporos, y al comer, excretan la materia orgánica digerida y partículas minerales de la tierra. Esto aumenta la estabilidad del agregado. Esto resulta en altos niveles de materia orgánica, bacteria, y nutrientes disponibles para las plantas.

¿Qué deberíamos de esperar de las lombrices en suelos semiáridos? Las lombrices prefieren suelos fríos, húmedos, bien aireados, con amplios suministros de materia orgánica en la superficie. Suelos de este tipo no son típicos en Nuevo México y Colorado. Las lombrices también son sensitivas a la salinidad, la cual es un asunto común en tierras secas.

### **Discusión – ¿Qué Hacen las Lombrices?**

¿Cuáles características físicas del suelo pueden ser afectadas por las actividades de las lombrices? ¿Cuáles características químicas? ¿Cuáles características biológicas?

---

---

## Vertebrados

### Glosario

#### Bioturbación

La acción de criaturas excavadoras mientras excavan túneles y áreas de estar en la tierra, mezclando las capas.

#### Criaturas Excavadoras

La región semiárida del Suroeste es un hábitat para ardillas del suelo, topos, perros de la pradera, y topos; todos viven en el suelo. Estos animales mezclan los horizontes de tierra y redistribuyen semillas y partes de plantas al plazo del suelo por medio de sus actividades excavadoras. Esta mezcla está en una escala que impacta el suelo, pero no de manera detrimental. En lugar, la escala introduce algo de diversidad en los aspectos físicos, químicos, y biológicos del ecosistema del suelo.

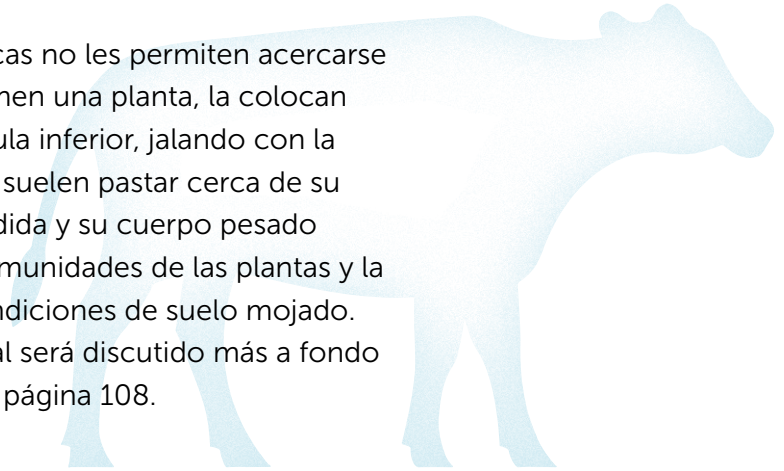
#### Ganado

Diferentes tipos de ganado tienen diferentes habilidades y preferencias de alimentación y movimiento, por lo tanto tienen una variedad de interacciones con el ecosistema del suelo. Por ejemplo, cuando el pastoreo es estático el peso de animales grandes puede causar compactación. El ganado puede afectar características físicas y químicas al introducir nutrientes y microbios por medio del estiércol y orines que alimentan las redes alimentarias del suelo. Estos efectos son muy localizados y suelen ser concentrados en áreas alrededor del agua o la sombra a menos de que métodos de manejo de pastoreo sean implementados. Al pisotear la superficie del suelo, el ganado puede depositar basura que protege y alimenta el suelo.

La manera en la cual el ganado come afecta las características biológicas del suelo e impacta las comunidades de plantas de diferentes maneras. La carga ganadera y el clima afectan cómo el ganado impacta el suelo. Aquí presentamos una breve descripción de la manera principal en la que los animales de ganado obtienen su comida y los efectos que tienen en el suelo, notando que las diferentes variedades (razas) de cada uno puedan tener diferentes comportamientos, los cuales causan que sus impactos varían.

## Ganado Vacuno

La anatomía de la boca y dientes de las vacas no les permiten acercarse más de dos pulgadas al suelo. Cuando comen una planta, la colocan en medio de su paladar superior y mandíbula inferior, jalando con la lengua para arrancarla de la raíz. Las vacas suelen pastar cerca de su propio estiércol. El movimiento de su mordida y su cuerpo pesado pueden tener un efecto negativo en las comunidades de las plantas y la estructura del suelo, especialmente en condiciones de suelo mojado. Es importante optimizar el pastoreo, lo cual será discutido más a fondo en la sección de manejo de pastoreo en la página 108.



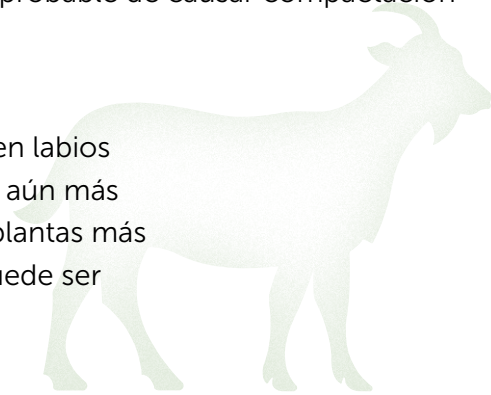
## Ovejas

La estructura de la boca de las ovejas les permite morder más cerca del suelo que las vacas, y pueden ser más selectivas del forraje que consumen. Las ovejas pueden dañar comunidades de plantas severamente porque pueden arrancar una parte más grande de la planta que las vacas. Sin embargo, las ovejas son más ligeras que las vacas y caballos, por lo tanto son menos probable de causar compactación del suelo.



## Chivas

Las chivas son similares a las ovejas pero tienen labios y lenguas más móviles, lo cual les permite ser aún más selectivas al consumir forraje. Ellas prefieren plantas más leñosas y hojas nuevas en arbustos, lo cual puede ser detrimental para el éxito de los arbustos.



## Caballos

Los caballos tienen dientes estructurados para morder y cortar forraje cerca del suelo en lugar de arrancarlo como las vacas. Ellos son animales grandes y pesados, por lo cual tienen un impacto negativo en la estructura del suelo como el ganado. Similarmente que las ovejas, su manera de pastorear puede tener impactos negativos en las comunidades de las plantas.



## Pisoteo

Lo siguiente es una serie de preguntas útiles para considerar el impacto del pisoteo en los ecosistemas del suelo.

1. ¿Qué animales (especie y raza) están pisoteando?
2. ¿Cuánto tiempo están en ese suelo? ¿En qué temporada?
3. ¿Cuántos animales son?
4. ¿Con qué frecuencia vuelven a visitar la zona los animales?
5. ¿Qué tipo de suelo están pisoteando?
6. ¿En qué temporadas están visitando?
7. ¿Cuál es la historia de manejo del suelo en esa área?

En general, los impactos del manejo de pastoreo varían mucho, dependiendo de las estrategias de manejo y ecosistemas. Por ejemplo, mover ganado pesado a través de tierras arcillosas cuando está mojada la va a afectar mucho, pero hacer lo mismo en tierra arenosa mojada será más leve.

## Discusión – El Impacto de la Materia Orgánica en el Suelo

Conectemos y repasemos algunos de los conceptos físicos, químicos, y biológicos que hemos cubierto hasta ahora.

La cantidad de materia orgánica en el suelo tiende a ser menos que el 5%, pero aún así tiene un efecto relevante en la estructura física, química, y biológica del suelo. En la lista a continuación, indica cuáles características físicas incrementan y cuales disminuyen en respecto al incremento de materia orgánica.

### Físicas

_____	Agregados
_____	Espacio poroso
_____	Infiltración de agua
_____	Retención de humedad
_____	Aireación
_____	Erosionabilidad

### Químicas

- Contiene y captura nutrientes, especialmente nitrógeno, fósforo y sulfuro en un estado de liberación lenta
- Estabiliza los macronutrientes y micronutrientes
- Aliviana cambios de pH

### Biológicos

- Provee comida para los organismos grandes y pequeños del suelo



## Salud del Suelo

---

La administración de un suelo saludable junta el conocimiento de la interrelación entre las características físicas, químicas y biológicas del suelo con la planeación y prácticas designadas para restaurar y contribuir al funcionamiento de largo plazo de ecosistemas de suelo robustos. Los principios de un suelo saludable que guían este esfuerzo se enfocan en las siguientes funciones, entre otras:

### Físicas

- Apoyo físico para las plantas
- Aireación
- Almacenamiento y movimiento de agua del suelo
- Resistencia a la erosión

### Químicas

- Almacenamiento y liberación de nutrientes
- Almacenamiento de carbono
- Niveles de salinidad

### Biológicas

- Proliferación de raíces
- Movimiento y conectividad de organismos
- Supresión de plagas
- Mineralización de nitrógeno
- Descomposición de materia orgánica

Recuerda que las propiedades inherentes van a afectar las funciones observadas en tu suelo. Por ejemplo, el clima y la textura de la tierra son algo que tu no puedes cambiar pero aún pueden afectar muchas de las funciones mencionadas.

Es importante mantener en mente que las características físicas, químicas, y biológicas en diferentes ubicaciones son distintas, por lo cual buenas metas y planes de administración son específicos a ubicaciones en particular.

Por esta razón, el uso de principios de suelos saludables para guiar el desarrollo de metas para el suelo y administración para un rancho, granja, huerta, jardín, o parque también serán específicos. Por



ejemplo, en las praderas del desierto de Nuevo México, los suelos no están completamente cubiertos con plantas, y esto es beneficioso para las especies salvajes que se encuentran en esa ubicación. Algunas especies de insectos dependen de suelos expuestos para obtener nutrientes y han evolucionado a camuflarse en la superficie del suelo desnudo. Y, aunque las costras biológicas del suelo no son plantas, aún pueden proteger el suelo de la erosión. Este tipo de variaciones hacen claro que los principios de un suelo saludable deben ser sensibles a las características y condiciones locales.

## Principios de Suelos Saludables

1. **Mantener el suelo cubierto/maximizar la cobertura**
2. **Minimizar la alteración del suelo y entradas externas**
3. **Maximizar biodiversidad**
4. **Mantener raíces vivas**
5. **Integrar animales al manejo del campo, incluyendo animales de pastoreo, pájaros, e invertebrados beneficiosos**

**Nota:** Puede que encuentre los cuatro principios del NRCS que combinan el maximizar la biodiversidad con la integración de animales en el manejo de los campos.

### 1

## Mantener el suelo cubierto/Maximizar la Cobertura

La cobertura se puede referir a plantas o organismos vivos, materia de plantas muertas, u otros mantillos orgánicos (recortes de césped, astillas de madera, heno, compostas, etc.).

### La cobertura del suelo puede proveer los siguientes beneficios a los ecosistemas del suelo:

- Mantiene los suelos frescos al reducir la exposición al sol
- Mantiene los suelos húmedos al reducir la evaporación e incrementar la infiltración
- Mantiene la tierra en su lugar al reducir la erosión por medio del aire y agua (de lluvias intensas)
- Mantiene el suelo aireado al protegerlo de la compactación
- Provee material orgánico que alimenta a organismos del suelo
- En tierras de cultivo, reduce las hierbas e invasiones indeseables de plantas nativas y no nativas

Algunos ejemplos de las Prácticas de Conservación del NRCS relacionados con estos principios son:

- (327) Conservación de Cobertura
- (328) Conservación de Cultivos de Cobertura
- (340) Cultivo de Cobertura
- (512) Siembra de forraje y biomasa
- (528) Pastoreo Prescrito
- (329) Labranza Cero y (345) Labranza Reducida
- (484) Triturado
- (808) Enmienda del Carbono del Suelo
- (334) Tráfico Controlado

## 2

### Minimizar la Alteración del Suelo y Entradas Externas

#### Causas de Alteraciones

- Física: Labranza y compactación, el arado de raíces y eliminación de arbustos con maquinaria pesada
- Química: Muchos fertilizantes y pesticidas, herbicidas, e irrigación con agua salada
- Biológica: Sobre- y poco-pastoreo en pastizales

Algunos ejemplos de Prácticas de Conservación del NRCS (Codigo) relacionados a este principio son:

- (329) Labranza Cero y (345) Labranza Reducida
- (327) Conservación de Cobertura
- (590) Administración de Nutrientes
- (595) Manejo Integrado de Plagas
- (528) Pastoreo Prescrito

#### Consecuencias de las Alteraciones

- Pérdida de la estructura del suelo
- Suelo desnudo, siendo propenso a erosión
- Invasión de plantas leñosas

## 3

### Maximizar la Biodiversidad

El maximizar la biodiversidad incluye la biodiversidad sobre y debajo de la superficie: microbios, plantas, lombrices de tierra, insectos, y otros animales. Nota que cuando la biodiversidad se maximiza sobre la superficie, también se maximiza por debajo.

#### Por ejemplo:

- Cultivo de cobertura de múltiples especies o área de distribución bien mantenida con pastos de temporada fría y estación cálida que promueven diversas especies nativas
- Diversas tiras polinizadoras
- Agroforestal

Algunos ejemplos de Prácticas de Conservación del NRCS (Codigo) relacionados a este principio son:

- (327) Conservación de Cobertura
- (528) Pastoreo Prescrito
- (328) Conservación de Cultivos de Cobertura
- (340) Cultivo de Cobe
- (512) Siembra de forraje y biomasa

## 4

**Mantener las Raíces Vivas**

Las raíces pueden quebrar suelos compactos y permitir mejor infiltración. Las plantas pueden proveer carbono al suelo por medio de sus raíces, las cuales alimentan los microbios del suelo y les ayudan a fomentar la materia orgánica. Las actividades microbial y de las raíces reciclan nutrientes y mejoran la estructura del suelo al apoyar la formación de agregados. El efecto de estas actividades es una reducción en la erosión causada por el aire y el agua.

Algunos ejemplos de Prácticas de Conservación del NRCS (Codigo) relacionados a este principio son:

- (328) Conservación de Cultivos de Cobertura
- (340) Cultivo de Cobertura
- (512) Siembra de forraje y biomasa
- (528) Pastoreo Prescrito
- (329) Labranza Cero (345) Labranza Reducida
- (484) Triturado
- (808) Enmienda del Carbono del Suelo
- (334) Tráfico Controlado

## 5

**Integrar Animales al Manejo de Campos**

Cuando viene a la salud del suelo en pastizales, el manejo de pastoreo es esencial. No es posible realizar las metas descritas en los otros principios de la salud del suelo si el pastoreo no se maneja (vea la página 108).

El estiércol del ganado, orín, saliva, pelo, y cuero introducen y distribuyen microbios. El pisoteo de los animales puede incorporar microbios y biomasa orgánica de la superficie a la subsuperficie, lo cual puede acelerar el reciclaje de nutrientes y materia orgánica. La destrucción de residuos por medio del pisoteo también acelera la descomposición de la materia orgánica.

Un ejemplo de Practicas de Conservación del NRCS (Codigo) relacionados a este principio es:

- (528) Pastoreo Prescrito

## Discusión – Trabajando con los Principios de un Suelo Saludable

Primero, evalúe qué característica(s) física(s) o biológica(s) fundamental(es) está(n) afectada(s). Luego, evalúe qué principio o principios de salud del suelo se aplican a la situación.

### 1. Labranza excesiva o inadecuada

Característica(s)

---

---

Principio(s)

---

---

### 2. Fertilización excesiva o inadecuada

(Fertilizantes sintéticos raramente contienen mezclas balanceadas para todos los nutrientes de las plantas)

Característica(s)

---

---

Principio(s)

---

---

### 3. Monocultivos

Característica(s)

---

---

Principio(s)

---

---

### 4. Irrigación Inadecuada/Calidad Pobre del Agua

Característica(s)

---

---

Principio(s)

---

---

**5. Uso de Químicos Sintéticos**

(por ejemplo insecticidas, herbicidas, fungicidas, y otros “-icidas,” nitratos sintéticos, urea, fumigantes, y otros químicos orgánicos aprobados como el Oxidate)

Característica(s)	Principio(s)
_____	_____
_____	_____

**6. Cultivos de Cobertura de Especies Mixtas**

Característica(s)	Principio(s)
_____	_____
_____	_____

**7. Plantas Nativas, Plantas de Reliquia de Familia (heirloom plants)**

Característica(s)	Principio(s)
_____	_____
_____	_____

**8. Materia Orgánica del Suelo entre 3% y 5%**

Característica(s)	Principio(s)
_____	_____
_____	_____

**9. Biofertilizantes y compostas**

Característica(s)	Principio(s)
_____	_____
_____	_____

# 3. Monitoreo y Evaluación Básico del Suelo

Los suelos son probados y monitoreados por una variedad de razones y para contestar preguntas específicas. Las pruebas pueden ayudar a identificar y evaluar limitaciones del suelo, por ejemplo la textura del suelo y niveles de pH, los cuales no pueden ser fácilmente alterados. Las pruebas también se pueden usar para identificar cambios debido a decisiones de manejo sobre cortos o largos periodos. Pregúntate: ¿En qué funciones estoy interesado: almacenamiento de agua/movimiento? ¿Almacenamiento/reciclaje de carbono? ¿Reciclaje de nutrientes? ¿Resistencia de erosión? ¿Supresión de enfermedades o plagas?

Las pruebas de suelo pueden ser cuantitativas o cualitativas. Puedes obtener una visión considerable sobre tu suelo al excavar un hoyo y ver el color de la tierra, buscar señales de vida, oler olores, y sentir la textura y humedad. Estos son tipos de pruebas cualitativas.

Las pruebas cuantitativas incluyen, por ejemplo, exámenes en laboratorios sobre la disponibilidad de nutrientes, ensayos de abundancia de microbios y el nivel de su actividad, y pesar la cantidad de biomasa en un diagrama. Ambas pruebas, cuantitativas y cualitativas son útiles e importantes, pero el diseño de muestreo determina que tan útil es la información para contestar tus preguntas.

Diferentes agencias, entidades otorgantes, y mercados emergentes de carbono y servicios de los ecosistemas requieren diferentes análisis de suelo. Usa los protocolos y sugerencias en este libro como plataforma, pero pon atención en seguir las direcciones establecidas para tu caso en particular.

## Objetivos de Aprendizaje

**Al completar esta sección podrás:**

- Evaluar los objetivos del muestreo para decidir la extensión espacial/temporal del muestreo/observación
- Evaluar los objetivos del muestreo para decidir cuáles pruebas biológicas, de suelo, y de agua hacer
- Saber en dónde encontrar las clasificaciones de suelos usando el encuesta USDA Web Soil Survey
- Considerar como tomar muestras de suelos, agua y materia biológica para mandar muestras consistentes al laboratorio

## Planee el Monitoreo y Muestreo

### Preguntas clave para asegurar que tienes datos creíbles:

- ¿Por qué estás tomando pruebas? ¿Qué preguntas estás tratando de contestar?
- ¿En dónde y cuándo va a tomar la prueba?
- ¿A qué estás tomando pruebas? ¿Cuál fue tu protocolo para tomar la muestra? ¿Tienes personal entrenado o equipo apropiado para tomar las muestras? ¿Cuáles laboratorios o facilidades pueden procesar sus muestras de suelo?
- ¿Tienes recursos para tomar y procesar las muestras?
- ¿Vas a comparar la información a través del tiempo o espacio para entender cómo cambian (o no cambian) las características?

## Discusión – Consideraciones para el Muestreo

1. Evalúa las siguientes estrategias de muestreo de acuerdo a su utilidad para evaluar la disponibilidad de nutrientes en el campo.
    - A. Tomar la muestra de una palada de la superficie en el centro del campo
    - B. Tomar tres paladas de la superficie, todas cerca del centro del campo
    - C. Tomar tres paladas de la superficie, todas en diferentes ubicaciones en el campo
    - D. Tomar tres paladas de la superficie y tres más de una profundidad preestablecida, todas cerca del centro del campo
    - E. Tomar tres paladas de la superficie y tres más de una profundidad preestablecida en diferentes ubicaciones en el campo
    - F. Tomar seis paladas de la superficie y seis más de una profundidad preestablecida en diferentes ubicaciones en el campo.
    - G. Tomar pruebas de diferentes profundidades, pero basando cada prueba en los horizontes O, A, y B del suelo (vea los factores formativos del suelo y los perfiles del suelo en la página 12).
- 
-

### 3. Monitoreo y Evaluación Básico del Suelo

- 2.** Evalúa los costos asociados con las estrategias de muestreo A-G en términos de tiempo y recursos.

---

---

---

- 3.** ¿Qué otras consideraciones afectaron cómo decides cómo tomar la muestra? Esto puede incluir cosas como el tamaño del campo, historia de manejo, etc.

---

---

- 4.** ¿Qué parte de tu estrategia de muestreo considerarías cambiar si encuentras un área con diferentes tipos de productividad de plantas o una acumulación de sales? ¿Tomarías muestras aparte para estas áreas o las incluirías como parte de tu estrategia de muestreo del campo?

---

---

- 5.** Ahora, digamos que coleccionaste tus primeras muestras de un campo durante el verano. Tu quieres ver como cambia la disponibilidad de nutrientes después de que se implemente una nueva manera de manejo en el mismo campo.

Evalúa las siguientes estrategias de muestreo en cuanto a su utilidad para medir los cambios en la disponibilidad de nutrientes.

**H.** Tomar muestras semanales por un año después de implementar el nuevo manejo

**I.** Tomar muestras mensuales por un año después de implementar el nuevo manejo

**J.** Tomar una muestra en el invierno después de implementar el nuevo manejo

**K.** Tomar una muestra en el verano después de implementar el nuevo manejo

---

---

---

6. Ahora, evalúa los costos asociados con las estrategias de muestreo H-K en términos de tiempo y recursos.

---

---

---

7. Evalúa las estrategias A-G y H-K en los siguientes escenarios:

- Eres un productor que acaba de conceder dinero. El financiador requiere una evaluación cuantitativa y provee recursos adicionales para cubrir el costo de tales evaluaciones.
- Eres un productor tratando de decidir si continúa o no un método de manejo nuevo por el segundo año.

---

---

---

8. Finalmente, digamos que quieres saber la textura del suelo en el campo. Dado a lo que sabes de las características inherentes y dinámicas del suelo, ¿Podrías cambiar tu de donde y cuando tomas la muestra?

---

---

---

### Interpretación:

Este ejercicio está diseñado para demostrar que hay muchas posibilidades para tomar muestras, cada una con sus costos y beneficios. Es importante evaluar *cuáles son los objetivos del muestreo* para que obtenga la máxima información al costo que está dispuesto a incurrir.

## Tres principios para la colección de una muestra de suelo

---

### Consistencia

El coleccionar cada muestra/observación de manera uniforme a través de sitios y tiempo mejora la calidad de los resultados.

### Organización

El tener una manera uniforme de coleccionar, etiquetar, y manejar muestras/apuntar observaciones puede prevenir errores y hacer la información más útil para la evaluación.

### Simplicidad

Es posible que el procedimiento más simple (de acuerdo a los objetivos y limitaciones) sea la más efectiva.

Ackerson, 2018

## Cuando Tomar Muestras del Suelo

---

Fotos del antes y después pueden ayudar a evaluar actividades específicas. Por ejemplo, si quieres saber cómo tus cultivos cambian la disponibilidad de nutrientes o el efecto del recorte de cubierta, deberías tomar muestras antes y después de la temporada de crecimiento más importante.

Es posible que desees usar los resultados de tus muestras para decidir qué actividades hacer. Por ejemplo, también es una buena idea tomar una muestra antes de aplicar fertilizantes para saber qué nutrientes se necesitan.

Se consistente a lo largo del tiempo si quieres hacer comparaciones anuales; algunas propiedades (como la disponibilidad de nutrientes) pueden cambiar por temporadas aún sin actividades de manejo adicionales.

Asegúrate de anotar la fecha de tus muestras y el por qué quiso hacerlas para que pueda tomar en cuenta toda la información disponible al decidir.

## En Donde Tomar la Muestra

### Identifica qué tipos de suelos puedes encontrar

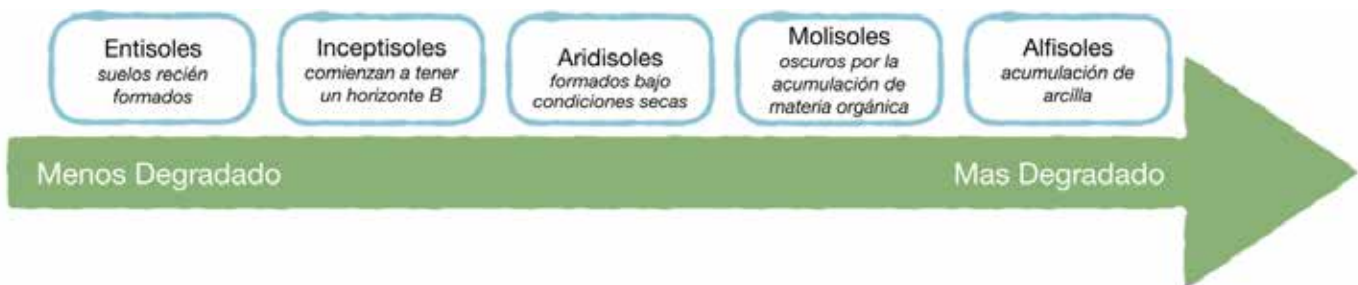
Los suelos que se pueden encontrar en Nuevo México y Colorado varían en sus características físicas, químicas, y biológicas pero están clasificadas en categorías amplias, llamadas órdenes, y después subdivididas en grupos más específicos.

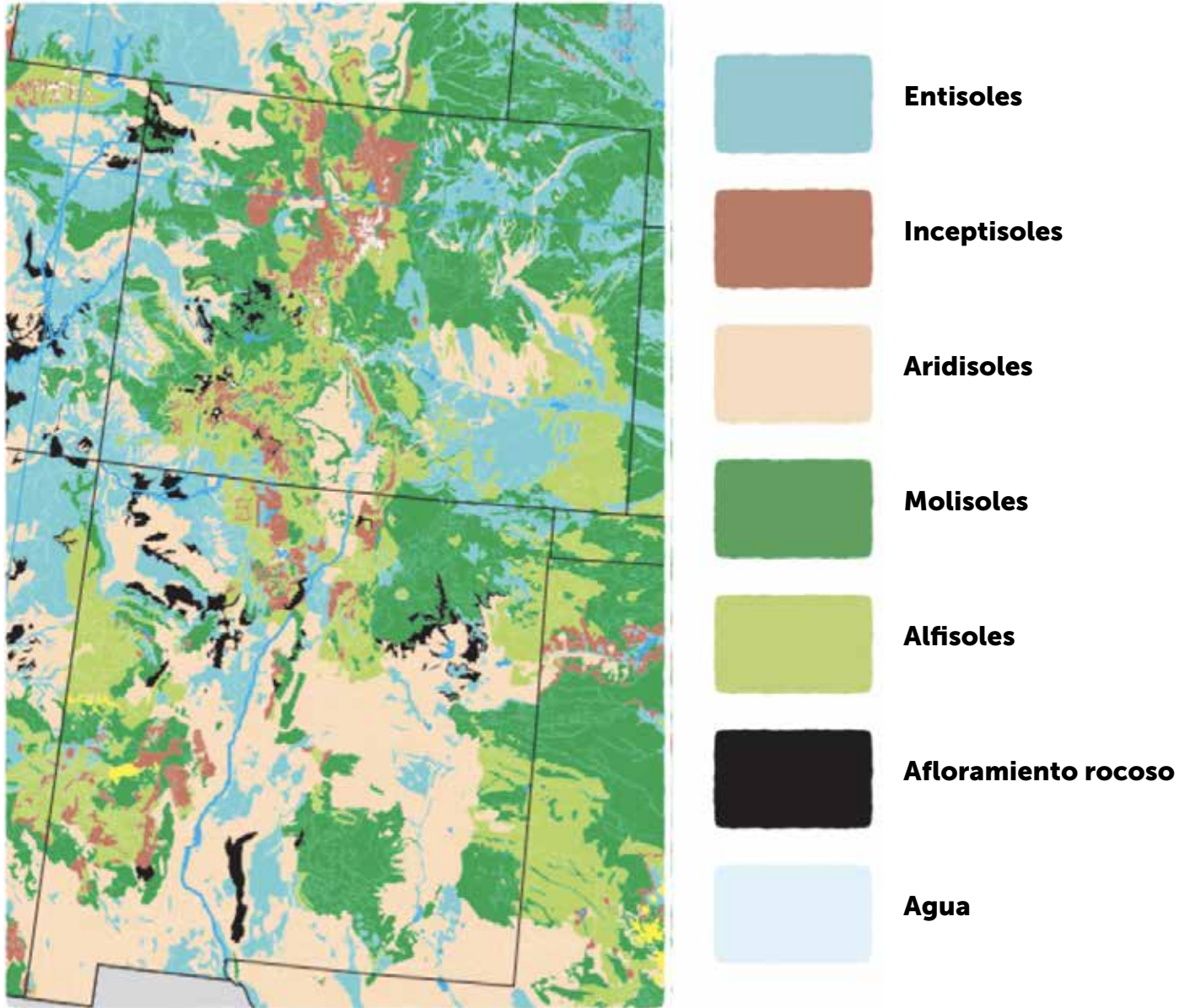
Es más importante que pongas atención a si el suelo en el área está en diferentes órdenes que memorizar todas las características de cada orden. Aquí introducimos estos conceptos para hacerlo consciente de los órdenes de suelo común en tu área, y te animamos a que aprendas más de ellos y lo que significan para las características que conllevan.

Es útil saber el orden de suelo con el que trabajas en tu rancho, granja, huerta o jardín porque te dará un punto de comienzo para establecer tus expectativas y una visión general. El orden del suelo le puede ayudar a entender el tipo de perfil, nivel de pH, y los tipos de comunidades de plantas que crecen o pudieran crecer ahí en tu suelo.

Hay diferentes tipos de suelos porque los factores que los forman pasan en diferentes grados durante el proceso formativo (ve la página 12). Las categorías amplias de suelos pueden ser subdivididas y categorizadas, por lo cual va a ver más términos técnicos en los mapas de la tierra. Estas amplias tendencias geográficas no aplican para todos los campos o pasturas en el área mapeada en alguna categoría en particular, pero son un buen punto de comienzo.

### En las regiones agrícolas de Nuevo México y Colorado, generalmente encontramos cinco órdenes de suelo






Adapted from: Dominant Soil Orders. 1998. USDA NRCS, Lincoln, Nebraska

## Discusión – Órdenes de Suelo en Nuevo México y Colorado

¿Qué notas en este mapa extraño? ¿Cuáles son algunos patrones generales o tendencias que puede observar en las ubicaciones de diferentes colores (que representan diferentes órdenes de suelo)? Piensa en los cinco factores formativos del suelo (clima, tiempo, topografía, el lecho rocoso, y organismos) en el contexto de lo que sabe sobre estas áreas en el mapa.


## Entisoles

Los entisoles fueron los más recientes en formarse en tiempo geológico y son de los suelos más comunes en el mundo. Si tienes este tipo de suelo en tu rancho o granja, no deberías esperar ver mucho desarrollo del perfil del suelo, probablemente solo uno o dos horizontes. Estos suelos se pueden formar en un valle de río que recientemente ha recibido un depósito grande de sedimentos de una inundación, o se pueden formar en pendientes rocosas o arenas movedizas, las cuales no son muy fértiles. Los entisoles de los valles en los ríos son áreas significativas para la producción mundial de alimentos.

 Los entisoles están presentes en Nuevo México y Colorado porque su materia prima es joven y tienen un periodo limitado de exposición a los factores formativos del suelo. Los entisoles se forman primariamente en pendientes más altas en donde las partículas del suelo se eroden y cambian antes de desarrollarse suficientemente en otra orden de suelo. También se pueden encontrar a lo largo de las llanuras aluviales del Río Grande y otros ríos en donde los sedimentos se han depositado recientemente. Los entisoles se encuentran por lo general en parches grandes en ambos estados, pero las regiones noroeste de Nuevo México y las llanuras del oeste y este de Colorado tienen las concentraciones más altas (no en las Montañas Rocosas).


## Inceptisoles

Estos suelos están un paso más adelante en el proceso de meteorización de los Entisoles. Puedes esperar ver un poco más del desarrollo de su perfil, pero aún así está lejano del perfil hipotético de la página 12.

 En Nuevo México y Colorado, los inceptisoles están concentrados en regiones montañosas como los rangos del Gila, Sangre de Cristo, Jemez, San Juan, y las montañas Rocosas. No es probable que los encuentres en tierras de cultivo, pero sí en un rancho o un arrendamiento de tierras de pastoreo en un bosque nacional.


## Aridisoles

Los aridisoles son suelos que se forman en climas áridos. La vegetación natural que se encuentra aquí es dispersa, lo que significa que la influencia de la materia orgánica depositada por las plantas también es dispersa. Algunas áreas no tienen nada; otras tienen mucha, por ejemplo, inmediatamente debajo de un manojito de hierba grama o arbusto de creosota. El horizonte del suelo más cercano a la superficie es caracterizado por colores claros (no espere un horizonte O aquí). Por lo general, estos suelos tienen un nivel alto de pH y algunas capas de caliche. Además, también contienen mucha sal simplemente porque no han tenido suficiente humedad durante el desarrollo del suelo como para lavar las sales. Esta es la razón por la que la salinidad y sodicidad son un problema frecuente.

 Los aridisoles son el orden de suelo más común en Nuevo México. En Colorado se encuentran dispersos a través del estado, con los parches más grandes en el este. Nuevo México y Colorado pueden ser estados muy ventosos y con precipitaciones intensas. Cuando la vegetación espesa se remueve de los aridisoles (por medio de sobrepastoreo, compactación, etc.), la pérdida de suelo se convierte en un problema serio.


### Molisoles

La característica definitiva de los molisoles es que se ha formado debajo de la vegetación de pastizales. Los suelos suelen tener una superficie de horizonte gruesa y rica de materia orgánica, por lo tanto un horizonte O oscuro. Su alto nivel de materia orgánica les permite tener una buena estructura con alta estabilidad de agregados, y productividad alta.

 Los molisoles se encuentran en la extensión oeste de las Grandes Llanuras, en el este de Nuevo México, y en Colorado. En Nuevo México, los parches más grandes están entre Alamogordo y Roswell y al noreste de Sangre de Cristo; en Colorado se encuentran a través del estado. Los molisoles se están recuperando en algunas áreas en donde fueron cultivados, labrados, y consecuentemente sujetos a las erosiones extremas del Dust Bowl en los 1930s.

### Alfisoles

Los alfisoles se forman debajo de vegetación boscosa.

 En Nuevo México y Colorado, los alfisoles se encuentran en áreas montañosas similares a donde están los inceptisoles, pero los alfisoles cubren áreas más grandes. Estos han soportado más meteorización que cualquier otro tipo de suelo descrito, por lo cual deberías esperar ver más desarrollo de su horizonte. Los alfisoles a menudo tienen una buena cantidad de arcilla, son muy fértiles y buenos para la cultivación. Generalmente se encuentran en el suroeste debido a las elevaciones más altas, en donde el frío y la nieve presentan obstáculos para actividades agrícolas.

## Discusión – Órdenes del Suelo y Principios de un Suelo Saludable

Digamos que has determinado que tienes un aridisol en tu rancho y que no tienes agua para riego. ¿Cómo podrías tratar de implementar los cinco principios de un suelo saludable? Piensa en las características físicas, químicas y biológicas que pueden cambiar y las que no. ¿Cómo te parecería la salud del suelo en un paisaje donde el suelo es mayoría aridisol?

---

---

---

---

---

---

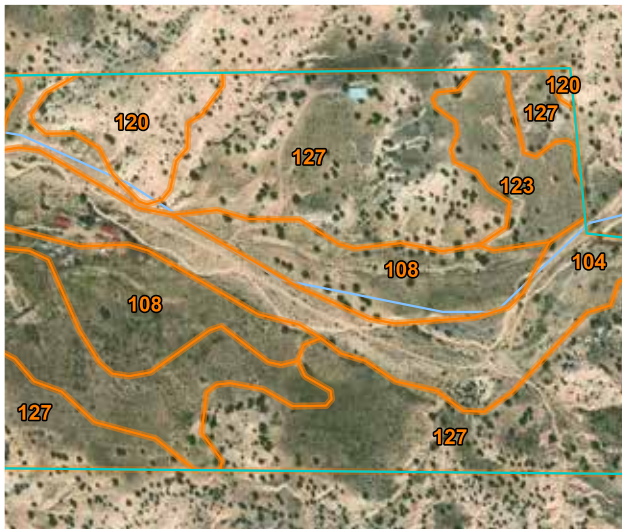
---

## Actividad – Usando la Página Web de la Encuesta del Suelo de USDA NRCS

La Encuesta del Suelo se mantiene por NRCS y provee una excelente herramienta gratis para encontrar información sobre los suelos en cualquier lugar de los Estados Unidos. Puedes seleccionar un área en el mapa, y el sitio te proveerá los tipos de suelo y sus propiedades.

### Recursos:

- Computadora con acceso a internet



Map Unit Symbol	Map Unit Name
104	Chupe-Riverwash complex, 1 to 3 percent slopes, flooded
108	Zia fine sandy loam, 0 to 2 percent slopes
116	Arents-Urban land-Orthents complex, 1 to 60 percent slopes
120	Quarteles-Rock outcrop complex, 25 to 90 percent slopes
123	Koshare very fine sandy loam, 2 to 8 percent slopes
127	Ojito-Koshare-Quarteles complex, 5 to 50 percent slopes

### Instrucciones:

1. Ve el video tutorial o sigue el material de tutoria de la pagina de NRCS: <http://websoilsurvey.nrcss.usda.gov/> Define tu área de interés.
2. El mapa empieza como información general de todo los Estados Unidos. Vas a necesitar acercarte (con el zoom) a la región de tu propiedad (rancho, granja, etc.).
  - La manera más fácil para hacer esto es ingresar una dirección en la barra de herramientas apropiada.
  - También puedes ingresar las coordenadas de latitud y longitud. Estas las puedes encontrar al buscar la dirección en Google Maps. Vas a recibir un URL largo del cual puedes copiar las coordenadas y pegarlas en la Encuesta del Suelo.
3. Cuando ya te hayas acercado a tu propiedad, vas a necesitar decirle a la Encuesta cual es el área de interés (AOI) que quisieras ver en la información. Para esto, puedes dibujar un rectángulo o polígono en el mapa.
4. Al haber dibujado tu AOI puedes empezar a ver el mapa y el explorador de información del suelo para tu propiedad, o puedes descargar el reporte gratis.

#### **Profundidad de la Muestra**

Dentro de un área en particular, vas a tener que decidir a qué profundidad tomar la muestra. De nuevo, tu decisión se va a relacionar con tus metas. Cualquier profundidad que escojas, asegúrate de apuntarla para que puedas ser consistente con las muestras futuras y puedas interpretar mejor sus resultados.

Algunos aspectos que puedes considerar para decidir:

1. ¿Cuáles horizontes son importantes?
2. ¿Cuál es la historia de manejo de este sitio? ¿Cómo puede ser que afecte diferentes profundidades del suelo?
3. ¿Cuáles son las profundidades de las raíces de las plantas en este sitio?
4. ¿Estás buscando una compactación profunda?
5. ¿Tienes un huerto o viñedo? La variación espacial en la dirección lateral puede ser muy alta en los huertos.
6. ¿Usas irrigación? Si usas irrigación, puede ser probable que tengas una acumulación de salinidad en diferentes ubicaciones.
  - Inundaciones- La sal puede variar de la cabeza al pie.
  - Microaspersores- La sal se acumula en las extremidades, especialmente si no se superpone.
  - Riego por surcos- La sal se acumula en las crestas.



**Nota:** Nunca incluyas costras de sal en una muestra del suelo; en lugar, toma muestras de las costras aparte.

7. Si no tienes una razón explícita para tomar muestras de una profundidad en específico, es común hacerlo a 0-6 pulgadas y 6-12 pulgadas. Los mercados emergentes de carbono pueden requerir muestras más profundas y es esencial seguir sus protocolos.

## Qué Muestrear Además del Suelo

---

### Agua

Es importante tomar muestras de tu agua de irrigación. Al irrigar con agua de la superficie o subterránea, estás agregando minerales. El agua y los minerales interactúan con el suelo en maneras que pueden cambiar sus propiedades físicas. Al tomar muestras del agua, hay que considerar como sus compuestos pueden cambiar a medida que avanza la temporada. Mucha del  agua disponible en Nuevo México y  Colorado proviene de nieve derretida, la cual contiene diferentes concentraciones de minerales en diferentes temporadas (primavera, verano y otoño).

### Rectificación

La materia orgánica se añade en el suelo por medio de compostas o estiércol. Es necesario saber el perfil de nutrientes de la materia orgánica para determinar cuánto más agregar para abordar las deficiencias de nutrientes para las plantas (si es que ya examinaste tu suelo y decidiste agregar materia orgánica para arreglar una deficiencia de nutrientes en particular). Tu proveedor de composta te debería hacer disponible un análisis de perfil de nutrientes. Si estás generando tu propia composta o estiércol en tu rancho o granja, vas a querer analizarlo antes de aplicarlo al suelo. Las consideraciones para tomar muestras de los materiales para rectificar son similares a las del suelo.

### Plantas

Es posible que quieras mandar plantas al laboratorio para obtener un análisis químico para determinar su contenido nutricional o evaluar si hay alguna enfermedad en los cultivos. Así como hay ciertas consideraciones para el muestreo del suelo, también hay consideraciones para las plantas.

## Fotos

Tomar fotos puede ser muy útil para entender los cambios sobre la superficie. Como hemos mencionado antes, las condiciones sobre la superficie reflejan los procesos bajo tierra, por lo tanto el monitorear cómo se ve el suelo y la vegetación es un buen punto para comenzar. Las fotos también son un buen medio para compartir con los demás.

Es crítico tener una intención consciente y consistente al tomar fotos ya que el ángulo de captura, temporada, hora del día, condiciones climáticas, y otros factores pueden hacer que el mismo lugar se vea completamente diferente de una foto a otra.



2013



2014



2017

Photos: Nancy Ranney

Los bocetos y diagramas también pueden ser muy útiles en ayudarte a recordar actividades y observaciones previas.

**¡Intenta en el espacio a continuación!**

## Cómo Tomar Muestras para Pruebas de Laboratorio

### Suelos o Rectificaciones

Las mejores prácticas para coleccionar muestras son:

- Usar un equipo limpio
- Evitar contenedores galvanizados u oxidados
- Evitar palas oxidadas o sondas
- Usar una lona o cubeta limpia para guardar la tierra coleccionada temporalmente
- Al usar bolsas plásticas para guardar tierra o compostas, transportalas en hieleras con paquetes de hielo. Mantén las bolsas en una caja de cartón dentro de la hielera para evitar que se pudran y se contamine.
- Generalmente, el dejar que las muestras se sequen al aire libre antes de enviarlas o almacenarlas en bajas temperaturas es un procedimiento razonable para limitar el cambio entre las muestras. Sin embargo, asegúrate de preguntarle al laboratorio como almacenar una muestra de tierra para el largo plazo de algún otro tipo de prueba. Por ejemplo, congelar es una buena manera para almacenar tierra para algunas pruebas, pero almacenar a temperatura ambiente y dejar que la tierra se seque al aire libre es más conveniente para almacenar otras pruebas.

Si estás investigando las propiedades biológicas como la comunidad microbial, vas a tener que ser más cuidadoso al esterilizar (10% solución de cloro/toallas desinfectantes) todo tu equipo entre cada toma de muestras. También tendrás que asegurarte de que los contenedores de las muestras sean nuevos y no estén contaminados con otros materiales biológicos. El laboratorio o investigador le dará instrucciones para prevenir la contaminación entre muestras.

**Nota:** Considera si quieres coleccionar y guardar tierra extra en caso de que la muestra original se pierda o algún otro error suceda. El laboratorio no te va a regresar las muestras de tierra ya que son examinadas.

### Guardando las muestras después de haberlas coleccionado:

- Mantener las muestras fuera de la luz solar directa, particularmente de condiciones calientes por que el calor puede afectar las medidas de algunos nutrientes disponibles

Dependiendo de cómo el laboratorio quisiera que empaques y almacenes tus muestras, podrías considerar bolsas o contenedores que sean:

- Respirables
- Limpios
- No de metal

#### Agua

- Los laboratorios van a necesitar una cantidad específica de agua para las pruebas. Es importante confirmar la cantidad requerida por tu laboratorio. Una medida estándar es una taza.
- Los contenedores para las muestras deberían de ser de plástico con tapas a prueba de fugas. Asegúrese que la tapa esté cerrada y apretada. ¡No use contenedores de vidrio!
- Los contenedores deberían de estar limpios y enjuagados tres veces con el agua que se va a examinar antes de tomar la muestra final.
- Los contenedores deberían de estar llenos lo más completo posible.
- Etiqueta los contenedores con un marcador permanente. Si el contenedor no se puede marcar directamente, coloca un pedazo de cinta en el contenedor y marca sobre él.
- Mantén la muestra fría, preferiblemente en el refrigerador pero no en el congelador!
- Si vas a mandar las muestras, refrigerelas antes de enviarlas. Empácalas aseguradamente con periodico o espuma de poliestireno en una caja. Etiqueta la caja "MANTENER FUERA DEL CALOR" en cada lado de la caja.

#### Plantas

- Examina lo que te interesa--si los animales consumen la planta entera, examina la planta entera; si solo comen las hojas, el fruto o las semillas, examine

las hojas, frutos o semillas.

- Escoge las partes verdes o maduras, no las amarillas o grises que se están muriendo, o frutos secos.
- Colecciona partes de diferentes áreas y mezclalas bien para entregar una muestra variada y completa.
- Para algunas examinaciones: no permitas que la muestra se sobrecaliente o seque. Colócala en una bolsa sellada y mantenla en un lugar fresco mientras la envías. Sin embargo, tampoco dejes que empiece a crecer moho en la bolsa. Asegúrate de planear un envío y examinación rápida. Para otras examinaciones, dejar que la muestra se seque al aire libre es adecuado. De nuevo, checa cuales son las instrucciones de tu laboratorio.

#### Guías Generales para Enviar Muestras

Cuando envíes muestras de suelo o tierra a un laboratorio, es mejor hacerlo al principio de la semana para que puedan ser recibidas y procesadas apropiadamente antes del fin de semana. Necesitas asegurarte de que tus muestras están bien etiquetadas con identificadores únicos para que puedas entender los resultados cuando te los entreguen.

- Siempre incluye una página de información con la muestra. Pon la página en una bolsa de plástico para prevenir que se moje o ensucie de alguna otra muestra.
- Esta página debería contener información relevante sobre las muestras, así como tu información de contacto.

# Qué Pruebas Hacer en el Campo y en el Laboratorio

## Pruebas y evaluaciones en el Campo

En el momento en el que vayas al campo con tu equipo para tomar muestras, también deberías examinar el suelo por evidencia de condiciones que afectan la salud y funciones del suelo. Esto es, ve los agregados; ve la compactación, evidencias de erosión, evidencia de biota (gusanos, túneles, hongos), acumulaciones de sal (cristales de sal); ve el color de la tierra y el grosor del horizonte A, etc.

Ya compartimos y presentamos instrucciones para varias pruebas y evaluaciones de las actividades fundamentales del suelo. Puedes usar cualquiera de ellas o hacer algunas variaciones en estos protocolos para ganar más información sobre las propiedades físicas, químicas y biológicas de tu suelo.

## Hojas de Trabajo de Evaluación en el Campo

Estas hojas de trabajo son ejemplos de lo que proveedores técnicos pueden usar como parte de sus procesos de planeación y evaluación. Nota que hay una variación en la evaluación específica de la salud del suelo, ya que este enfoque ha surgido más recientemente. También nota que estas recomendaciones proveen los mejores resultados cuando se hacen por medio de personal con experiencia.

INTERPRETING INDICATORS OF RANGELAND HEALTH VERSION 5 EVALUATION FORM – PAGE 1  
Complete the following information as necessary for project documentation and assessment purposes.

Evaluation area name or ID: *Big Sage CRM 14* Date: *8/14/2018*  
 Management unit: *Coxs Creek Allotment* State: *ID* Office: *Asana Hill 70*  
 Evaluator(s): *A. Smith, B. Jones, C. Carter*

Ecological Site/Reference Sheet Used for Evaluation (Complete this section last)  
 Ecological site name: *Lowery 13-16"* Ecological site ID: *RD25XV0111P*  
 Reference sheet used/authors: *Attachment to provisional ESD/J. Thompson* Date: *3/12/2011*  
 Soil component: *Vitols* Composition based on (check one): Cover  Annual Production

Ecological Site Determination (Describe reference on the left and observations of the evaluation area on the right.)  
 Soil Survey: *Owyhee County* Soil Map Unit: *19B*  
 Soil and site reference description  
 Description Source: Ecological Site Description OR Soil Survey Evaluation area soil and site characterization  
 Parent material: *Alluvium* Slope range: *5-40* % Parent material: *Alluvium* Slope: *18* %  
 Elevation range: *1,700-2,100* ft (m) Aspect (if specified): Elevation: *1,910* ft (m) Aspect: *northwest*  
 Topographic position: *side slopes* Topographic position: *side slope*  
 Precipitation range: *8.9*  
 Seasonal precipitation distribution:  
 Soil depth: Very shallow  
 Type and depth of diagnostic horizons:  
 Location:  
 Name/Code:  
 Tier:  
 Client/Collector:  
 Printer:

Excerpt from Pellant, M., P.L. Shaver, D.A. Pyke, J.E. Herrick, N. Lepak, G. Riegel, E. Kachergis, B.A. Newingham, D. Toledo, and F.E. Busby. 2020. Interpreting Indicators of Rangeland Health, Version 5. Tech Ref 1734-6. U.S. Department of the Interior, Bureau of Land Management, National Operations Center, Denver, CO.

Cropland In-Field Soil Health Assessment Worksheet

Indicator/Timing and Use	Mark assessment (Yes/No)
Anytime <input type="checkbox"/> After Rain or Irrigation <input type="checkbox"/> With Adequate Moisture <input type="checkbox"/> Before a Tillage Event <input type="checkbox"/> Primarily No-til Systems <input type="checkbox"/> Before Growing Season <input type="checkbox"/> During Growing Season <input type="checkbox"/> Intensive <input type="checkbox"/>	
SOIL COVER <input type="checkbox"/> SOIL HAB + Surface cover from plants, residue or mulch; cover greater than 75%	<input type="checkbox"/> Y <input type="checkbox"/> N
Residue Breakdown <input type="checkbox"/> SOIL HAB + Natural decomposition of crop residues is as expected with crop and conditions	<input type="checkbox"/> Y <input type="checkbox"/> N
Surface Crusts <input type="checkbox"/> SOIL AGG + Crusting on no more than 5% of the field	<input type="checkbox"/> Y <input type="checkbox"/> N
Ponding <input type="checkbox"/> SOIL AGG + No ponding within 24h following typical rainfall or surface irrigation event	<input type="checkbox"/> Y <input type="checkbox"/> N
Penetration Resistance <input type="checkbox"/> SOIL AGG <input type="checkbox"/> CPT + Penetration rating <100 psi within top 6" depth and <300 psi in the 6"-18" depth OR Shalt or no resistance with wire flag inserted to 12"	<input type="checkbox"/> Y <input type="checkbox"/> N
Water Stable Aggregates <input type="checkbox"/> SOIL AGG + Cylinder At least 80% remains intact after 5 minutes with little cloudy water OR Shakes soil remains intact with aggregates apparent OR Soil Quality Test 68 (5279) water stability class 6	<input type="checkbox"/> Y <input type="checkbox"/> N
Soil Structure <input type="checkbox"/> SOIL AGG <input type="checkbox"/> SOIL HAB	<input type="checkbox"/> Y <input type="checkbox"/> N

Excerpt from In-Field Soil Health Assessment Worksheet in the New Mexico Field Office Technical Guide, Section I, Agronomy, Agro80.

### Exámenes de Laboratorio

Para obtener más información detallada sobre la salud del suelo, manda muestras del suelo al laboratorio. New Mexico State University ha hecho investigaciones extensivas sobre los indicadores efectivos del suelo a través de diferentes escenarios de manejo del suelo para encontrar los indicadores más apropiados para la salud del suelo en Nuevo México. El criterio para evaluar estos indicadores incluyen resultados de estadística multivariante, discusiones con expertos, precisión de métodos de medida para obtener resultados repetibles, relevancia para procesos funcionales e importantes del suelo, y la facilidad y costo del muestreo y análisis.

### Otros Indicadores de la Salud del Suelo que se Consideraron Incluyen:

#### Propiedades físicas

Diámetro promedio de agregados secos (mm), agregados secos menos de 0.25mm (%), arena/limo/arcilla (%), capacidad disponible de agua (cm<sup>3</sup>/cm<sup>3</sup> tierra), estabilidad de agregados mojados, densidad a granel (mg/m<sup>3</sup>), resistencia de penetración (psi), distribución del tamaño de los poros, y la tasa de infiltración de agua.

#### Propiedades químicas

pH, conductividad eléctrica (dS/m), relación de adsorción de sodio, nitratos (mg/Kg tierra), Ca/Mg/Na/Zn/Mn/Fe/Cu, capacidad de intercambio catiónico, toxinas/contaminantes.

#### Propiedades biológicas

Prueba de fosfolípidos de ácidos grasos, tasa de mineralización de N, tasa de descomposición, tasa de respiración, recuentos de lombrices de tierra.

### Los mejores indicadores para sistemas áridos

Características:	Los mejores indicadores para sistemas áridos		
	Físicos	Químicos	Biológicos
Agregados secos > 2mm (%)		Conductividad eléctrica	Materia orgánica en el suelo
Contenido de arcilla (%)		Contenido de fósforo (mg/Kg tierra)	Carbono activo (permanganato de carbono oxidable; "POXC")
Capacidad de agua disponible		Contenido de potasio (mg/Kg tierra)	
Estabilidad de agregado mojado			



# 4. Consideraciones para el Manejo del Suelo

**co** Nuevo México y Colorado son **NM** caracterizados por la diversidad ecológica, social y económica. Por ejemplo, somos sujetos a extremos en el clima (como sequías e inundaciones). También tenemos una mezcla de la propiedad y uso del agua y tierra, lo cual hace a veces pensar en sistemas de manejo a una escala más grande que un solo campo o pastura. Somos grandes estados rurales con pocos centros urbanos, y nos estamos esforzando en cerrar la brecha de comunicaciones entre áreas urbanas y rurales.

Diferentes regiones y zonas de tiempo elicitán diferentes intereses de temas del manejo del suelo. Hemos destacado un montón de de consideraciones de manejo comunes y presentamos enlaces a algunos otros. Lo animamos a que piense en los Principios de un Suelo Saludable mientras lee cada uno. Y por supuesto, será un experto en lo que sea apropiado para la tierra que administra.

Antes de comenzar cualquier práctica de manejo o plan, empieza por preguntar "¿Cuáles son mis objetivos para este rancho o granja?" A menudo, es para producir un cultivo o criar ganado para venta y mantenerse a sí mismo y tu familia. Sin embargo, también pueden haber otros motivantes-- conciencia ambiental o ecológica, hábitats silvestres o de peces, o heredar la operación a futuras generaciones--para promulgar prácticas para asegurar el manejo sustentable para usos y generaciones múltiples.

Siguiente, es una buena idea tener un objetivo en mente y basar tu actividad en la meta deseada. Por ejemplo, pregúntate, **¿Cómo voy a hacer esta actividad? ¿Cuándo la voy a comenzar y acabar? ¿Cómo voy a evaluar los procesos y resultados?** Para proveedores de servicios técnicos y entrenadores que conversan con rancheros y granjeros sobre recomendaciones, el mantener los objetivos en la mente puede conllevar a un mejor entendimiento de por que el alternar enfoques es importante y formas en que se pueden realizar cambios.

## Objetivos de Aprendizaje

**Después de completar esta sección podrás:**

- Tener conversaciones enfocadas en resultados en lugar de problemas y las opciones de manejo apropiadas para el rancho o granja en particular
- Explorar múltiples maneras para alcanzar metas sobre la salud del suelo
- Usar herramientas para entender cómo los cambios en el manejo de la tierra pueden causar cambios en la salud del suelo

## Manejo de Labranza

### ¿Qué es la labranza?

#### Glosario

### Labranza

es el uso de herramientas mecánicas para aflojar la tierra y/o quebrar la compactación con el propósito de permitir que las semillas surjan y que crezca y se desarrollen los cultivos.

Los campos se pueden labrar antes de la siembra (la preparación del semillero), durante la plantación, después de plantar (la cultivación e incorporación, eliminación de hierbas, revolcar las enmiendas del suelo, y destruir enfermedades y ciclos de parásitos), o después de la cosecha (al manejar el residuo del cultivo). Sin embargo, cada labranza rompe el suelo, expone la materia orgánica a la oxidación y pérdida, e interrumpe la red alimentaria del suelo.

### Características de la Labranza Convencional

A menudo el resultado deseado de la labranza convencional es un 'campo limpio.'

- Arado- Cortar, levantar, voltear, y parcialmente pulverizar el suelo
- Disco- Romper el suelo para hacer los agregados del suelo más pequeños y finos
- Rasgo- Romper las capas hondas y compactas del suelo para promover el crecimiento de las raíces y facilitar el movimiento del agua
- Cultivación- Desarraigar hierbas entre líneas de vegetación creciente

Sin embargo, también hay efectos detrimentales en el suelo asociados con las prácticas convencionales de la labranza.

### Físicas/Químicas

- Pérdida de la estructura del suelo y porosidad
- Compactación (formación de discos de arado)
- Incremento de erosión y escape de pesticidas
- Formación de costras en la superficie (la tierra se seca rápidamente y forma una costra impenetrable)
- Pérdida de materia orgánica
- Pobre drenaje
- Reduce la capacidad de retener el agua durante sequías
- Reduce la fertilidad del suelo

### Biológicas

- Pérdida de organismos del suelo beneficiosos
- Reducción del crecimiento de la raíz
- Aumento de la respiración microbiana que conduce a la pérdida de materia orgánica del suelo

### Labranza Reducida o Labranza de Conservación

La labranza reducida, llamada a menudo “labranza de conservación,” es cualquier método que involucra menos pases que la labranza convencional. El residuo de previo cultivos o cultivos de cobertura se dejan en la superficie del suelo para su propia protección.

#### Objetivos de la Labranza Reducida

##### Físicas/Químicas

- Reduce la compactación
- Incrementa la estabilidad de los agregados
- Conserva la humedad
- Reduce la erosión
- Conserva la materia orgánica

##### Biológica

- Mantiene los rendimientos
- Mejora el hábitat microbiano
- Minimiza la germinación de hierbas

##### Operacional

- Reduce el uso de combustibles
- Reduce el tráfico agrícola

**Nota:** varios de estos beneficios también pueden resultar en menos emisiones de carbono del suelo y el equipo.

#### Problemas de la Labranza Reducida

##### Equipo necesario

- Inversiones en equipo nuevo pueden requerir desembolso de capital significativo

##### Manejo de residuos

- Heavy residue can interfere with planting and seedling establishment.
- In some cases heavy residue can harbor diseases and pests.

##### Control de Hierbas

- El control de hierbas se ha reportado como problemático bajo sistemas de labranza reducida
- En sistemas de labranza reducida a largo plazo, la variedad de hierbas puede cambiar de anuales a perennes



Photo: John Idowu

## **Tipos de Labranza Reducida**

### **Labranza en franjas**

Se prepara un semillero liso y estrecho a través del residuo superficial intacto entre las tiras. La preparación se puede combinar con un compuesto vertical profundo para aflojar la capa compacta. El cultivo de cobertura debe de estar muerto antes de preparar el semillero.

### **Labranza de cresta**

Esta es cuando la cosecha ha crecido sobre crestas permanentes. Las crestas se pueden replantar por muchas temporadas antes de que necesitan ser reconstruidas. Se usa un cortador de residuos para cortar el cultivo de cobertura muerto y un azada rotativa para aflojar la pulgada más alta de la superficie; 30% del residuo permanece en la superficie después de una labranza.

### **Labranza del mantillo**

Esta es cuando se ha hecho una sola pasada con el disco en tándem seguido por un cultivador de campo o en hileras, dejando 30% del residuo en la superficie.

### **Otros procesos**

Siega- Cuando se corta el 50-60% de la biomasa vegetal viva en pie y se deja como residuo sobre la superficie. Las plantas en pie vivientes se dejan para que sigan creciendo.

Prensado de rodillos- Cuando el 100% de las plantas en pie vivas o muertas se cortan, pican, e incorporan en el residuo de la superficie. Las plantas en pie vivientes se matan.

### **Cero Labranza**

Las características principales de un sistema de cero labranza son que el suelo se mantiene sin molestar y la superficie se mantiene cubierta por un mínimo de 50%, permitiendo la acumulación de materia orgánica de cultivos muertos. El mantenimiento de la materia orgánica soporta el ecosistema del suelo por medio de las raíces y al alimentar la red alimenticia del suelo. Los residuos de las plantas también protegen la superficie del suelo contra la erosión y la formación de costras.

La cero labranza requiere que las semillas se siembren en el rastrojo de la cosecha anterior, y por lo tanto es mejor sembrar cultivos con una sembradora sin cultivar. Las sembradoras tienen abresurcos de doble disco y ruedas de cierre para crear y cerrar los surcos de semillas en un residuo de cultivo de cobertura espeso o rastrojo.

## **Discusión – Principios de un Suelo Saludable y Labranza**

¿Qué principios de un suelo saludable están relacionados con la labranza reducida? Por ejemplo, "Cubrir el suelo: Los residuos superficiales que quedan en el sitio pueden minimizar la formación de costras y que se seque el suelo."

## Cultivos de Cobertura

Los cultivos de cobertura están en línea con los Principios de un Suelo Saludable y pueden ser una estrategia de manejo efectiva. Los cultivos de cobertura son plantas que pueden proveer protección al suelo entre la temporada principal de crecimiento del cultivo, o en cultivos en hileras o huertas pueden crecer todo el año. Los múltiples beneficios de los cultivos de cobertura incluyen:

### Físicos/Químicos

- Minimizan la compactación
- Reducen la erosión por medio de aire o agua
- Mejoran la humedad del suelo
- Proporcionan nutrición a los cultivos comerciales
- Reducen la degradación de la calidad del agua que se causa por usar aditivos nutricionales inorgánicos y excesivos

### Biológicos

- Introducen diversidad al sistema
- Mantienen o incrementan el contenido de materia orgánica
- Reprimen el exceso de hierbas y rompen los ciclos de plagas

Los residuos de los cultivos de cobertura tienen numerosos usos competitivos, como la eliminación de la alimentación animal, para biocombustibles u otras producciones industriales; o para regresar al suelo como enmienda.

Consideraciones con cultivos de cobertura en ambientes con agua limitada:

- ¿Cuál es el requisito de agua para el cultivo de cobertura?
- ¿Cuál es su tolerancia de sequía?
- ¿Cuándo hay agua de irrigación disponible? (Muchas aguas de irrigación solo están disponibles cuando la nieve se derrite o hay lluvias del monzón, usualmente entre Abril y Octubre, y esto puede determinar el mejor tiempo para plantar algún cultivo de cobertura en particular)
- ¿Cuáles son los requisitos de temperatura para la germinación y crecimiento de los cultivos de cobertura?
- ¿El cultivo de cobertura es fácil de manejar? Va a morirse fácilmente cuando se rocíe o aree (Esté al tanto de cualquier tendencia del cultivo en crecer muchas hierbas!)
- ¿Cuánto residuo va a producir este cultivo? (E.g. ¿Hay la posibilidad de cosechar 70% y dejar 30% como residuo?)

## Rotación de Cultivos, Incluyendo la Integración de Ganado

---

La rotación de cultivos es la repetición de la cultivación en el mismo campo en una secuencia particular. La rotación debería de cumplir con las necesidades del ranchero o granjero (por ejemplo, el balance de cultivo y forraje necesario en la granja o la preferencia por un alto valor de mercado o rentabilidad). Si el cultivo se siembra una vez al año y después la tierra se deja en barbecho el resto del año:

- El campo se deja inactivo por un largo plazo sin usos productivos
- La tierra se puede erosionar por el agua o tierra
- La materia orgánica y los nutrientes del suelo no se restablecen y se depletan durante el periodo de barbecho
- La vida del suelo se inactiva o puede morir de sobrecalentamiento, desecación, o inanición
- Los organismos del suelo se inactivan debido a la falta de agua, menos ingresos de materia orgánica, y fluctuaciones altas de temperatura.

### Ejemplos de cultivos rotativos:

- Maíz- Sorgo
- Trigo- Sorgo- Barbecho
- Trigo- Cultivo de cobertura
- Sorgo- Cultivo de cobertura

Los beneficios de cultivos rotacionales son derivados del tipo de suelo de cobertura y proveen una diversidad de actividad en la actividad de las raíces durante todo el año (mantienen las raíces vivas). Algunos de los beneficios incluyen:

- Mejor estructura del suelo, infiltración de agua, y control de erosión
- Varios profundidades de las raíces, las cuales absorben nutrientes de todo el perfil del suelo
- Mejores rendimientos y retención de nutrientes
- Residuo diverso de raíces y cultivos, el cual promueve el crecimiento microbial
- Con poca labranza, incremental la proliferación de hongos e incrementa la materia orgánica en el suelo
- Control de pestes, ayudando a reducir la cantidad de hierbas, insectos, y enfermedades

## Principios de la Rotación de Cultivos

- 1.** Rote legumbres con cultivos que no son legumbres
  - Los cultivos de cereales como el trigo, maíz, y sorgo necesitan mucho nitrógeno. Las legumbres fijan el nitrógeno y entonces suplementan nitrógeno para el siguiente cultivo de cereales.
- 2.** Rote cultivos exhaustivos con otros no tan exhaustivos
  - Los cultivos que necesitan muchos nutrientes, como el maíz o trigo, se llaman “cultivos exhaustivos” porque el cultivarlos continuamente depleta la fertilidad del suelo o el estado de los nutrientes del suelo.
  - Los cultivos que pueden crecer bien aún sin muchos nutrientes son menos exhaustivos, por ejemplo las legumbres y brasicas (mostazas o rábanos).
  - La rotación de cultivos exhaustivos con los menos exhaustivos ayuda a restaurar la fertilidad del suelo y por lo tanto sostiene la producción del cultivo.
- 3.** Rotar cultivos de raíces fibrosas con cultivos de raíces pivotantes para obtener la mejor utilización de nutrientes.

### Raíces profundas

- Alfalfa
- Girasoles
- Cártamo

### Raíces medianas

- Cebada
- Trigo
- Canola
- Maiz
- Sorgo

### Raíces cortas

- Guisante
- Lenteja
- Guar
- Frijoles tepary

- 4.** Para áreas propensas a la erosión, los cultivos de cebada, cereal centeno, sorgo-sudán, y caupí se deben considerar para estabilizar el suelo.
- 5.** En áreas de tierra seca y condiciones de agua limitada, seleccione cultivos resistentes a sequías como el guar, lentejas, o frijoles tepary.
- 6.** La rotación de cultivos debe ser adaptada a las condiciones ambientales y la tierra local.
- 7.** Los cultivos se deberían de evaluar por su alto valor de mercado y rentabilidad.

## La Importancia del Ganado en la Rotación de Cultivos

- El agregar ganado puede proveer una utilización de recursos agrícolas más eficiente. Por ejemplo, el ganado puede pastar el cultivo en pie o el residuo en el invierno; el resto del año puede pastorear en pastos nativos.
- El hecho de que el ganado consume y digiere hierbas y sus semillas ayuda a controlar su crecimiento y/o reduce la necesidad de pesticidas sintéticos.
- El estiércol y el orín del ganado puede reducir la cantidad de fertilizantes químicos necesarios para reponer los nutrientes del suelo.
- Pastorear en niveles e intervalos apropiados mejora la materia orgánica del suelo, promueve el crecimiento microbiano, y soporta la productividad del cultivo.

## Enmiendas Orgánicas

### Glosario

### Enmienda Orgánica

es la adición de materia orgánica o inorgánica al suelo con el fin de mejorar sus características físicas, químicas, y/o biológicas.

Las enmiendas orgánicas del suelo incluyen materiales de origen vegetal o animal, como el estiércol, compostado, biocarbón, y material de desecho vegetal. Al considerar las enmiendas, es muy importante tomar en cuenta la escala del cambio espacial deseado y cuanto tiempo quiere preservar el cambio. También es importante entender que las propiedades inherentes del suelo nativo van a influenciar como una enmienda en particular va a contribuir a la salud del suelo y éxito de las plantas.

### Estiércol

La aplicación de estiércol puede mejorar el carbono orgánico del suelo e incrementar la disponibilidad de nitrógeno y fósforo. Cuando añades estiércol, deberías de considerar su contenido nutriente y el tipo de cama de suelo con el que se mezcló. Si tu no eres el que produjo el estiércol, entonces vas a querer preguntarle al ranchero o granjero si los animales fueron tratados con medicamentos o pesticidas ya que estarán presentes en el estiércol. Adicionalmente, el estiércol de animales de pasta contiene semillas de hierbas y patógenos, los cuales pueden ser dañinos para el consumo humano. El compostaje aeróbico o estiércol envejecido controlan la mayoría de las semillas de malezas y los patógenos.

### Pastando en Fardos

El pastoreo en fardos es simplemente colocar fardos y dejar que el ganado se alimente de ellos (Mount, n.d.). El ganado agrega estiércol

#### 4. Consideraciones para el Manejo del Suelo

al área y destruye partes del fardo pisoteándolo, lo cual incrementa la cobertura del suelo desnudo y agrega materia orgánica. El pastoreo de fardos puede ser costoso porque para incrementar la materia orgánica del suelo, el 20-50% del fardo se debe de dejar en el suelo. La mejor práctica es asegurar que los fardos estén libres de malas hierbas.

#### Composta

- Ayuda con la agregación del suelo, construyendo la capacidad del suelo para mantener más aire, humedad, y nutrientes, y reducir el potencial de erosiones.
- Contiene todos los nutrientes esenciales para las plantas y los suelta lentamente--sobre meses o años, a diferencia de fertilizantes sintéticos.
- Trae diversidad de vida al suelo, incluyendo bacterias, hongos, insectos, y gusanos.

#### Aplicación de Composta en el Pastizal

Usualmente las enmiendas se usan en granjas pero durante la última década, investigadores han explorado la aplicación de composta en pastizales como manera potencial de incrementar la producción de forraje, el almacenamiento de carbono en el suelo y la retención de agua. Varios investigadores y organizaciones están estudiando cómo la aplicación de composta puede afectar la producción de forraje y la salud del suelo en pastizales áridos y semiáridos en el Suroeste.

**Nota:** Una tasa alta de estiércol y aplicación de composta puede causar la acumulación de sal y por lo tanto causar efectos negativos en la producción de cultivos.

#### Biocarbon

##### Glosario

#### Biocarbon

es el carbono negro o carbon obtenido de la carbonización de la biomasa por pirolisis. La pirólisis es un proceso termoquímico en el cual la biomasa se calienta en ausencia de oxígeno, resultando en carbono estabilizado. En contraste, la producción tradicional de carbono no captura nada de la energía o contaminantes liberados cuando se quema la biomasa, lo cual causa mucho desperdicio y polución.

La calidad y características del biocarbón dependen del sustrato pirolizado y las condiciones de pirólisis--la temperatura y duración (lento o rápido). La composición de biomasa y condiciones de pirólisis también influyen la cantidad de productos secundarios producidos. Los subproductos secundarios son, por la mayor parte, Syngas (gases) y bio-aceites (líquidos), los cuales se pueden usar como fuentes de energía (por ejemplo, se pueden quemar para calentar gallineros en el invierno). Hay investigaciones en las mejores prácticas de usar biocarbon, pero un estudio sobre frijoles pintos sugiere que 5 toneladas/acre incrementan la disponibilidad de nutrientes y capacidad de retención de agua (vea Keller, 2019 en las referencias).



### Beneficios de las enmiendas orgánicas

- Ayudan a acumular la materia orgánica del suelo
- Proveen nutrientes para mejorar la fertilidad del suelo
- Incrementan la abundancia y diversidad microbial del suelo
- Ayudan a reciclar desperdicios, como en el case de estiércol o composta

### Algunas características físicas que pueden ser afectadas

- La estabilidad del agregado
- El espacio poroso
- La infiltración del agua
- La retención del agua
- El drenaje

### Algunas características químicas que pueden ser afectadas

- La disponibilidad de nutrientes
- La salinidad

### Algunas características biológicas que pueden ser afectadas

- La diversidad microbial
- La diversidad vegetal

Las diferencias en la tasa de descomposición están relacionadas con la relación entre carbono y nitrógeno

Relación C:N	Material de ejemplo
700:1	Astillas de madera
500:1	Aserrín y Pelotillas
170:1	Papel
130:1	Paja de trigo
100:1	Corteza
80:1	Paja de avena
60:1	Tallos de maíz
50:1	Cáscaras de maní
30:1	Compost
25:1	Heno de hierba de leguminosas
19:1	Recortes de hierba
15:1	Basura de gallineros
8:1	Estiércol fresco de ganado
6:1	Estiércol fresco de cerdos o aves de corral

Tasa de descomposición relativa más lenta, menos nitrógeno disponible



Descomposición relativa más rápida tasa, más nitrógeno disponible

Ideal -

## Manejo de Irrigación

En ambientes áridos y semiáridos al considerar la salud del suelo, la irrigación de agua merece algo de atención.

### ¿Hay agua de riego disponible?

 Para la mayoría del agua en Nuevo México  y Colorado hay un proceso complicado de adjudicación de derechos de agua gobernado por secretarías de ingenieros estatales. Es importante que sepas si tienes permitido regar tu propiedad, y si lo tienes, con que agua. Aún si tienes una poza en tu propiedad, es posible que no te sea permitido usar el agua para irrigación. También puede ser posible que puedas regar sólo una área de tu propiedad en particular. Hay muchas consideraciones sobre el agua y el terreno que deben de tomarse en cuenta antes de comenzar a irrigar, y en la mayoría de los casos va a haber un grupo gubernamental en tu área. Para más información, contacta la secretaría de New Mexico Office of the State Engineer, Water Rights Division, o el Colorado State Engineer 's Office, y Division of Water Resources.

### ¿Cuándo, cuánto, y cómo se relaciona la disponibilidad de agua a los patrones de lluvia estacionales?

- Las respuestas a estas preguntas dependen de la fuente de agua y pueden variar drásticamente de un año a otro.
- La disponibilidad de agua también puede ser restringida en temporadas

de riego. Deberías basar tus planes alrededor de los días de la semana o mes en el que va a tener acceso al agua asignada.

### ¿Cuál es la calidad del agua de irrigación?

- Ve la discusión de las pruebas de agua en la página 89.

### ¿Cómo puedo obtener agua y cuáles son mis responsabilidades para mi infraestructura?

- Las agencias locales gubernamentales de un canal de agua, sistema de acequia, o distrito de irrigación manejan la distribución del agua. Sin embargo, tú también eres responsable de mantener una porción de la infraestructura de suministro de agua.

### Ahora que tengo los derechos para usar el agua y el agua está en mi propiedad, ¿Cuál es la mejor manera de irrigar considerando mi sistema de suministro de agua y tipo de suelo?

- Al pensar en el tipo de suelo considera:
  - La tasa de infiltración
  - La capacidad de retención de agua
  - El perfil del suelo

### **Los beneficios del manejo de irrigación incluyen:**

- La conservación de recursos naturales escasos
- La reducción de labor asociada con la irrigación
- Un mejoramiento de la salud del suelo como resultado de
  - Menos erosión
  - Más producción de forraje y entradas de materia orgánica
  - Manejo de sodicidad
  - Menos lixiviación de nutrientes
  - Más aireación
- Protección de hábitats acuáticos en o afuera de tu propiedad

### **Manejo de Suelos Salinos/Sódicos**

Los suelos que son salinos y sódicos son los más difíciles de manejar. Por definición, estos suelos tienen una conductividad eléctrica sobre 4 mmhos/cm y una proporción de absorción de sodio más de 13. Estos suelos deben de ser tratados primeramente como suelos sódicos. Es crítico aplicar calcio para dispersar el sodio y continuar con lixiviación para eliminar sales. El agua alta en conductividad eléctrica es beneficiosa para suelos sódicos con propósitos de lixiviación pero no para la producción de cultivos. El suelo debe ser regado después de la aplicación de calcio para remover el sodio que se ha desplazado por el calcio. Se aplica agua para lixiviar el sodio por debajo de la zona de las raíces de las plantas, por lo tanto el agua debe de ser libre para drenar o lixiviar debajo de las raíces. Evalúa el drenaje del suelo antes de comenzar la recuperación.

## Manejo de Pastoreo

### El Ciclo de Vida del Zacate

**Verano:** Las plantas realizan la fotosíntesis durante la temporada de crecimiento y acumulan una reserva de carbohidratos (usualmente almacenada en las raíces y otros tejidos como los rizomas). Mientras el área foliar continúa expandiéndose durante la temporada de crecimiento, las reservas se acumulan gradualmente hasta que la formación de flores y semillas las usan temporalmente.

**Otoño/invierno:** Las plantas comienzan el otoño con altos niveles de carbohidratos almacenados. Las reservas se usan gradualmente en el invierno para mantener células durmientes y tejidos.

**Primavera:** Cuando la temperatura comienza a calentarse, hay un poco o casi nada de áreas foliares verdes para producir energía directamente. Aún más carbohidratos almacenados se usan para iniciar y expandir el área foliar nueva durante esta temporada. Como resultado, las reservas se agotan drásticamente en la primavera hasta que la planta produce suficiente área foliar para satisfacer las demandas de crecimiento.

### Pastoreo y Crecimiento de Raíces

Las estrategias de pastoreo que proveen intervalos de sin-uso o descanso para permitir el recrecimiento fólico y acumulación de carbohidratos son más deseados que el pastoreo continuo. Generalmente, las pastizales se pastorean durante periodos

de crecimiento activo (finales de primavera y verano) para optimizar el rendimiento del ganado. Aunque el pastoreo reduce las reservas de carbohidratos, el impacto es corto si el pastoreo no es severo o continuo.

Una planta de zacate que es pastoreada severamente o repastoreada frecuentemente sin periodos adecuados de descanso para almacenamiento de energía, crecimiento de raíces, y formación de brotes va a morir.

- Pastorear hasta la mitad de las hojas no afecta el crecimiento de las raíces, pero más allá de eso puede limitar su crecimiento.
- Al 80% de remoción de hojas, el crecimiento de las raíces se para completamente por un periodo de hasta dos semanas.
- Al 90% de remoción de hojas, el crecimiento de las raíces se para completamente por más de dos semanas.

Si la planta comienza el invierno con un suministro pequeño de energía acumulada en las raíces, es posible que no sobreviva el invierno o despierte en la primavera.

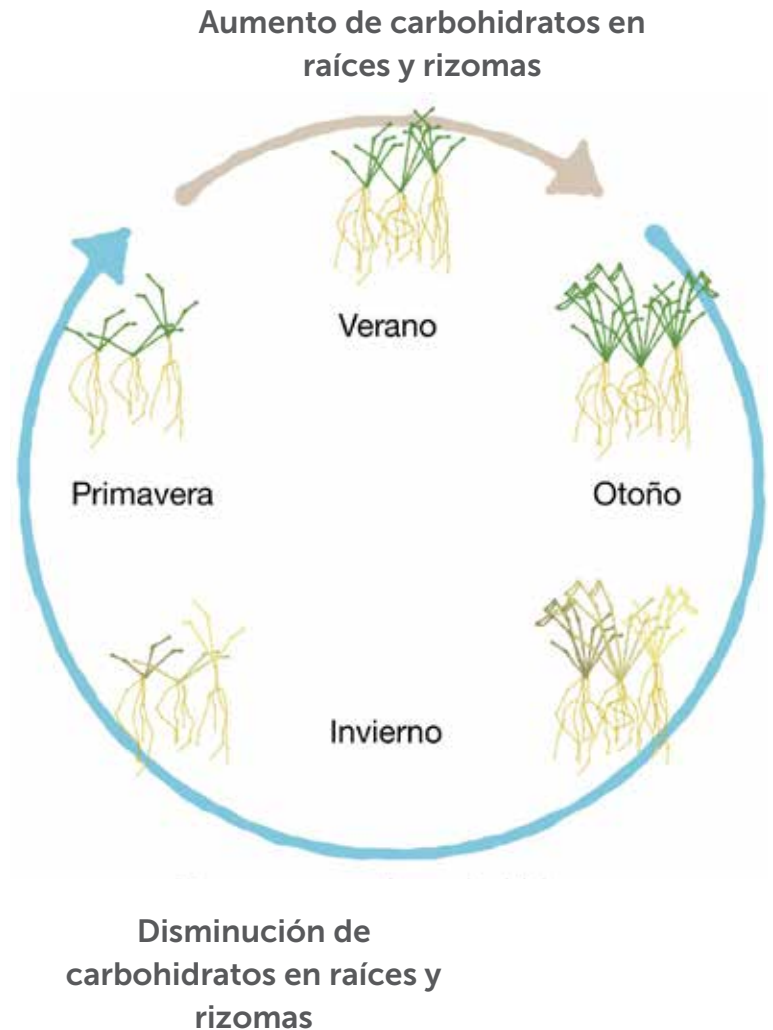
### El Pastoreo y la Biodiversidad

Puedes maximizar la biodiversidad al incluir zacates de temporadas cálidas al igual que temporadas frescas, zacates y herbáceas anuales, herbáceas perennes, etc., en sus pasturas. Entre más diversidad de especies

tengas, más raíces vivas pueden prosperar en tu suelo durante todo el año. También tendrás más forraje verde por un periodo más largo.

Cuando se pierde una especie, como un zacate de temporada fresca, el periodo de activación de las raíces en el suelo va a ser más largo cuando la temporada de crecimiento comience. También le va a tomar más largo producir forraje verde sobre la superficie, afectando la productividad de tu terreno.

El manejo de pastoreo alineado con los ciclos naturales del forraje pueden mejorar la estructura de las raíces de las plantas (profundidad) y función. Las plantas con raíces profundas son las más preparadas para sobrevivir las temporadas de sequía. El manejo adecuado de pastoreo determina la cosecha de la vegetación usando animales que pastan y ramonean de una manera que permite la producción sustentable de forraje al mantener las plantas en mejor calidad y estados vegetativos productivos. Esto se puede lograr de muchas maneras--una sola solución no sirve para todos.

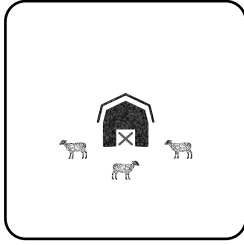


### Sistemas de Pastoreo

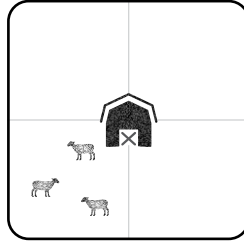
1. **Continuo**- El pastoreo se considera continuo cuando el ganado se deja pastoreando en un área por un periodo largo.
2. **Rotacional Simple**- Un sistema con más de una pasta califica como rotacional. Un sistema simple consiste de pocas pastas en donde el ganado se rota para dejar que el forraje en cada zona descanso entre periodos de pastoreo.
3. **Rotacional Intensivo**- El pastoreo intensivo es un sistema en el cual el ganado pasta en áreas pequeñas, o potreros, por periodos cortos, rotando frecuentemente de uno al otro para maximizar los periodos de recrecimiento del forraje.

**Nota:** La diferencia más importante en estos sistemas es la cantidad de tiempo por rotación en que las plantas están expuestas a animales de pastoreo.

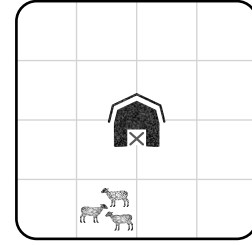
#### 4. Consideraciones para el Manejo del Suelo



**Continuo**



**Rotacional Simple**



**Rotacional Intensivo**

**Ventajas**

- Menos gastos iniciales
- Requiere menos manejo

- Mejor calidad de forraje y producción
- Permite tiempo de volver a crecer
- Puede extender la temporada de crecimiento
- Mejor distribución de estiércol

- Maximiza la producción de forraje
- Tasas de almacenamiento más altas
- Distribución más uniforme del estiércol

**Desventajas**

- Menos calidad de forraje y producción
- Menos capacidad de animales por año
- Causa áreas de suelo desnudo
- Distribución desigual del estiércol
- Problemas de hierbas
- Requiere alimentación alternativa
- Gastos más altos al largo plazo

- Menos calidad y producción de forraje
- Alimentos alternativos pueden ser requeridos
- Gastos más altos debido a cercas y agua

- Monitoreo cuidadoso de suministro de forraje requerido
- Gastos iniciales más altos (cercas y agua)
- Requiere más manejo intensivo

## Discusión – Pastoreo Rotacional

¿Cuáles son algunas maneras aparte de las cercas que se pueden usar para mover animales en el terreno? Cuales son sus gastos asociados en términos de tiempo y dinero para estas diferentes estrategias?

- Pastoreo con pacas
- 

- Fuente de agua temporal/nueva
- 

- Pastores/Pastoras
- 

- Otras?
-

## Consideraciones al escoger/diseñar un sistema de pastoreo

- 1.** ¿Cuáles son mis metas de producción?
  - Maximizar rendimientos
  - Reducir entradas alternas de alimentación
  - Reducir la erosión
  - Mejorar la salud del suelo
  
- 2.** ¿Cuánta tierra está disponible para pastorear?
  - ¿Hay terrenos en renta disponibles?
  - ¿Puedo pastar una cosecha anual como el trigo de invierno?
  
- 3.** ¿Qué tan productiva es mi tierra?
  - ¿Está el terreno produciendo a su mejor potencial?
  - ¿Qué tipos de suelo tengo?
  - ¿Qué tipos de forraje produce mi terreno?
  - ¿Los forrajes son productivos o nutritivos?
  
- 4.** ¿Cuánto forraje consumirá mi ganado en un día y en un año?
  - Si planeas pastar más de lo que el suelo puede soportar, deberías de calcular cuánto alimento adicional tendrás que proveer
  
- 5.** ¿Cuáles son las estructuras de agua y cercas presentes?
  - ¿Cuanto más de agua y cercas es necesario para realizar tus metas?
  - ¿Es posible contratar trabajadores para que muevan a los animales?

## Discusión – Marco de Gestión Integral

¿Cómo se pueden abordar las consideraciones de gestión comunes en un marco holístico?

- “Si cambio mis prácticas de labranza, necesitaré comprar maquinaria nueva!” ¿Qué puedes hacer antes de invertir en maquinaria nueva para mejorar tu experiencia? Por ejemplo, podrías consultar con alguien que ya ha utilizado equipo de labranza cero, comprar equipo usado, o construir tu propio equipo. ¿Qué otros enfoques puedes considerar?

---

---

---

- “Si no uso herbicidas frecuentemente, las hierbas tomarán el control!” ¿Qué puedes hacer para controlar las hierbas? Por ejemplo, tomar inventario de las diferentes hierbas que ves cada año y su comportamiento de crecimiento para poder abordarlas adecuadamente antes de que se conviertan en problemáticas.

---

---

---

- ¿Hay otros problemas que te parezcan desafiantes?

---

---

---

# Índice de Discusiones

## 1. Introducción

Discusión – La Tierra y Tu . . . . .	10
--------------------------------------	----

## 2.1 Características físicas

Discusión – ¿Cuánto se tarda en ganar o perder una pulgada de suelo? . . . . .	14
Discusión – Clase de Textura del Suelo. . . . .	23
Discusión – ¿Que se encuentra en materia orgánica? . . . . .	25
Discusión – Distribución de Tamaños de Poros . . . . .	29

## 2.2 Características Químicas

Discusión – Plantas, pH, y Deficiencia de Nutrientes . . . . .	49
Discusión – ¿Por qué pensamos diferentemente sobre el carbono que otros compuestos químicos del suelo?. . . . .	49
Discusión – Salinidad y Sodicidad. . . . .	51

## 2.3 Características Biológicas

Discusión – ¿Qué Hacen las Lombrices? . . . . .	66
Discusión – El Impacto de la Materia Orgánica en el Suelo . . . . .	70

## 2.4 Principios de un Suelo Saludable

Discusión – Coberturas de Suelo . . . . .	71
Discusión – Trabajando con los Principios de un Suelo Saludable . . . . .	76

## 3. Monitoreo y Evaluación Básico del Suelo

Discusión – Consideraciones para el Muestreo . . . . .	79
Discusión – Órdenes de Suelo en Nuevo México y Colorado . . . . .	84
Discusión – Órdenes del Suelo y Principios de un Suelo Saludable . . . . .	86

## 4. Consideraciones para el Manejo del Suelo

Discusión – Principios de un Suelo Saludable y Labranza . . . . .	99
Discusión – Pastoreo Rotacional . . . . .	110
Discusión – Marco de Gestión Integral. . . . .	112

# Respuestas para las Actividades y Discusiones

## **Clasificación de la Textura del Suelo (page 22)**

- ¿60% arena, 0% limo, 40% arcilla? Arcilla arenosa
- ¿10% arena, 50% limo, 40% arcilla? En el borde entre arcilla limosa y franco arcilloso limoso

## **¿Qué es la Materia Orgánica? (page 25)**

Estas son las cosas que son materia orgánica del suelo:

- Microbios vivos en particular de la superficie del suelo
- Hojas de hierba en un hormiguero
- Estiércol que algún escarabajo pelotero ha traído al horizonte A
- Moldes o cáscaras de lombrices en el suelo
- Humus
- Descomposición de fragmentos de raíces en el suelo
- Hormigas

## **El Impacto de la Materia Orgánica en el Suelo (page 70)**

- Incrementa los agregados
- Incrementa el espacio poroso
- Incrementa la infiltración del agua
- Incrementa la retención de humedad
- Incrementa la aireación
- Disminuye la erosionabilidad



# Métodos de Enseñanza

Este capítulo se basa en el rediseño del currículo STEM Gateway de UNM. Smith, Gary y Audriana Stark. "STEM Gateway Course Redesign Teaching Professional Development: Resources for Teaching and Learning." (2016). [https://digitalrepository.unm.edu/stem\\_gateway/1](https://digitalrepository.unm.edu/stem_gateway/1)

Si queremos que la gente cambie su comportamiento en torno a la salud del suelo, debemos ser eficaces comunicadores. Ya sea que estés trabajando con productores uno a uno o talleres con docenas de personas, hay algunas técnicas basadas en evidencia que pueden mejorar el aprendizaje de los participantes.

**La clave es pasar de una mentalidad centrada en el maestro para una mentalidad centrada en el alumno.**

## Discusión – Maestro Favorito

Piensa en un maestro que te haya gustado mucho. ¿Qué hizo que te ayudó a aprender?

---

---

---

## Objetivos de Aprendizaje

Después de completar esta sección podrás

- Evaluar si un objetivo de aprendizaje es específico, medible, alcanzable, relevante, y de duración determinada ('S.M.A.R.T' o meta inteligente)
- Describir cómo el aprendizaje se basa en la compilación del conocimiento existente y nueva información y qué actividades facilitan el aprendizaje
- Discutir por qué las evaluaciones son importantes para aprender y enseñar
- Utilizar una lista de verificación para considerar qué es necesario para un evento que facilites/enseñas

## Enseñanza Eficaz

La enseñanza eficaz integra actividades que se forman en torno a estas preguntas:

1. **¿Qué deberían aprender? (Objetivos y resultados)**
2. **¿Cómo deberían aprenderlo? (Instrucción)**
3. **¿Cómo sabemos si lo han aprendido? (Evaluación)**

### Discusión – Motivación para aprender

1. ¿Qué motiva a las personas a aprender?

---



---



---

2. ¿Qué motiva a la gente a cambiar su comportamiento?

---



---



---

3. Considera como las preguntas emparejadas– “¿Cuál es la barrera para esta nueva actividad?” y “¿Qué gano con esta nueva actividad?”—puede afectar a un individuo o grupo de personas al tomar una decisión.

---



---



---

## ¿Qué deberían aprender? Desarrollando Objetivos de Aprendizaje

### ¿Qué le pedimos a los alumnos?

El diagrama a continuación ilustra un marco útil para decidir qué serán los participantes capaces de hacer después de una sesión o taller.

En algunos casos, el maestro/facilitador puede esperar que los alumnos puedan aprender vocabulario nuevo (recordar), mientras que en otros casos, el maestro/facilitador esperará que los alumnos generen un nuevo trabajo (por ejemplo, redactar una propuesta para una subvención para la salud del suelo). La clave es pensar críticamente en lo que es realista dado el tiempo, la audiencia, y otro contexto.

### Taxonomía de Bloom



Anderson, Lorin W.; Krathwohl, David R., eds. (2001). A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives. New York: Longman. ISBN 978-0-8013-1903-7.

## Discusión – Niveles de objetivos educativos

1. Piensa en la experiencias educativas formales e informales que has tenido en el pasado. ¿En qué nivel de la Taxonomía de Bloom estabas? ¿Qué información recuerdas de experiencias que abordaron diferentes niveles de la taxonomía de Bloom?

---

---

2. Repasa algunos de los objetivos de aprendizaje a lo largo de este manual. ¿Qué nivel(s) de la taxonomía de Bloom hemos estado abordando?

---

---

3. ¿Pueden los participantes hacer una actividad de nivel superior si no pueden hacer alguna actividad de un nivel más básico (de la taxonomía de Bloom)?

---

---

## Los objetivos de aprendizaje deberían ser metas inteligentes (S.M.A.R.T)

Un objetivo de aprendizaje es una declaración que precisamente captura el conocimiento y las habilidades que los *participantes* deberían demostrar *después* de participar.

- Una misconception común es que el objetivo es lo que el maestro o facilitador hará, por ejemplo "Mi plan es hablar de..." Nota como el enfoque está en el maestro en lugar de los alumnos.

Los objetivos son importantes para establecer expectativas y asignarles contenido que coincida. Por ejemplo, si deseas que los participantes puedan mostrarle a otra persona cómo hacer una prueba de efervescencia del suelo como uno de sus resultados, pero luego en su agenda, no les das tiempo para intentarlo por su cuenta o hacer preguntas al respecto, es posible que no los estés preparando para el éxito. Si incluyes los objetivos en materia de publicidad, los estudiantes sabrán qué esperar del curso y qué se espera de ellos y podrán elegir participar si los objetivos coinciden con sus metas individuales. Objetivos cuidadosamente elaborados pueden permitir una evaluación consistente de la efectividad del maestro, el participante y el currículo (vea Evaluación, página 125).

- **S - Específico**
- **M - Medible**
- **A - Alcanzable por los participantes dentro del tiempo programado y las condiciones específicas**
- **R - Relevante y orientado en resultados**
- **T - Enfocado en el estudiante y el nivel deseado de aprendizaje**

## Discusión– Niveles de objetivos educativos

Discute brevemente cómo los siguientes objetivos preliminares cumplen o no los criterios 'S.M.A.R.T.'

1. Objetivo de aprendizaje: Cómo se retiene y fluye el agua dentro del suelo

**S:** \_\_\_\_\_

**M:** \_\_\_\_\_

**A:** \_\_\_\_\_

**R:** \_\_\_\_\_

**T:** \_\_\_\_\_

2. Objetivo de aprendizaje: Reconoce los indicadores clave de un sistema microbiano saludable

**S:** \_\_\_\_\_

**M:** \_\_\_\_\_

**A:** \_\_\_\_\_

**R:** \_\_\_\_\_

**T:** \_\_\_\_\_

3. Objetivo de aprendizaje: Después de completar esta sesión del taller, los participantes serán capaces de definir objetivos de aprendizaje 'S.M.A.R.T.' para un futuro taller que ellos facilitan.

**S:** \_\_\_\_\_

**M:** \_\_\_\_\_

**A:** \_\_\_\_\_

**R:** \_\_\_\_\_

**T:** \_\_\_\_\_

## ¿Cómo deberían Aprenderlo? Instrucción

¿Cómo aprende la gente? Una respuesta breve es que el aprendizaje "causa cambios en el cerebro." Esto no es un efecto fácil de causar. El cerebro quiere conservar energía y prioriza el uso de vías que ya ha establecido. Además, el conocimiento es asociativo, vinculado a la experiencia previa y conceptos erróneos. Por lo tanto, es importante comprender lo que los alumnos ya saben y aprovechar ese conocimiento para hacer nuevas conexiones en sus cerebros.

Esta información básica nos permite clasificar las actividades que pueden hacer que el cerebro trabaje más o menos difícil y cómo estas diferencias pueden afectar el aprendizaje.

- Pasivo (por ejemplo, ver un seminario web)
- Activo (por ejemplo, copiar notas de una diapositiva o resaltar texto en un libro)
- Constructivo (por ejemplo, comparar y contrastar, o resolver problemas)
- Interactivo (por ejemplo, discutir con compañeros o dibujar diagramas)

## Actividad: Demostración de Aprendizaje Activo

### Instrucciones

1. Divide el grupo por la mitad
2. Pídele a un grupo que escriba todo lo que recuerdan de un tema que se discutió una hora anterior sin ver sus apuntes. Al mismo tiempo, pregúntale al segundo grupo que recuerde y piense sobre el tema sin ver sus apuntes y sin escribir. Después de dos minutos, diles que dejen de escribir y pasen a otra cosa.
3. Después de que hayan pasado algunas horas, un día o una semana, pídele a ambos grupos que escriban todo lo que recuerdan del tema original sin mirar sus apuntes. Después de dos minutos de escribir, pídele a cada persona que cuente la cantidad de palabras que ha escrito. Haz que los miembros del primer grupo, que escribieron en la primera parte del ejercicio, comparen sus números con los del segundo grupo, que no escribieron la primera vez.

### Hipótesis

La cantidad promedio de palabras escritas en la Parte 2 será más alta en el grupo que escribió sobre el tema en la Parte 1 que el grupo que solo pensó sobre el tema en la Parte 1.

### Interpretación

¿Los datos de tus grupos coincidieron con la hipótesis? ¿Estás sorprendido? ¿Qué más te parece interesante sobre este ejercicio?

---

---

---

---

## Aprendizaje Basado en Indagación

El aprendizaje basado en indagación se centra en la elaboración de preguntas que animan a los participantes a conectar información nueva con su conocimiento existente. Este método sigue ampliamente los pasos en el método científico:

1. Recopilar información inicial y encontrar una pregunta al respecto
2. Formular una hipótesis
3. Explorar la idea (experimento, observación, razonamiento, etc.)
4. Evaluar la hipótesis a la luz de la exploración y generar nuevas preguntas
5. Repetir el ciclo comenzando con preguntas nuevas

Un ejemplo de facilitar el aprendizaje basado en indagación es traer a los participantes a una cerca y preguntar “¿Qué notas sobre los diferentes lados de la cerca?”

- Posiblemente notarán más zacate en un lado, o el suelo desnudo en el otro. Esta es una manera de recopilar información inicial (1).

La siguiente pregunta puede ser “De acuerdo en lo que sabes de este ambiente, ¿Por qué crees que existe esta diferencia?”

- Los participantes pueden empezar a especular sobre la historia de gestión del terreno. Esto es formando una hipótesis (2).

La siguiente pregunta puede ser, “¿Cómo podemos explorar esta idea?”

- Los participantes pueden sugerir cualquier cosa- preguntarle al teniente, buscar registros, evaluar el suelo, etc. Esta es la recopilación de información (3).

La siguiente pregunta puede ser, “Dado lo que hemos aprendido, ¿Cuál es tu conclusión de la razón por la que hay diferencias en cada lado de la cerca?” y “¿Qué impactos crees que la gestión actual tiene en la salud del suelo?” Esto es la evaluación (4) y creación de nuevas preguntas (5).

Contrasta el tiempo y la cantidad de energía mental, hablar y pensar en ideas que ocurre con el método de indagación en comparación con un facilitador que lleva a los participantes a la cerca y les dice “en este lado de la cerca hay pastoreo rotacional intensivo, y en el otro hay pastoreo continuo.” Aunque el objetivo final puede ser el mismo, el segundo método no conecta la información nueva con el conocimiento existente y es pasivo, ambos de los cuales se han mostrado en conducir a resultados de aprendizaje peores que las actividades de aprendizaje activo.

## Consejo #1

Usar *preguntas abiertas* es una buena manera para fomentar la discusión y el pensamiento. Se requiere intención y práctica para poder formar preguntas abiertas, así que aquí hay algunas sugerencias.

Preguntas como "*¿Está pasando esto?*" o "*¿Cuál es mejor?*" suelen tener respuestas cerradas como *Si/No, es esto o lo otro*.

En lugar, considera preguntas como:

- ¿Qué notas sobre...?*
- ¿Qué es lo que ya sabes a cerca de...?*
- ¿Cómo se relaciona a...?*
- ¿Cómo podrías aprender más acerca de...?*
- ¿Cuál es mejor y por qué?*
- ¿Estás de acuerdo o desacuerdo, y qué consideraste para llegar a esta decisión?*

Por ejemplo, en lugar de preguntar, "*¿Hay hierbas malas nocivas en este campo?*" lo cual sugiere una respuesta de si/no, podrías formular la pregunta como "*¿Qué notas acerca de las hierbas en este campo?*" Esto implica más consideraciones contextuales. Nota que el proceso será más lento que uno generado por una respuesta de si/no,

pero está bien. Nosotros queremos darle al cerebro tiempo para elaborar la información y construir nuevos caminos.

## Consejo #2

El ejercicio Escribir-Par-Compartir es una técnica útil para darle la oportunidad de ser escuchados a los participantes más reservados.

### Escribir

Haz una pregunta abierta y da a los participantes alrededor de un minuto para escribir algo. Este tiempo le permite a la gente elaborar una respuesta para que no tengan que pensar en sus pies.

### Par

Pregúntale a los participantes que encuentren una o dos personas más para compartir y discutir sus respuestas brevemente.

### Compartir

Pídele a cada grupo que comparta los puntos principales que discutieron con el grupo entero.

**Nota:** este método es activo y participativo y puede tomar más de 5 minutos!

**Discusión – ¿Qué partes de este manual hacen que tu cerebro trabaje más?**

---

---

---

## ¿Cómo sabemos si lo han aprendido? Evaluación

La evaluación incluye muchas herramientas familiares, quizás con algunas asociaciones desagradables:

- Exámenes
- Ensayos
- Cuestionarios

Pero generalmente, las asociaciones desagradables son vinculadas a los valores asignados al rendimiento (las calificaciones, por ejemplo). Aparte del miedo a fracasar, realizar actividades de evaluación no suele ser desagradable en sí mismo. De un punto de vista educativo, hay un beneficio ENORME porque estas actividades activas y basadas en la indagación promueven la metacognición.

- ¿Qué sé y que no sé?

La evaluación también le ayuda a los maestros y facilitadores evaluar sesiones y talleres para saber qué funciona y lo que no funciona.

*Cuando era una estudiante de postgrado, pasé un semestre rediseñando algunas actividades del laboratorio de estudios de biología. Con el equipo docente, realizamos encuestas en una clase antes de cambiar las actividades y después con la segunda clase que tuvo las actividades nuevas. Desafortunadamente, nuestros cambios no hicieron una diferencia en la cantidad de alumnos que aprendieron el concepto deseado. Así que editamos la actividad cada semestre hasta que comenzamos a ver las mejoras que deseábamos.*

Glosario

### Metacognición

La capacidad de autorregular los procesos de aprendizaje

### Discusión – Metacognición

¿Por qué es importante promover la metacognición?

---



---



---



---



---

—Eva Stricker

La evaluación no necesita ser formal para ser eficaz y se superpone con las técnicas activas discutidas anteriormente. Aquí hay unos ejemplos para evaluar lo que se está aprendiendo.

### Consejo #1

Pídele a los equipos que dibujen o etiqueten un diagrama.

### Consejo #2

Entrega a los participantes tarjetas con diferentes colores o letras, haz preguntas de opción múltiple, y luego pídeles que levanten la tarjeta para votar por la respuesta.

Por ejemplo: ¿Cuál de los siguientes no es parte de los componentes minerales del suelo?

- Azul: arena
- Verde: marga

### Consejo #3

Si les estás enseñando a alguien a hacer o

construir algo, la evaluación es relativamente fácil—¿Lo hizo o no?

Para una evaluación más formal, si preguntas las mismas 3-5 preguntas de opción múltiple o verdadero/falso antes y después del evento, puedes evaluar rápido y efectivamente el cambio de respuestas. El mejor escenario es que todos obtengan mejores resultados en la evaluación después del taller que antes. Si muchas personas empeoran, entonces sabrás que algo del taller los confundió y tendrás que hacer algunos cambios!

Adicionalmente, le puedes preguntar a los alumnos que reporten lo que aprendieron o lo que planean hacer usando preguntas abiertas o escalas de acuerdo

¿Qué planeas hacer en tu operación como resultado de lo que aprendiste hoy?

¿Qué probabilidades hay de que recomiendes este taller a un amigo?

1 (no es probable) a 5 (extremadamente probable)

## Discusión – Planificación de la Facilitación Centrada en el Alumno

Escoge una técnica de gestión o monitoreo de suelos que podrías usar en una visita de campo o en algún taller futuro. Piensa en tres preguntas para guiar interacciones con un productor (el aprendiz) interesado en esta técnica nueva.

1. ¿Qué debería aprender (objetivos y resultados)? Piensa en S.M.A.R.T.!

---

2. ¿Cómo debería aprenderlo (instrucción)? Piensa en algo activo!

---

3. ¿Cómo sabemos si lo han aprendido (evaluación)? Piensa en metacognición!

---

## Cómo Planear un Taller en un Rancho/Granja

Aquí hay una lista de verificación en el orden aproximado en el que debes pensar en las cosas. ¡Márcalas a como las vas cumpliendo!

- Determina en dónde el taller se va a llevar a cabo (en base a las necesidades, interés, recursos y oportunidades)
- Determina los objetivos de aprendizaje en función de quiénes serán los alumnos, sus antecedentes, propósito de participar en el taller y refine el contenido para que sea relevante para el grupo

### Preguntas hechas durante el registro del taller

1. Piensa en la tierra en la que has vivido o trabajado o que de alguna manera has venido a conocer. ¿Qué aspectos de tu experiencia se relacionan con suelos saludables? ¿Cuál es el contexto (ecológico, económico y social) de esas experiencias?
2. ¿Cuáles son tus expectativas para este taller?
3. ¿Cuáles son tus objetivos personales relacionados con la salud del suelo?
4. ¿Cuáles son algunas preguntas clave que tienes sobre la salud del suelo?
5. ¿Qué preocupaciones tienes sobre la adopción de prácticas de salud del suelo?
6. ¿Cómo describirías tu operación? ¿Rancho o granja? ¿Con riego o sin riego? ¿Poseído o alquilado?

- Determina las instalaciones necesarias para los participantes y facilitadores (alojamiento, cafetería, salones)
- Haz una evaluación inicial del entorno agrícola y de recursos de la ubicación.
  - ¿Qué sistemas agrícolas existen (tierras de cultivo, pastoreo, regadío, cultivos específicos)?
  - ¿Cuáles son las condiciones de los recursos, incluyendo el suelo, clima, temporada de crecimiento, accesibilidad, etc. (problemas, oportunidades, condiciones, u otras características únicas)?
- Realiza contacto inicial con posibles patrocinadores del taller (del aula y el terreno). Reúnete con colaboradores locales y discute planes y pensamientos sobre los resultados deseados.
- Agendiza una visita al sitio del taller con semanas de anticipación.

- Modifica y adapta los materiales de entrenamiento y discusión de acuerdo al sistema agrícola y el contexto de recursos.
- Conduce la visita del sitio y planea cómo va a funcionar mejor (que, donde, cuando, como).
- Anuncia el evento para reclutar participantes. Incluye los objetivos y logística del taller, incluyendo el itinerario, ubicación, fechas, tiempos, e información de contacto para preguntas en los materiales promocionales y anuncios. Si es necesario, provee materiales de lectura o videos antes del taller.
- Organiza servicios e instalaciones de apoyo y accesibilidad, como alimentos y agua, baños, sombra/refugio, estacionamiento, transporte, seguridad/primeros auxilios y traducción/interpretación.
- Discute con el ganadero/agricultor anfitrión tus metas, objetivos y necesidades de recursos, y conduce un inventario preliminar de recursos. Realiza evaluaciones de las condiciones de salud del suelo en el campo (en otras palabras, haz un ensayo de todas las pruebas que deseas demostrar durante el taller y registra los resultados y observaciones). Puedes pensar en un proyecto o recurso que sería beneficioso para el anfitrión además de educativo para el grupo, como limpiar una acequia o podar un huerto.
- Organiza que las herramientas que van a usar los participantes estén en el sitio correcto (herramientas para escavar, tinas, etc.).
- Desarrolla exhibiciones y demostraciones adicionales (carteles, rotafolios, etc.)
- Haz arreglos y programa actividades con otros instructores y personal de apoyo. Incluye las experiencias y el debate de los ganaderos/agricultores.

## **Materiales y consideraciones para el aprendizaje al aire libre**

En general, recuerda que las cosas se van a mojar, ensuciar, y volar. No va a haber superficies planas para escribir y es probable que los participantes no traigan lápices, plumas y papel. Las pantallas van a ser difíciles de ver.

- Rotafolios (no presentaciones de Power Point)
- Mapa impreso de la propiedad o región (la vista satélite de Google o el mapa de Web Soil Survey)
- Fundas de plástico para folletos que se reutilizarán (pueden escribir en ellas con un marcador de agua y se pueden unir con un llavero)
- Carpetas, portapapeles o piedras para que los papeles no se salgan volando
- Plumas, lápices y papel para los participantes
- Piedras para sujetar cualquier papel que pueda volar
- Una mesa puede ser útil
- Una pequeña pizarra o pizarra de borrado en seco para dibujar diagramas
- Si no hace calor y no hay cobertura de árboles, es posible que necesites una carpa grande que no se rompa

# Referencias

- Ackerson, J. (2018). Soil Sampling Guidelines. *Purdue University Extension*, 6.
- Anderson, L. W., & Krathwohl, D. R. (Eds.). (2001). *A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives*. Longman.
- Barber, N. A., Hosler, S. C., Whiston, P., & Jones, H. P. (2019). Initial Responses of Dung Beetle Communities to Bison Reintroduction in Restored and Remnant Tallgrass Prairie. *Natural Areas Journal*, 39(4), 420–428. <https://doi.org/10.3375/043.039.0405>
- Brady, N. C., & Weil, R. R. (2010). *Elements of the Nature and Properties of Soils* (3rd ed.). Pearson Education, Inc.
- Dominant Soil Orders*. (1998). [Map]. USDA NRCS.
- Elkins, N. Z., Sabol, G. V., Ward, T. J., & Whitford, W. G. (1986). The influence of subterranean termites on the hydrological characteristics of a Chihuahuan desert ecosystem. *Oecologia*, 68(4), 521–528. <https://doi.org/10.1007/BF00378766>
- Ghimire, R., Ghimire, B., Mesbah, A. O., Idowu, O. J., O'Neill, M. K., Angadi, S. V., & Shukla, M. K. (2018). Current status, opportunities, and challenges of cover cropping for sustainable dryland farming in the Southern Great Plains. *Journal of Crop Improvement*, 32(4), 579–598. <https://doi.org/10.1080/15427528.2018.1471432>
- Healthy Soil Act, 204, New Mexico, First Session 2019.
- Keller, L. (2019). *Biochar Impact on Crops and Soils in Irrigated Arid Agroecosystems* [Thesis, New Mexico State University]. <https://search.proquest.com/openview/54f8af583d0c1791dd2eeedd7a4d255b/1?pq-origsite=gscholar&cbl=18750&diss=y>

- Mount, D. (n.d.). Winter Feeding Without The Overhead Reduces Machinery Costs, Labor. *University of Wyoming Extension*.
- Nash, M. H., & Whitford, W. G. (1995). Subterranean termites: Regulators of soil organic matter in the Chihuahuan Desert. *Biology and Fertility of Soils*, 19(1), 15–18.  
<https://doi.org/10.1007/BF00336340>
- Natural Resource Inventory 2014 Rangeland Health*. (2014). USDA NRCS. <https://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/detail/national/technical/nra/nri/results/?cid=stelprdb1253544>
- New Mexico Field Office Technical Guide: In-Field Soil Health Assessment Worksheet*. (2019). NM NRCS.
- Pellant, M., Shaver, P. L., Pyke, D. A., Herrick, J. E., Lepak, N., Riegel, G., Kachergis, E., Newingham, B. A., Toldeo, D., & Busby, F. E. (2020). *Interpreting Indicators of Rangeland Health* (Tech Ref 1734-6 Version 5). US Department of the Interior, Bureau of Land Management, National Operations Center.
- Smith, G., & Stark, A. (2016). *STEM Gateway Course Redesign Teaching Professional Development: Resources for Teaching and Learning*.  
[https://digitalrepository.unm.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1000&context=stem\\_gateway](https://digitalrepository.unm.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1000&context=stem_gateway)
- Snyder, S. R., Crist, T. O., & Friese, C. F. (2002). Variability in soil chemistry and arbuscular mycorrhizal fungi in harvester ant nests: The influence of topography, grazing and region.  
*Biology and Fertility of Soils*, 35(6), 406–413. <https://doi.org/10.1007/s00374-002-0487-z>
- Soil Bulk Density / Moisture / Aeration – Soil Quality Kit*. (n.d.). USDA NRCS.
- Soil Quality Test Kit Guide*. (1999). USDA NRCS.  
[https://efotg.sc.egov.usda.gov/references/public/WI/Soil\\_Quality\\_Test\\_Kit\\_Guide.pdf](https://efotg.sc.egov.usda.gov/references/public/WI/Soil_Quality_Test_Kit_Guide.pdf)
- Sponholtz, C., & Anderson, A. (2013). *Erosion Control Field Guide*. Quivira Coalition.
- Thien, S. J. (1979). A flow diagram for teaching texture by feel analysis. *Journal of Agronomic Education*, 8, 54–55.
- Zeedyke, B. (2004). *A Good Road Lies Easy On The Land – Water Harvesting From Low-Standard Rural Roads*. Quivira Coalition.

Quivira Coalition fomenta el suelo, la biodiversidad, y la resiliencia de los pastizales de trabajo en el oeste. Nosotros promovemos la salud ecológica, económica, y social por medio de la educación, innovación, y colaboración.

- Nuestro programa Suelo y Agua ayuda a rancheros a crear planes y estrategias de manejo para restaurar y fomentar la resiliencia en humedales de pendiente, pastizales, y otros pastizales de trabajo.
- Nuestro programa Agrario Nuevo ayuda a asegurar que el conocimiento existente y sus prácticas, al igual que los pastizales, sean administrados en el futuro.
- Nuestro programa Educativo, incluyendo la conferencia anual y publicaciones de código abierto, crean un espacio en donde nuestra coalición comparte ideas y recursos, y en donde el público en general puede aprender sobre el rol crítico que los pastizales de trabajo tienen en el bienestar de nuestros sistemas alimentarios, comunidades, y el planeta.
- Nuestra Iniciativa Rancho de Carbono está trabajando para fomentar la capacidad de productores, administradores de tierras, y proveedores de servicio técnico en implementar prácticas de manejo enfocadas en la mitigación y adaptación al cambio climático.

La fundación de nuestro trabajo es el concepto de que el manejo de pastizales de trabajo y bosques son dos de los caminos más efectivos, eficientes, e inmediatos para remediar los impactos devastantes del cambio climático.



[www.quiviracoalition.org](http://www.quiviracoalition.org)

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

**Quivira Coalition**

1413 Second Street, Suite 1  
Santa Fe, New Mexico 87505

505-820-2544

[www.quiviracoalition.org](http://www.quiviracoalition.org)