



VIII Congreso Nacional y
I Congreso Internacional
de Riego, Drenaje y Biosistemas
COMEI - UAAAN 2023 | Saltillo, Coahuila
4 al 6 octubre 2023



LA IMPORTANCIA DE LA TEXTURA DE LOS SUELOS AGRÍCOLAS BAJO RIEGO EN EL PROCESO DEL ENSALITRAMIENTO INDIRECTO Y EN LA REHABILITACIÓN DE SUELOS SALINIZADOS O SODIFICADOS

Félix Alberto Llerena Villalpando



Fecha de presentación: 04 de octubre 2023



AGRICULTURA
SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL





VIII Congreso Nacional y
I Congreso Internacional
de Riego, Drenaje y Biosistemas
COMEI - UAAAN 2023 | Saltillo, Coahuila
4 al 6 octubre 2023



LA IMPORTANCIA DE LA TEXTURA DE LOS SUELOS AGRÍCOLAS BAJO RIEGO EN EL PROCESO DEL ENSALITRAMIENTO INDIRECTO Y EN LA REHABILITACIÓN DE SUELOS SALINIZADOS O SODIFICADOS

Introducción

La agricultura de riego es un actor muy importante en la producción agroalimentaria, ya que representa el 20% del total de la superficie cultivada en todo el mundo y aporta el 40% de la producción mundial de alimentos.

Entre los principales problemas que se presentan en las áreas bajo riego, **destacan los de drenaje o niveles freáticos someros, los de salinización y en menor grado los de sodificación o defloculación de los suelos.**

En este trabajo se trata sobre la importancia que tiene la textura de los suelos agrícolas bajo riego por su gran influencia en dichos problemas, destacando su influencia en:

- Las propiedades físicas y químicas más importantes de los suelos
- En las relaciones agua-suelo
- En el proceso indirecto de ensalitramiento
- En los procesos de recuperación o combate de suelos salinizados.



VIII Congreso Nacional y
I Congreso Internacional
de Riego, Drenaje y Biosistemas
COMEI - UAAAN 2023 | Saltillo, Coahuila
4 al 6 octubre 2023



LA IMPORTANCIA DE LA TEXTURA DE LOS SUELOS AGRÍCOLAS BAJO RIEGO EN EL PROCESO DEL ENSALITRAMIENTO INDIRECTO Y EN LA REHABILITACIÓN DE SUELOS SALINIZADOS O SODIFICADOS

Materiales y Métodos

El suelo agrícola.

El suelo es fundamental para que la agricultura pueda tener éxito y está integrado por partículas sólidas o componentes minerales, la solución del suelo y la atmósfera del suelo, estos dos últimos en los espacios vacíos.

Sus componentes minerales son las arcillas (R), los limos (L) y las arenas (A) y el contenido de cada una de ellas en porcentaje, en su conjunto determinan los grupos texturales de suelos, **en donde las arcillas son los componentes más importantes.**

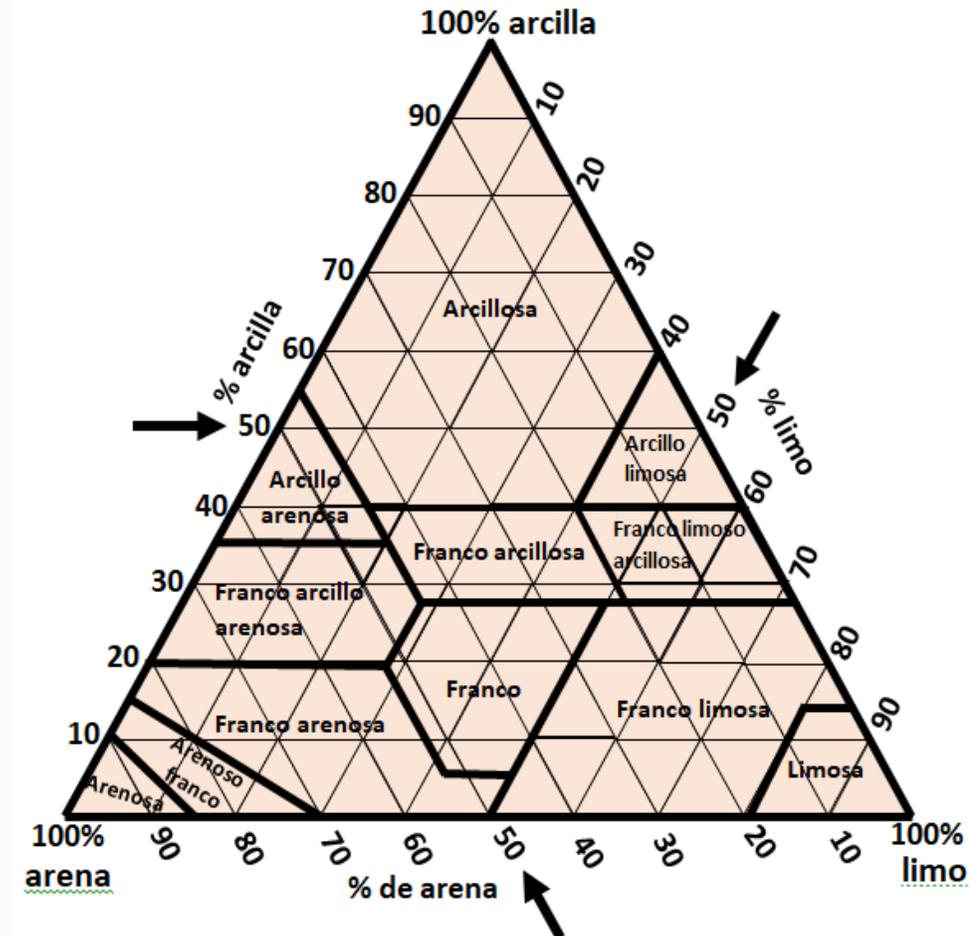
LA IMPORTANCIA DE LA TEXTURA DE LOS SUELOS AGRÍCOLAS BAJO RIEGO EN EL PROCESO DEL ENSALITRAMIENTO INDIRECTO Y EN LA REHABILITACIÓN DE SUELOS SALINIZADOS O SODIFICADOS

Material y Métodos

La textura del suelo.

El número de combinaciones que se pueden dar con los tres componentes sólidos del suelo son 5,149, por lo que para facilitar su uso e interpretación, el USDA los agrupó en 12 distintas clases (Triángulo de Texturas).

Desafortunadamente, la gran mayoría de las personas y de los técnicos no le dan la importancia que tiene suelos, ya que ni siquiera utilizan el triángulo de texturas y en general, se limitan a clasificar los suelos como arcillosos, francos y arenosos o pesados, medios y ligeros respectivamente.



Fuente: USDA, 2017

LA IMPORTANCIA DE LA TEXTURA DE LOS SUELOS AGRÍCOLAS BAJO RIEGO EN EL PROCESO DEL ENSALITRAMIENTO INDIRECTO Y EN LA REHABILITACIÓN DE SUELOS SALINIZADOS O SODIFICADOS

Materiales y Métodos

Sin embargo, para un estudio detallado de la problemática del ensalitramiento de suelos y especialmente de la sodificación, ni siquiera la información que proporciona el triángulo de texturas es suficiente.

Es decir, se requiere de un conocimiento más preciso y detallado de la textura, especialmente del tipo y cantidad de arcilla que contiene, debido a que interviene e influye de manera significativa en casi todas las demás propiedades físicas y químicas del suelo y en las relaciones agua-suelo, de acuerdo con lo siguiente:



LA IMPORTANCIA DE LA TEXTURA DE LOS SUELOS AGRÍCOLAS BAJO RIEGO EN EL PROCESO DEL ENSALITRAMIENTO INDIRECTO Y EN LA REHABILITACIÓN DE SUELOS SALINIZADOS O SODIFICADOS

Materiales y Métodos

Principales propiedades físicas del suelo definidas por la textura.

- a. **La porosidad.** Entre mayor contenido de arcillas más espacios vacíos.
- b. **Tamaño y tipo de poros presentes.** A mayor contenido de arcillas menor tamaño de los poros y predominan los microporos (en donde se retiene el agua), con relación a los macroporos (en donde fluye el agua y el aire).
- c. **En la estructura.** A mayor contenido de arcillas más facilidad de agregación.
- d. **La densidad aparente (D_a).** Entre mayor contenido de arcillas menor D_a .
- e. **La superficie específica o externa total de las partículas (AE).** A mayor contenido de arcillas más AE y mayor capacidad de retención de humedad. En el artículo se ejemplifica los valores del AE de dos volúmenes de suelo de $1,000 \text{ cm}^3$, uno con arcillas que tiene $2,400 \text{ m}^2$ y otro de limos que tiene 360 m^2 .



LA IMPORTANCIA DE LA TEXTURA DE LOS SUELOS AGRÍCOLAS BAJO RIEGO EN EL PROCESO DEL ENSALITRAMIENTO INDIRECTO Y EN LA REHABILITACIÓN DE SUELOS SALINIZADOS O SODIFICADOS

Material y Métodos

Principales propiedades químicas del suelo definidas por la textura

- a. **El porcentaje total de sales que contiene un suelo.** La determinación de la CE Eléctrica de un suelo se hace de un extracto de saturación, por lo que, para un mismo valor de CE, un suelo arcilloso tiene mayor volumen de agua a saturación, y consecuentemente tiene un mayor contenido total y real de sales y lo contrario en el caso de suelos arenosos.

Tipo de suelo	CE (dS/m)	Sales disueltas (mgr/lit)	% humedad a saturación o gr agua/100 gr suelo	Cantidad total de sales (mgr de sales en 100 gr suelo)	Cantidad total de sales (gr de sales en 100 gr suelo)	% sales
Arcilloso	10	6,400	70	448	0.448	0.448%
Franco	10	6,400	50	320	0.320	0.320%
Arenoso	10	6,400	30	192	0.192	0.192%



LA IMPORTANCIA DE LA TEXTURA DE LOS SUELOS AGRÍCOLAS BAJO RIEGO EN EL PROCESO DEL ENSALITRAMIENTO INDIRECTO Y EN LA REHABILITACIÓN DE SUELOS SALINIZADOS O SODIFICADOS

Materiales y Métodos

Principales propiedades químicas del suelo definidas por la textura

- b. **La capacidad de intercambio de cationes (CIC).** Las arcillas presentes, sus cargas negativas libres y los cationes intercambiables, son los que conforman el complejo de intercambio de un suelo. A mayor contenido de arcillas, mayor CIC y más peligro de que se presente un problema real de sodificación del suelo.

Textura del suelo	CIC (meq/100 gr)
Arcilloso	> 30
Franco arcilloso	15 - 30
Franco	5 - 15
Franco Arenoso	5 - 10
Arena	1 - 5



VIII Congreso Nacional y
I Congreso Internacional
de Riego, Drenaje y Biosistemas
COMEI - UAAAN 2023 | Saltillo, Coahuila
4 al 6 octubre 2023



LA IMPORTANCIA DE LA TEXTURA DE LOS SUELOS AGRÍCOLAS BAJO RIEGO EN EL PROCESO DEL ENSALITRAMIENTO INDIRECTO Y EN LA REHABILITACIÓN DE SUELOS SALINIZADOS O SODIFICADOS

Materiales y Métodos

Relaciones agua-suelo definidas por la textura.

La porosidad y la superficie específica de un suelo determinan lo siguiente.

- a. **La capacidad de retención de humedad.** En ella participan dos propiedades del agua, la adhesión y la cohesión y dos del suelo, la superficie específica y la cantidad de microporos presentes. A mayor contenido de arcillas, mayor retención de humedad.
- b. **Las constantes de humedad.** Las tres constantes que son saturación (S), capacidad de campo (CC) y punto de marchitez permanente (PMP, varían de manera importante para cada tipo de textura del suelo de acuerdo a su capacidad de retención de humedad, por lo que a mayor contenido de arcilla mayores valores de las constantes de humedad.



LA IMPORTANCIA DE LA TEXTURA DE LOS SUELOS AGRÍCOLAS BAJO RIEGO EN EL PROCESO DEL ENSALITRAMIENTO INDIRECTO Y EN LA REHABILITACIÓN DE SUELOS SALINIZADOS O SODIFICADOS

Material y Métodos

Relaciones agua-suelo definidas por la textura.

TEXTURA	Porcentaje de humedad (Ps)		
	Saturación (S)	Capacidad de campo (CC)	Punto de marchitamiento permanente (PMP)
Arenosa	10 – 30	5 – 15	3 – 8
Franco arenosa	20 – 40	10 – 20	5 – 10
Franco arenosa-limosa	28 – 44	14 – 22	7 – 11
Franco	32 – 60	16 – 30	8 – 15
Franco arcillosa	40 – 72	20 – 36	10 – 18
Arcillosa	60 – 140	30 – 70	15 – 35



LA IMPORTANCIA DE LA TEXTURA DE LOS SUELOS AGRÍCOLAS BAJO RIEGO EN EL PROCESO DEL ENSALITRAMIENTO INDIRECTO Y EN LA REHABILITACIÓN DE SUELOS SALINIZADOS O SODIFICADOS

Materiales y Métodos

Relaciones agua-suelo definidas por la textura.

- c. Las tres clases de agua del suelo con base en su disponibilidad para las plantas y a mayor contenido de arcillas mayor cantidad de cada una de las clases de agua.
- **Agua higroscópica retenida no aprovechable.** Es parte del agua almacenada en el suelo que no puede ser aprovechada por las plantas por estar fuertemente retenida, con tensiones de 15 hasta 10,000 atmósferas como referencia.
 - **Agua capilar retenida disponible o aprovechable.** Está retenida en los microporos capilares del suelo y puede ser aprovechada por las plantas; está entre CC y PMP, con tensiones de 0.3 hasta 15 atmósferas como referencia.
 - **Agua gravitacional no aprovechable.** Es la parte del agua aplicada que se drena en los macroporos del primer estrato de suelo hacia los inferiores y se encuentra entre saturación y CC, de 0 hasta 0.3 de atmósferas como referencia.



LA IMPORTANCIA DE LA TEXTURA DE LOS SUELOS AGRÍCOLAS BAJO RIEGO EN EL PROCESO DEL ENSALITRAMIENTO INDIRECTO Y EN LA REHABILITACIÓN DE SUELOS SALINIZADOS O SODIFICADOS

Materiales y Métodos

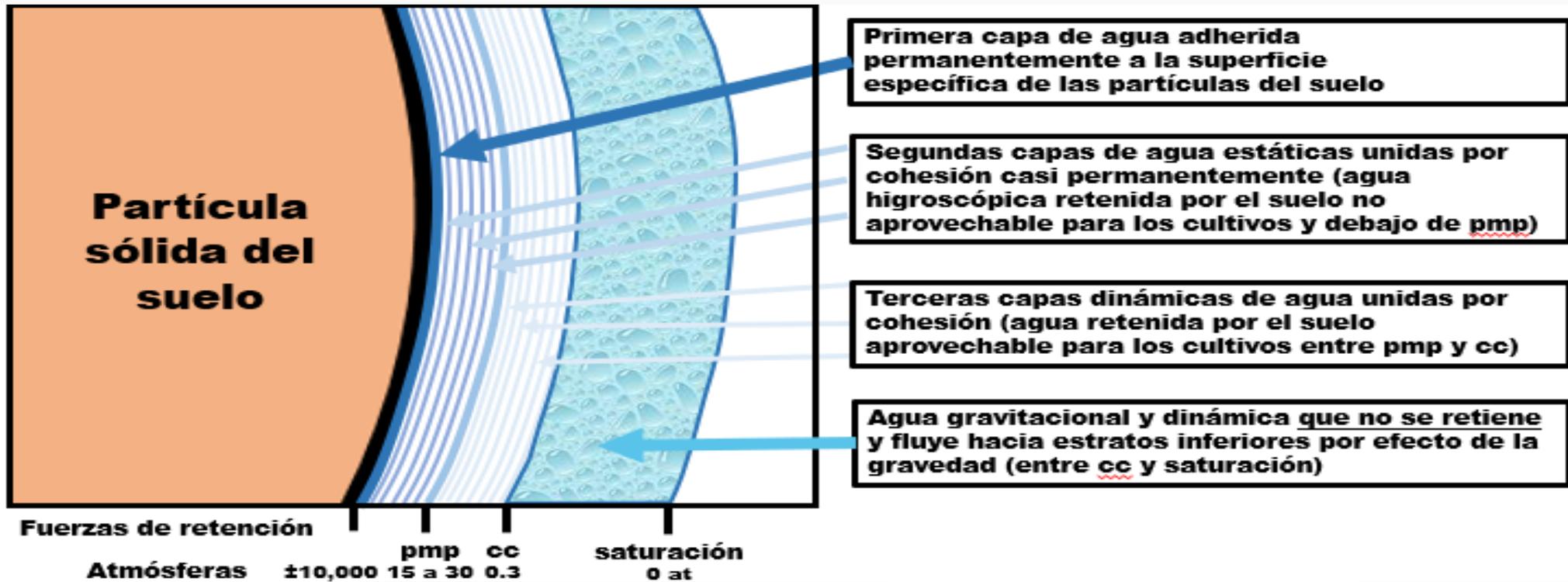
Relaciones agua-suelo definidas por la textura.

- d. **Los valores de las láminas de riego y de lavado.** A mayor contenido de arcillas mayor valor de las láminas de riego y de lavado.
- e. **Los valores de los componentes de una lámina de lavado.** Una lámina parcial de lavado (LPL) está compuesta por dos sub-láminas, las cuáles se explican a continuación:
 - **Sub-lámina inactiva o pasiva de lavado o “LR”.** Es equivalente a una lámina de riego (“LR”), cuyo objetivo es llevar a CC un cierto espesor de suelo, agua que se queda retenida en el suelo y no participa en el lavado (inactiva o pasiva.)
 - **Sub-lámina activa o real de lavado.** Es adicional a la sub-lámina pasiva, para poder rebasar el nivel de humedad a CC y lavar las sales en solución hacia estratos inferiores por efecto de la gravedad, por lo que es la parte activa que lava.

LA IMPORTANCIA DE LA TEXTURA DE LOS SUELOS AGRÍCOLAS BAJO RIEGO EN EL PROCESO DEL ENSALITRAMIENTO INDIRECTO Y EN LA REHABILITACIÓN DE SUELOS SALINIZADOS O SODIFICADOS

Materiales y Métodos

Relaciones agua-suelo definidas por la textura.





LA IMPORTANCIA DE LA TEXTURA DE LOS SUELOS AGRÍCOLAS BAJO RIEGO EN EL PROCESO DEL ENSALITRAMIENTO INDIRECTO Y EN LA REHABILITACIÓN DE SUELOS SALINIZADOS O SODIFICADOS

Materiales y Métodos

Relaciones agua-suelo definidas por la textura.

- f. **Los principales tipos de movimiento del agua en el suelo.** La textura, combinada con la estructura y la estratificación, determinan la facilidad que tiene el agua para que se mueva o circule a través del suelo, es decir, participa:
- En la infiltración e infiltración básica, que son movimientos descendentes del agua de riego por efecto de la gravedad.
 - En el valor de la conductividad hidráulica, que es la velocidad con la que se mueve el agua freática en condiciones saturadas, ya sea de manera lateral o descendente, en donde también participa la estratificación del suelo.
 - En la tasa o intensidad de la capilaridad del agua freática somera que es un movimiento lateral o ascendente (en donde también participa la estratificación).



VIII Congreso Nacional y
I Congreso Internacional
de Riego, Drenaje y Biosistemas
COMEI - UAAAN 2023 | Saltillo, Coahuila
4 al 6 octubre 2023



LA IMPORTANCIA DE LA TEXTURA DE LOS SUELOS AGRÍCOLAS BAJO RIEGO EN EL PROCESO DEL ENSALITRAMIENTO INDIRECTO Y EN LA REHABILITACIÓN DE SUELOS SALINIZADOS O SODIFICADOS

Resultados y Discusión

La textura como un factor determinante en los procesos de ensalitramiento indirecto de los suelos bajo riego.

A mayor contenido de arcillas, la capilaridad es más intensa y el agua proveniente de los mantos freáticos someros con sales en solución, puede alcanzar mayores cantidades y alturas de ascenso.



LA IMPORTANCIA DE LA TEXTURA DE LOS SUELOS AGRÍCOLAS BAJO RIEGO EN EL PROCESO DEL ENSALITRAMIENTO INDIRECTO Y EN LA REHABILITACIÓN DE SUELOS SALINIZADOS O SODIFICADOS

Material y Métodos

Proceso de ensalitramiento indirecto determinado por la textura





VIII Congreso Nacional y
I Congreso Internacional
de Riego, Drenaje y Biosistemas
COMEI - UAAAN 2023 | Saltillo, Coahuila
4 al 6 octubre 2023



LA IMPORTANCIA DE LA TEXTURA DE LOS SUELOS AGRÍCOLAS BAJO RIEGO EN EL PROCESO DEL ENSALITRAMIENTO INDIRECTO Y EN LA REHABILITACIÓN DE SUELOS SALINIZADOS O SODIFICADOS

Resultados y Discusión

La textura en los procesos reales de sodificación de los suelos bajo riego.

Cuando las aguas de riego o las freáticas presentan muy altos contenidos de sodio soluble, se incrementa su concentración en el complejo de intercambio, lo que impide que todas las cargas negativas se contrarresten quedando algunas libres, que es cuando aumentan las posibilidades de generar un real problema de sodificación de un suelo, **que solamente sucede cuando existen altos contenidos de arcilla y bajos de arena, altos valores de CIC, altos valores de PSI**, bajos contenidos de sales, altos contenidos de sodio y bicarbonatos y altos pH.

En el Manual 60, los autores proponen que un valor mayor al 15% de sodio intercambiable define y clasifica a un suelo como sódico, pero no consideran a la textura del suelo.



VIII Congreso Nacional y
I Congreso Internacional
de Riego, Drenaje y Biosistemas
COMEI - UAAAN 2023 | Saltillo, Coahuila
4 al 6 octubre 2023



LA IMPORTANCIA DE LA TEXTURA DE LOS SUELOS AGRÍCOLAS BAJO RIEGO EN EL PROCESO DEL ENSALITRAMIENTO INDIRECTO Y EN LA REHABILITACIÓN DE SUELOS SALINIZADOS O SODIFICADOS

Resultados y Discusión

La textura en los procesos reales de sodificación de los suelos bajo riego.

Por tanto, se debe ser muy cuidadoso con el uso del límite de 15 de PSI de un suelo, ya que aunque un suelo con una baja CIC por tener bajo contenido de arcillas y alto de arenas, puede presentar valores de PSI mucho mayores a 15, y aunque suceda defloculación en los agregados y una cierta compactación del suelo, la presencia de las arenas minimiza, contrarresta y encubre los efectos y consecuencias que se presentan cuando hay una verdadera sodificación.

En cambio, un suelo con altos contenidos de arcilla, una elevada capacidad de intercambio de cationes y bajos contenidos de arena, puede presentar síntomas reales de sodicidad con valores menores de 15% de sodio intercambiable.



LA IMPORTANCIA DE LA TEXTURA DE LOS SUELOS AGRÍCOLAS BAJO RIEGO EN EL PROCESO DEL ENSALITRAMIENTO INDIRECTO Y EN LA REHABILITACIÓN DE SUELOS SALINIZADOS O SODIFICADOS

Resultados y Discusión

La textura en los procesos de combate o recuperación de los suelos bajo riego .

- a. A mayor contenido de arcillas mayor problemática y grado de dificultad del proceso.
- b. Entre más contenido de arcilla es necesario realizar labores más intensas de preparación del suelo.
- c. Un suelo arcilloso requiere una mayor sub-lámina pasiva de lavado que uno franco.
- d. En un suelo arcilloso con el mismo valor de CE de un suelo franco requiere más agua para lavar las sales, debido a que tiene un mayor contenido total de sales.
- e. Un suelo arcilloso con una menor permeabilidad que un suelo franco, requiere mayor cantidad de agua que un suelo franco para desplazar una misma cantidad de sales.



LA IMPORTANCIA DE LA TEXTURA DE LOS SUELOS AGRÍCOLAS BAJO RIEGO EN EL PROCESO DEL ENSALITRAMIENTO INDIRECTO Y EN LA REHABILITACIÓN DE SUELOS SALINIZADOS O SODIFICADOS

Resultados y Discusión

La textura en los procesos de combate o recuperación de los suelos bajo riego .

- e. A mayor contenido de arcillas mayores requerimientos de mejoradores químicos.
- f. Un suelo arcilloso requiera una mayor lámina de lavado que un suelo franco, lo que implica un mayor número de láminas parciales de lavado que se deriva en un mayor tiempo total del proceso de recuperación.
- g. Un suelo arcilloso requiere separaciones más cortas de drenaje artificial parcelario que un suelo franco.
- h. Con todo lo mencionado, la recuperación de un suelo arcilloso es más costosa que la de un suelo arenoso.**



VIII Congreso Nacional y
I Congreso Internacional
de Riego, Drenaje y Biosistemas
COMEI - UAAAN 2023 | Saltillo, Coahuila
4 al 6 octubre 2023



LA IMPORTANCIA DE LA TEXTURA DE LOS SUELOS AGRÍCOLAS BAJO RIEGO EN EL PROCESO DEL ENSALITRAMIENTO INDIRECTO Y EN LA REHABILITACIÓN DE SUELOS SALINIZADOS O SODIFICADOS

Conclusiones

1. La textura es un factor determinante en los procesos de ensalitramiento indirecto de los suelos bajo riego, debido a que a mayor contenido de arcillas, la capilaridad es más intensa y puede alcanzar mayores alturas de ascenso.
2. La cantidad y el tipo de arcillas presentes en un suelo así como el de arenas, son determinantes en los procesos reales de sodificación de los suelos bajo riego, ya que, a mayor contenido de arcillas y menor de arenas, más riesgo de sodificación del suelo.



LA IMPORTANCIA DE LA TEXTURA DE LOS SUELOS AGRÍCOLAS BAJO RIEGO EN EL PROCESO DEL ENSALITRAMIENTO INDIRECTO Y EN LA REHABILITACIÓN DE SUELOS SALINIZADOS O SODIFICADOS

Conclusiones

3. La textura en los procesos de combate de los suelos bajo riego:
 - Determina la gravedad y el grado de dificultad de los procesos de mejoramiento o recuperación de los suelos afectados por salinización, sodificación o ambas.
 - Define el tipo e intensidad de las prácticas físicas.
 - Define los valores de la lámina total y de la sub-lámina pasiva de lavado.
 - Determina la eficiencia del lavado.
 - Define los requerimientos de mejoradores químicos.
 - Determina los tiempos totales de un proceso de recuperación
 - Determina las necesidades de drenaje parcelario.
 - Determina los costos totales del proceso de recuperación.



VIII Congreso Nacional y
I Congreso Internacional
de Riego, Drenaje y Biosistemas
COMI - UAAAN 2023 | Saltillo, Coahuila
4 al 6 octubre 2023



MUCHAS GRACIAS POR SU ATENCIÓN!

f.allerenav@gmail.com

Fecha de presentación: 04 de octubre 2023



AGRICULTURA
SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL



Sonhos
universidad personalizada

