Colección PASATIEMPOS

El funcionamiento del sistema suelo-planta

Apoyo al estudio de casos

Elena Bonadeo y Alberto Cantero

UniRío editora

ISBN: 978-987-688-230-9

e-book

Bonadeo, Elena
El funcionamiento del sistema suelo-planta : apoyo al estudio de casos / Elena Bonadeo ; Alberto Cantero. - 1a ed. - Río Cuarto : UniRío Editora, 2017.
Libro digital, PDF - (Pasatextos)

Archivo Digital: descarga y online
ISBN 978-987-688-230-9

1. Ciencias del Suelo. 2. Planta. I. Cantero, Alberto II. Título
CDD 631.4

El funcionamiento del sistema suelo-planta: apoyo al estudio de casos
Elena Bonadeo y Alberto Cantero

2017 © UniRío editora. Universidad Nacional de Río Cuarto
Ruta Nacional 36 km 601 – (X5804) Río Cuarto – Argentina
Tel.: 54 (358) 467 6309 – Fax.: 54 (358) 468 0280
editorial@rec.unrc.edu.ar - www.unrc.edu.ar/unrc/comunicacion/editorial/

Primera edición: *noviembre de 2017*
ISBN 978-987-688-230-9

Este obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución 2.5 Argentina.
http://creativecommons.org/licenses/by/2.5/ar/deed.es_AR

Consejo Editorial

Facultad de Agronomía y Veterinaria
Prof. Laura Ugnia y Prof. Mercedes Ibañez

Facultad de Ciencias Económicas
Prof. Ana Vianco y Prof. Gisela Barrionuevo

Facultad de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales
Prof. Sandra Miskoski y Prof. Julio Barros

Facultad de Ciencias Humanas
Prof. Pablo Dema

Facultad de Ingeniería
Prof. Jorge Vicario

Biblioteca Central Juan Filloy
Bibl. Claudia Rodríguez y Prof. Mónica Torreta

Secretaría Académica
Prof. Ana Vogliotti y Prof. José Di Marco

Equipo Editorial

Secretaria Académica: *Ana Vogliotti*
Director: *José Di Marco*
Equipo: *José Luis Ammann, Daila Prado, Maximiliano Brito, Ana Carolina Savino y Daniel Ferniot*

Contenido

Introducción 4
A - El sistema suelo - planta 6
B - Las plantas y las relaciones suelo-paisaje 8
C - Condiciones de superficie del suelo y emergencia de plántulas de cultivos 14
D - Medición de raíces en el suelo. Técnicas complementarias 31
E - Morfología del perfil del suelo y desarrollo de raíces de los cultivos 38
F - Condiciones físico-morfológicas del suelo y relación con el crecimiento de las raíces de los cultivos 46
G - Relaciones hídricas 60
H - Relaciones gaseosas 74
I - Relaciones térmicas 79
J - Relaciones nutricionales 82
K - Las plantas en suelos con salinidad y sodicidad 89
L - Ejercicio 104
M - Estructura de las planillas excel 107
N - Bibliografía 110

Introducción

La enseñanza de la Ingeniería Agronómica, en las primeras décadas del siglo XXI, tiene el desafío y la responsabilidad de incorporar e integrar nuevos conocimientos y gran cantidad de informaciones parciales, con el objetivo de lograr que el estudiante tenga una formación holística y con visión sistémica. Ello, para posibilitar la adquisición de competencias básicas específicas y transversales, que le permitan interpretar multiplicidad de situaciones y diseñar las tecnologías para el manejo y ordenamiento de las mismas. Estas competencias deben conducir al "saber", al "saber comprender", al "saber diseñar y saber hacer".

El curso "Sistema Suelo – Planta" ubicado en el tercer año del plan de estudios, está pensado para contribuir a la formación de un Ingeniero Agrónomo capaz de diferenciar y entender los componentes de los Suelos, su relación con el comportamiento de las plantas, y sus interacciones con el sistema físico, biológico, económico y social, que tienen como finalidad la producción de alimentos para los seres humanos, preservando el ambiente.

El curso toma como base los conocimientos impartidos en cursos anteriores, Fisiología Vegetal, Climatología, Microbiología.

Esencialmente se asienta en el curso de "El Sistema Suelo" que posibilitó al estudiante el dominio de los conceptos fundamentales del suelo como cuerpo natural integrado al ambiente, qué, consecuencia de su génesis, con una identidad propia se comporta como un sistema morfológico/físico/químico/biológico integrado, que transforma, acumula e intercambia materia y energía en una interacción continua con su entorno natural y antrópico.

En la formación del estudiante, además de ejercitar la memoria y el entendimiento, en la etapa del "saber y saber hacer" se deben poner en práctica los conocimientos adquiridos, la búsqueda de nueva información, poder sintetizar esa información identificada, y así poder comprender y evaluar las relaciones funcionales del sistema suelo - planta.

Ello significa que parte del tiempo dedicado a la enseñanza y aprendizaje, el estudiante lo debe usar para construir su propio conocimiento. Implica distintas acciones, como observar, describir, hipotetizar, medir, discutir e interpretar, analizar y sintetizar, para en última instancia, realizar diagnósticos integrales y precisos del funcionamiento del sistema suelo - planta. En estas actividades el alumno tiene el rol protagónico, y el docente, el de guía de las actividades para alcanzar el objetivo buscado.

El presente material de difusión, se ha organizado para apoyar al estudiante en el "Estudio de Casos en las Relaciones del Sistema Suelo – Planta". Se presentan diferentes situaciones para ejercitarlo en su análisis, en "aprender a observar", superando la práctica del sólo mirar superficialmente diversidad de cosas, sin ver ninguna. El apoyo didáctico tiene el objetivo de contribuir a la práctica del análisis y de la síntesis integradora, para en base a conocimientos científicos, poder realizar el diagnóstico del funcionamiento del sistema suelo – planta, en diversidad de situaciones específicas.

Comprender este funcionamiento del sistema suelo-planta, posibilita adquirir la capacidad para definir los principios básicos que permitan la resolución de problemas en cada situación. Ambas cosas, son el nexo indispensable con las disciplinas de diseño y aplicación de tecnologías para el manejo ambiental y producción de alimentos. Es el caso de Uso y Manejo de Suelos y de producciones de diferentes especies vegetales, animales y cultivos de interés.

Esta formación integrada sobre bases científicas, es uno de los pilares de un Ingeniero Agrónomo capaz de manejar los sistemas complejos surgidos de la interacción entre lo ambiental, económico y social. Un profesional capaz de diseñar las tecnologías que optimicen el funcionamiento y productividad de ese sistema complejo, bajo el concepto de uso a perpetuidad de los recursos y cualidades del ambiente.

Este profesional así formado, es sustancialmente diferente al que sólo basa la producción agropecuaria en aplicar "paquetes tecnológicos cerrados" en base a insumos de pretendida universalidad e infalibilidad, que al no diferenciar situaciones ni ambientes, muchas veces llevan a producir alimentos de baja calidad, al deterioro ambiental y a la pobreza del productor agropecuario.

El apoyo didáctico presenta diferentes situaciones de paisajes, suelos y cultivos, la mayoría del centro y sur de Córdoba. Al final de cada caso, imagen o problema, se formulan interrogantes que ayuden a desarrollar la capacidad de análisis integrando del complejo paisaje/suelo/planta.

Como complemento para el Estudio de Casos seguidamente presentados, se sugiere al estudiante que consulte https://scholar.google.com.ar/ además de las diferentes bases de datos existentes en la web y en la Biblioteca Central de la UNRC, así como el material bibliográfico provisto por las asignaturas.

También se espera que el presente aporte, pueda ser útil a estudiantes y profesionales de otras disciplinas relacionadas con la producción de alimentos, diseño y desarrollo de tecnologías para el manejo de vegetales, aguas y suelos.

Los diferentes casos se presentan según la secuencia planteada en el programa del mencionado curso.

A - El sistema suelo - planta

Aspectos básicos

1. El sistema suelo-planta, es un sistema abierto y por lo tanto responde a los principios generales de funcionamiento de los sistemas abiertos. Se le solicita que:

a. Mencione tres principios del funcionamiento de los sistemas abiertos.
b. Ejemplifique al menos dos de ellos, con el sistema suelo-planta.

2. A manera de introducción, respecto de los diferentes criterios con que se aborda el estudio de los suelos:

a. Explique las diferencias que se consideran cuando se aborda el estudio de un perfil del suelo con criterio pedológico, con criterio de perfil cultural y con el enfoque centrado en perfil para el desarrollo de las raíces de cultivos.

b. ¿Que implica el análisis que realizó respecto a presencia de horizontes Ck, como limitación para el crecimiento de las raíces?

3. Respecto del esquema que representa el funcionamiento del suelo con símbolos de integración:

a. Explique el significado de cada integral.
b. Mencione y explique cada una de las cinco funciones.
c. Relacione conceptualmente las integrales con las funciones.

4. Si tuviese que **identificar y jerarquizar** los factores que limitan el rendimiento de los cultivos, a partir del análisis y síntesis del sistema suelo – planta, ¿qué acciones realizaría?

5. Asuma que debe analizar un sistema suelo-planta para un cultivo de maíz como el indicado en la siguiente foto:

a. Mencione los límites superior, inferior y lateral del sistema suelo - planta.

b. ¿Cuáles serán las funciones fundamentales del suelo para el desarrollo de la planta?

c. ¿Cuáles serán los requerimientos de la planta para desarrollar su ciclo? ¿Cómo varían con su ontogenia?

B - Las plantas y las relaciones suelo-paisaje

6. Las siguientes fotos corresponden a ambientes ubicados a 35 km al oeste de la localidad de Gigena (Departamento Río Cuarto, Córdoba). La foto superior corresponde a una situación de relieve ondulado, y la inferior a una situación de relieve normal, muy suavemente ondulado.

Ud. debe abordar el estudio de las relaciones del sistema suelo/paisaje y su efecto sobre las plantas. Para ello, se le solicita:

a. Mencione qué funciones del suelo se afectan por efecto de la ubicación en el relieve. Jerarquícelas para cada ambiente.

b. Indique posibles diferencias en el comportamiento de las plantas, según la ubicación en el paisaje.

7. En las fotos, se muestra un ambiente fuertemente ondulado del paraje Vizcacheras –cerro Blanco– (San Luis, julio 2014), donde se realizó un desmonte generalizado para realizar agricultura, comenzando con la siembra de trigo.

a. ¿Qué funciones del suelo sufrirían un rápido deterioro luego de la quita del monte?

b. Especifique y discuta sobre las propiedades del suelo que determinan las funciones mencionadas en a).

c. Analice la resistencia y resiliencia del suelo, en relación a ese ambiente.

8. Se presentan dos casos, uno corresponde a un ambiente ubicado 60 km al NO de Río Cuarto con Hapludoles típicos en planicies altas, suavemente onduladas, asociados a planicies bajas con suelos Hapludoles cumúlicos (no mostrados en la foto). Y el otro caso muestra una vista del paisaje de la zona de Laguna Oscura (150 km SO de Río Cuarto), que presenta asociaciones de planicies arenosas, suelos Ustortentes típicos asociados con médanos fijados y otros descubiertos de vegetación (activos).

a. Se le solicita que analice la resiliencia y resistencia del sistema paisaje/suelo – planta, en los dos ambientes.

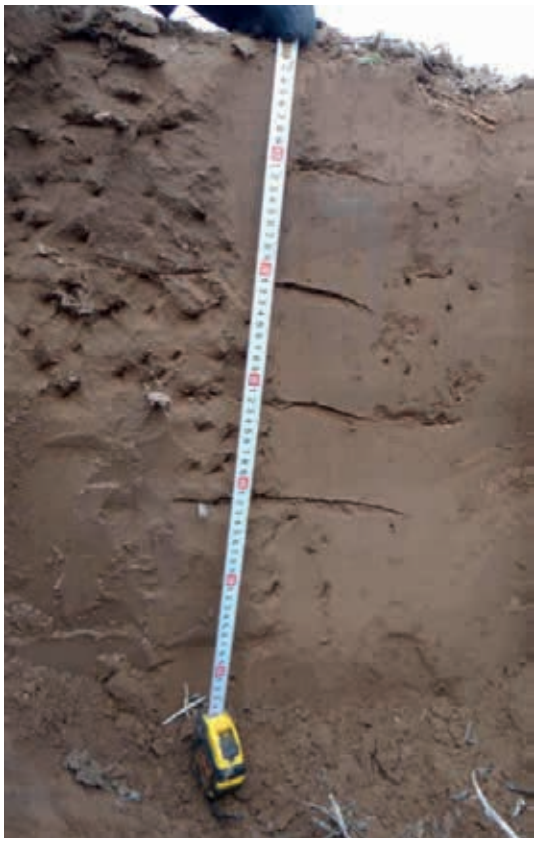
b. En cada caso, plantee en un orden jerárquico las principales **limitaciones** a cada función del sistema suelo.

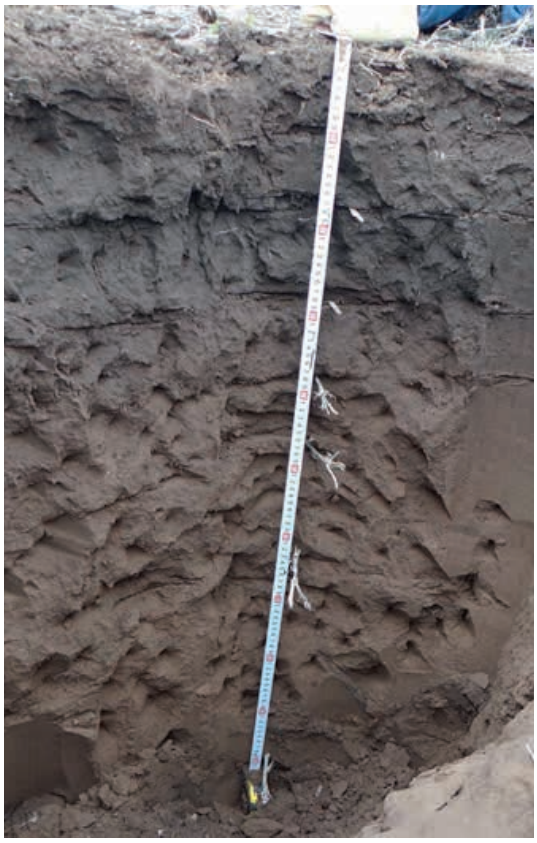
c. Ídem, para las **potencialidades** de cada función del sistema suelo.

9. La foto corresponde al ambiente “pampas de altura ” de la sierra de Comechingones ubicadas en el centro sur de Córdoba. La altura de las pampas oscila entre los 1200 a 1600 m. La erosión que se observa ocurre por una combinación del proceso generado por salpicaduras y descargas de aguas de escurrimiento en la base del contacto lítico suelo/roca, junto con el proceso de deslizamiento de la masa del suelo, según pendiente. Se muestran perfiles de Argiudoles típicos, franco arcillo limosos sobre roca granítica continua. Analice la funcionalidad de este sistema paisaje/suelos, concentrándose sólo en el Sistema Suelo - Planta (vegetación predominante de *festucas spp*, *trifolium spp*).

10. La siguiente foto muestra un ambiente ubicado a 40 km al oeste de Río Cuarto. El relieve es ondulado, con pendientes medias y largas, y gradientes de hasta el 5%. Los suelos se han desarrollado sobre materiales eólicos modernos, de diferentes edades de deposición, los más antiguos de hasta 3000 años de antigüedad en las planicies bajas, los más modernos de alrededor 500 años en las posiciones altas del relieve.

Las dos fotos siguientes muestran ambos suelos en una toposecuencia, el Hapludol éntico de la loma (izquierda) y el Hapludol típico de la planicie baja (derecha). La última foto muestra una planta de soja de la loma y otra planta de soja del bajo.





Seguidamente, se muestran los datos analíticos del suelo de la loma y del bajo.

Hapludol éntico*

Horiz.	Prof. (cm)	Arcilla (%)	Limo (2 a 50 µ) %	MO (%)	DAP (Mg m^{-3})	θ (-30 kPa)	θ (-1500 kPa)	pH	P (ppm)
Ap	0-10	6,9	22,5	1,36	1,29	14,8	6,1	6,6	7,5
A	10-23	6,9	18,3	0,59	1,36	14,8	6,1	6,6	2,3
AC	23-42	7,6	23,8	0,48	1,32	12,2	5,0	7,2	1,8
Ck	+ 42	6,9	20,9	Nd	1,32	12,5	4,4	8,3	Nd

Hapludol típico*

Horiz.	Prof. (cm)	Arcilla (%)	Limo (2 a 50 µ) %	MO (%)	DAP (Mg m^{-3})	θ (-30 kPa)	θ (-1500 kPa)	pH	P (ppm)
A	0-3	11,7	39,7	3,9	1,34	22,7	8,7	6,2	12,9
	3-18	10,3	32,3	1,8	1,34	23,7	9,9	6,3	5,2
Bw1	18-27	14,7	41,0	1,8	1,35	19,7	7,7	6,3	4,2
Bw2	27-39	11,3	32,4	1,3	1,41	18,3	6,1	6,3	-
Bw3	39-48	9,3	33,1	0,9	1,41	15,0	5,0	6,6	-
BC	48-62	8,1	25,6		1,39	15,7	5,1	6,9	-
C	62-100	7,9	28,7		1,40			7,2	-

*Los datos analíticos de ambos suelos fueron extraídos de Bonadeo *et al.* (2016)

Se le solicita:

a. Si Ud. tiene que hacer un diagnóstico y realizar inferencias del comportamiento del Sistema Suelo - Planta para el potrero de 30 ha donde está el cultivo, defina los limites superior, inferior y lateral de este sistema suelo - planta.

b. Fundamente en base a qué criterios definió los límites del ítem a. Especifique especialmente cómo influye la relación suelo-paisaje.

c. El límite de los horizontes Ck (genético) de ambos perfiles ¿representa un límite para el desarrollo en profundidad del sistema de raíces de los cultivos?

d. En base a la repuesta que brindó para la situación a:

- Analice las funciones, apoyándose en datos de las tablas. Analice y explique la interrelación entre las diferentes funciones.

- Explique con fundamentos técnicos el diferente comportamiento del cultivo de soja en ambos casos.

C - Condiciones de superficie del suelo y emergencia de plántulas de cultivos

11. Demostrada la importancia que tienen las características de la superficie del suelo en contacto con la atmósfera ("la piel de la tierra") en la expresión de las propiedades del suelo, y por tanto en el funcionamiento del sistema suelo/planta. En tal sentido se le solicita que en la formación de sellos y costras resistentes, discuta lo siguiente:

a. La secuencia de etapas que ocurren en su formación.

b. Los factores edáficos y climáticos pre disponentes a la formación de encostramiento.

12. Las fotos corresponden a condiciones de superficie de suelos de diferentes texturas del centro de la provincia Córdoba.

a. Analice y describa qué observa en las fotos siguientes (A, B, C, D, E, F, en sentido descendente).

b. ¿Podría inferir una textura del suelo en cada situación?

13. En las fotos que se muestran a continuación se presentan tres casos con diferentes texturas y condiciones de la superficie del suelo. Se solicita que analice los casos, infiera la susceptibilidad a formación de estructuras superficiales negativas para la emergencia y establecimiento de plántulas de cultivos.

Serie tentativa "Dalmacio Velez" franco a franco limoso en horizonte Ap.

Serie tentativa "Las Vertientes" textura franca a franca arenoso fino en horizonte Ap

Serie tentativa "Santa Catalina" franco arenoso fino en horizonte Ap

14. En los siguientes casos se muestran plántulas en procesos de emergencia. Se le solicita que analice las situaciones y discuta:

a. Las fuerzas involucradas en la emergencia

b. El mecanismo de emergencia en las plántulas de gramíneas y de dicotiledóneas.

15. Para diferentes casos se le solicita que en coordenadas cartesianas, grafique:

a. Resistencia mecánica (defina unidades) de las costras en relación con la humedad (defina unidades) del suelo para cuatro texturas diferentes: arenoso franco, franco arenoso, franco, franco arcillo limoso.

b. Realice los mismos gráficos, pero con dos contenidos de materia orgánica (1,5% y 4,5%) para cada una de esas texturas.

c. Realice el mismo análisis que en a. para dos contenidos de sodio intercambiable (2% y 20% PSI).

d. Indique en orden jerárquico cuáles de los siguientes cultivos, soja, maní y maíz, es más afectado por la presencia de costras.

16. Complete con unidades la abscisa del siguiente gráfico, y en base a ello sugiera las funciones de emergencia /resistencia para los siguientes cultivos:

a. Alfalfa.

b. Sorgo granífero.

c. Maní.

d. Soja.

e. Maíz

También se le solicite analice el efecto de diferentes espesores de la costra sobre la emergencia de plántulas de esos cultivos. Espesores de: 1 mm; 5 mm; 10 mm y 20 mm.

17. Considere los siguientes suelos en los que llueven 40 mm en 30 min al día siguiente de sembrar con soja.

SUELOS			
	A	B	C
% arena	35	25	50
% limo	40	60	35
% arcilla	22	14	14
% MO	2,5	1	1
Profundidad	Peso específico aparente (Mg m^{-3})		
0-8 cm	0,8	1	1,3
8-15 cm	1,25	1,4	1,4
15-24 cm	1,68	1,4	1,4
24-40 cm	1,28	1,4	1,4

a. ¿En qué suelo habría mayores problemas de emergencia?,

b. Amplíe la discusión del ítem a) con dos situaciones: superficie de suelo cubierta de "rastrojos de trigo" y superficie sin ninguna cobertura.

c. Suponiendo que se lograse una óptima emergencia de la soja en los tres suelos, discuta para cada suelo los posibles problemas de enraizamiento en profundidad.

d. Si además de soja se sembrase sorgo granífero, maíz y maní, enumere jerárquicamente según su grado de afectación

18. En las siguientes fotos se muestran estructuras que son frecuentes encontrar en suelos que han tenido cultivos agrícolas durante varios años, sin correcto diagnóstico ni manejo de los mismos. En los primeros centímetros superficiales, unidades estructuradas en planos horizontales compactos y laminaciones. En profundidades de 4 – 10 cm, bloques aplanados compactos, duros.

a. Analice la influencia de estas estructuras sobre el establecimiento inicial de las radículas y raíces posterior a la emergencia del cultivo. Discuta el efecto posterior de estas influencias, si las hubiere.

b. Suponga que ocurre una lluvia de 60 mm caída durante 4 horas sobre suelos con la problemática indicada en la introducción de la pregunta. Se le solicita que responda cualitativamente qué podrá ocurrir con el régimen hídrico en los siguientes casos:

1. Pendientes uniformes y largas con gradientes del 0,1% y del 3,0% para una misma textura.

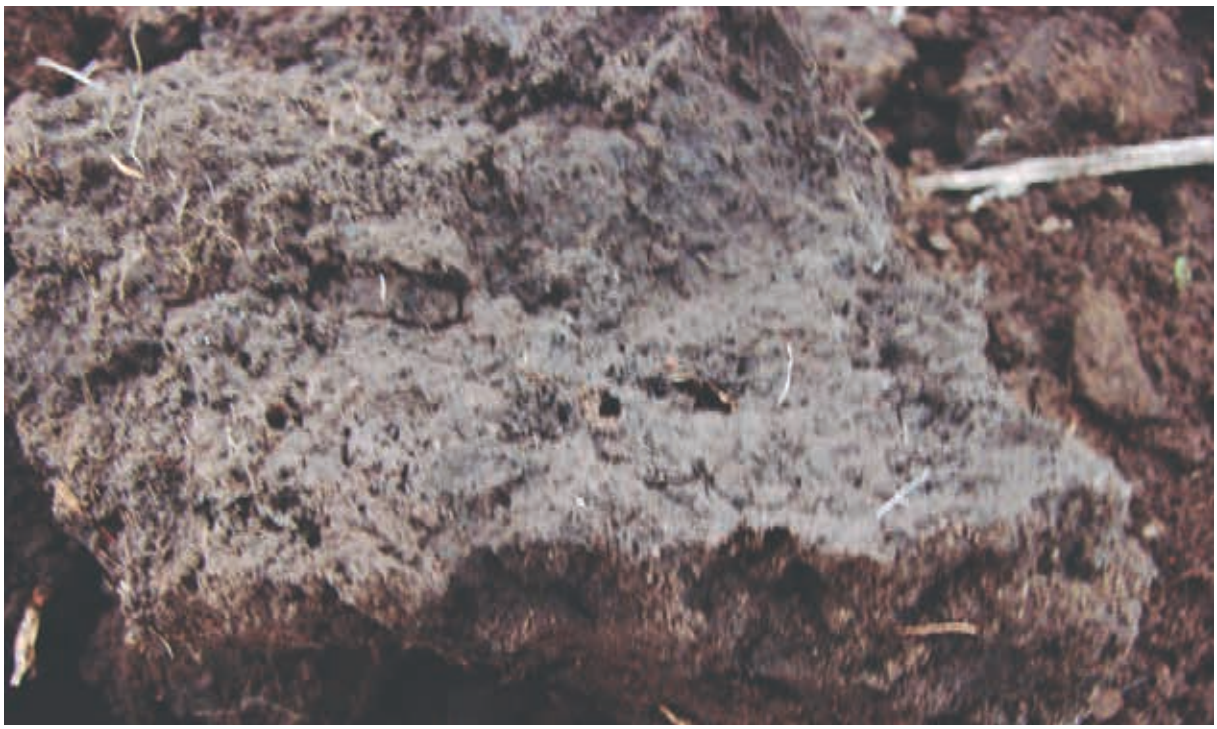
2. Pendientes uniformes y largas con gradientes del 1,5% para texturas franco arenosa y para franco a franco arcillo limosa.

3. ¿Sobre la infiltración, profundidad de mojado, capacidad de almacenaje, abastecimiento a la raíz?

A continuación se presentan las unidades estructurales con bajo disturbio, migajosas, porosas, friables, con facilidad para la circulación de aire y agua y sin dificultad para el crecimiento de las raíces.

Se le solicita que analice y describa con detalle las diferentes estructuras que se presentan. Discuta las diferencias funcionales que tendrán sobre el sistema suelo/planta.

Es muy importante que visualice la diferente morfología de las estructuras degradadas del suelo y tenga un patrón de comparación con aquellas que presentan un bajo deterioro.



19. En las fotos siguientes se presentan para su análisis y discusión, casos que relacionan morfologías de estructuras con desarrollo inicial de raicillas, y consecuencias posteriores para el desarrollo del sistema radical del cultivo.

En primer lugar se muestran raicillas que crecen en los planos horizontales de los agregados, con límites abruptos entre laminas, la consecuencia es concentración de raíces en los primeros centímetros, crecimientos horizontales, con disminución de la cantidad de raíces en profundidad del suelo.

A continuación se presentan estructuras migajosas, bloques sub angulares débiles que rompen en granulares friables, donde las raicillas crecen sin dificultad en todos los planos especialmente en el eje vertical.

El posterior desarrollo del sistema de raíces del cultivo explora en profundidad todo el volumen de suelo disponible.

20. Analice las fotos siguientes. En las dos primeras se presenta el aspecto visual de la condición de superficie de un Ustipsament típico de la "serie" Laguna Oscura con condición superficial de grano suelto y en las dos fotos siguientes se presenta la condición de superficie del suelo con estructura laminar y el horizonte "A2" con bloques aplanados, en un Haplustol típico franco arenoso de la "serie" Chaján, con cultivo de maíz.

a. Sin entrar en consideraciones de erosión eólica y erosión hídrica, analice en qué y cómo esas condiciones impactan en el funcionamiento del Sistema Suelo - Planta.

b. Refiera la discusión, para ambos suelos, a dos períodos climáticos, uno dominado por el fenómeno de "El Niño" y otro por "La Niña".

21. En la siguiente foto, se observa que la emergencia del cultivo tiene desarrollo diferente, siguiendo un patrón determinado (tacos de la rueda del tractor), ¿a qué lo atribuye? El suelo es un Hapludol típico franco a franco arenoso, campus de la UNRC.

D - Medición de raíces en el suelo. Técnicas complementarias

22. Respecto de la medición de raíces de los cultivos con el método de la "grilla":

a. Analice en forma sintética el método con las etapas de trabajo hasta la confección del informe técnico correspondiente.

b. Indique cómo surgen las unidades en que se expresan los resultados del DLR (densidad de longitud de raíces). Explique los criterios para interpretarlos.

c. Considere un cultivo de maiz sobre Hapludoles típicos franco arenosos, "serie" Río Cuarto, en diferentes situaciones de manejo del sistema suelo planta,

1. Se han medido DLR de 1,2 cm/cm^3 en las profundidades de 3-6 cm, DLR 1,0 cm/cm^3 a profundidades de 7-15 cm, DLR 0,4 cm/cm^{-3} de 16-25 cm y DLR 0,2 cm/cm^{-3} de 25-40 cm y por debajo de esta profundidad no se registran raíces. Represente gráficamente los datos siguiendo el ejemplo del gráfico inferior derecho.

2. En otra situación, los valores medidos son de DLR 0,8 cm/cm^3 de 3-15 cm, DLR 0,6 cm/cm^3 en profundidad de 16-28 cm, DLR 0,3 cm/cm^3 desde 29-40 cm y DLR de 0,2 cm/cm^3 desde los 41-120 cm. Represente gráficamente.

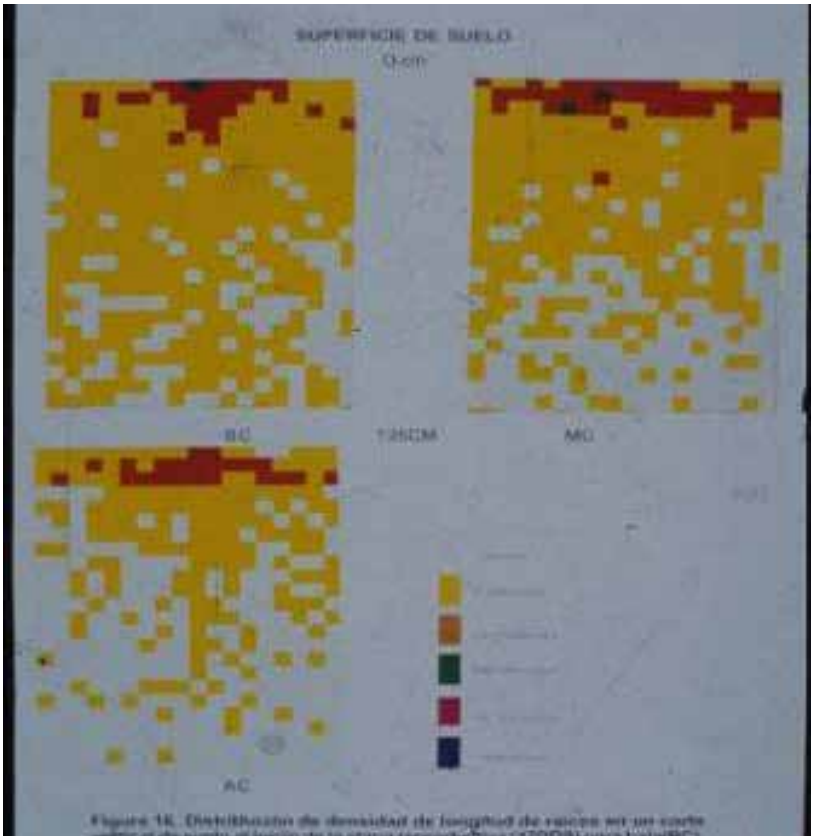
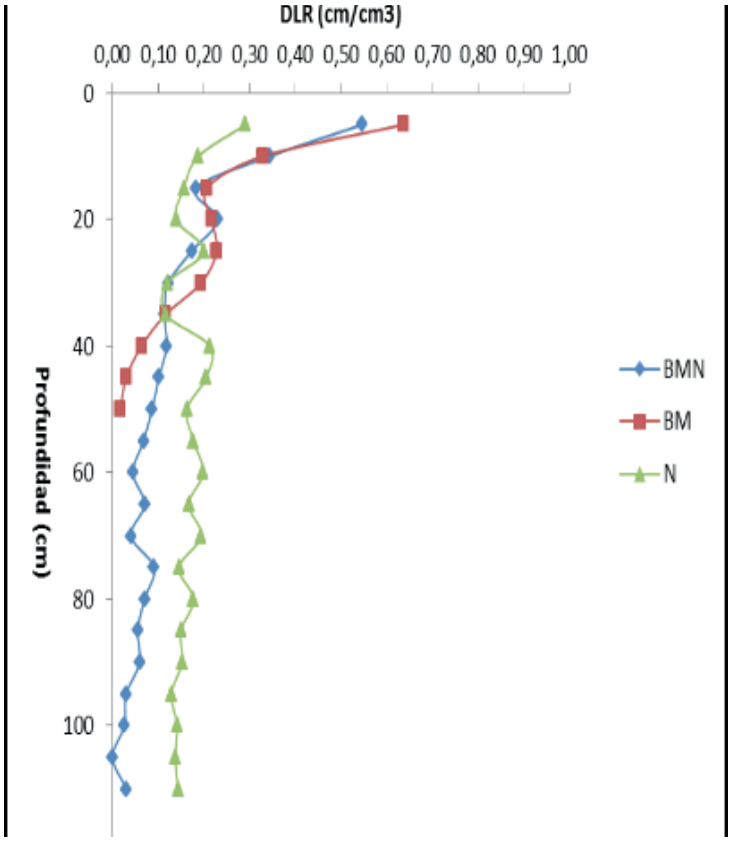


Figura 16. Distribución de densidad de longitud de raíces en un corte



d. La foto inferior de la página 3 muestra mapas de raíces elaborados a partir de datos obtenidos por el método de la grilla. Explíquelos brevemente.

e. Relacione los valores de DLR, con la cantidad de raíces que hay en el horizonte.

f. Relacione la cantidad de raíces de cada horizonte, con la longitud de suelo que exploraron esas raíces durante su crecimiento.

g. Relacione la absorción de agua por las raíces del cultivo, y las distancias en la interfase suelo/raíz donde el proceso es relevante.

h. Relacione la incorporación de nutrientes por las raíces a través de interceptación, difusión y flujo masal (indique en qué nutrientes predominan esos mecanismos), y las distancias en la interfase suelo/raíz en que ocurren esos procesos.

i. Relacione la longitud de suelo explorado por las raíces de ese horizonte, con el volumen de suelo de ese horizonte que estuvo en interacción con la dinámica de la raíz en crecimiento. Diferencie en el análisis el volumen de suelo disponible, con el volumen efectivamente explorado.

23. Indique qué son, cómo y para qué se usa cada uno de los siguientes equipos de campo.

24. Para determinar la densidad aparente de un suelo, se hizo un hueco y se recogió cuidadosamente el material extraído de él. Para llenar el hueco, previamente forrado en plástico, con agua, se gastaron 2,1 l y el material que se extrajo pesó 3338,08 g. Se tomó una sub muestra de suelo que pesó, húmeda, 130,21 g y seca al horno, 91,8 g. ¿Cuál es la densidad aparente de dicho suelo?

25. Explique para qué y cómo usa el equipo de la imagen.

26. Un terrón húmedo de suelo pesa 72,2 gramos. Se tomó una sub muestra del mismo con la finalidad de determinar su contenido de agua, en base al peso seco a estufa y se encontró al valor de 25%. ¿Cuál es el peso seco a estufa del terrón húmedo?

27. ¿Cuáles son los valores que esperaría encontrar de densidad aparente y densidad real, en un Hapludol típico cercano a Río Cuarto en los horizontes hasta 0,50 m de profundidad, con 15 años de laboreo convencional y el mismo horizonte luego de quince años de cultivo de maíz/soja en "labranza cero"? Recuerde los conceptos que vio en sus cursos previos.

28. Demostrar que Mg m^{-3} es igual a g cm^{-3}.

29. ¿Cómo influye la humedad en la determinación de la densidad aparente del suelo? ¿En qué suelos es más importante este efecto?

30. ¿Cuál es el significado práctico de las determinaciones de densidad aparente?

31. Los siguientes enunciados, ¿son verdaderos o falsos?

- Para cualquier valor constante de densidad aparente, la porosidad aumenta a medida que la densidad de la partícula aumenta. V ☐ F ☐
- Para cualquier densidad real constante, la porosidad aumenta a medida que la densidad aparente aumenta. V ☐ F ☐
- Cuando la densidad aparente iguala a la densidad de la partícula la porosidad no iguala a cero. V ☐ F ☐
- Para una porosidad constante, a medida que la densidad de la partícula decrece, la densidad aparente aumenta. V ☐ F ☐

32. Con un cilindro que tiene 5,2 cm de diámetro, 46 mm de altura, y que pesa 184,45 g, se tomó una muestra de suelo que en la condición de campo y con el cilindro pesó 345,75 g; la muestra de suelo se secó al horno y se volvió a pesar, también con el cilindro, obteniéndose un valor de 317,67 g. Se debe calcular para ese suelo:

a. Densidad aparente.

b. Porosidad.

c. El peso del horizonte A de 25 cm de espesor, representado por esa muestra, en una hectárea.

d. Si este suelo tuviera 15% de fragmentos de roca, ¿cuál sería su densidad aparente?

33. ¿Pueden utilizarse las curvas de infiltración acumulada como criterios de evaluación de la estructura y agregación del suelo?

34. Indique qué es el equipo que muestra la imagen, cómo se usa y para qué. ¿Cómo se interpreta la información de la pantalla? El cultivo es alfalfa en suelos de la “serie” General Deheza ubicados a 10 km oeste de esa localidad.

E - Morfología del perfil del suelo y desarrollo de raíces de los cultivos

35. Con relación al proceso de exploración del suelo por el sistema de raíces se le solicita que analice el proceso de enraizamiento para los cultivos de soja, sorgo, maíz y alfalfa, considerando profundidad máxima, contacto suelo-raíz y capacidad de proliferación del sistema radical, para las situaciones siguientes:

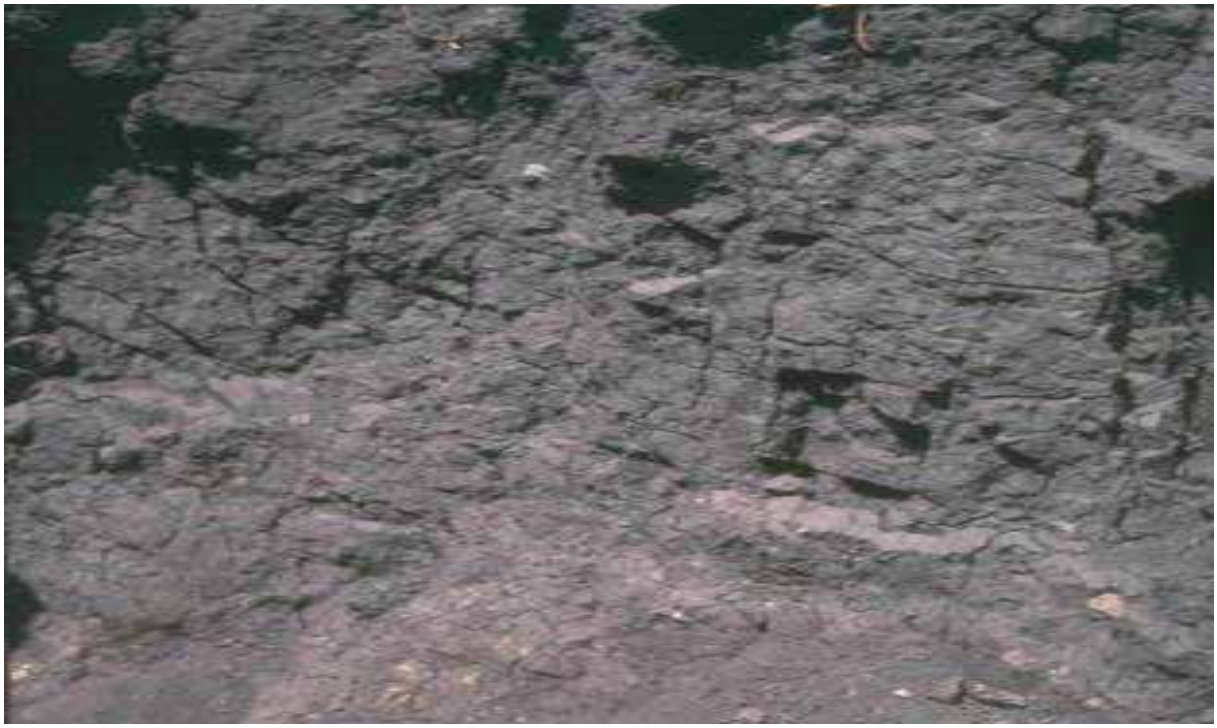
a. Hapludol típico franco a franco arenoso fino, sin densificaciones sub superficiales, estructura en bloques sub angulares medios y débiles, y límites claros y suaves entre horizontes. **Este suelo no presenta ninguna restricción para el crecimiento de las raíces**.

b. El mismo suelo indicado en a. pero con una napa freática a 60 cm de profundidad en la etapa de floración del maíz.

c. Duracuol nátrico serie "Ea. La Alicia" de la hoja Laboulaye en la carta de suelos de INTA.

Horiz.	Descripción morfológica
A1	0-18 cm; franco a franco - arenoso, estructura en bloques subangulares medios, débiles, friable en húmedo, no plástico, no adhesivo, límite inferior, claro, suave.
A2	18-25 cm. Franco arenoso, estructura en bloques sub angulares débiles a masivo, friable en húmedo, no plástico, no adhesivo, moteados escasos, finos y débiles, límite inferior abrupto, suave.
B21t	Franco, estructura semicolumnar y prismas irregulares, medios moderados, firme en húmedo, barnices húmicos arcillosos comunes, finos y medios, moteados comunes finos y precisos, límite inferior abrupto suave.
B22tm	37-50 cm franco, ligeramente cementado, duro en seco, barnices húmico-arcillosos comunes y medios, moteados abundantes, medios y sobresalientes, concreciones calcáreas comunes y finas, límite inferior claro y suave.
B3m	50 cm a más. Franco, fuertemente cementado, duro en seco, barnices arcillosos escasos y finos.

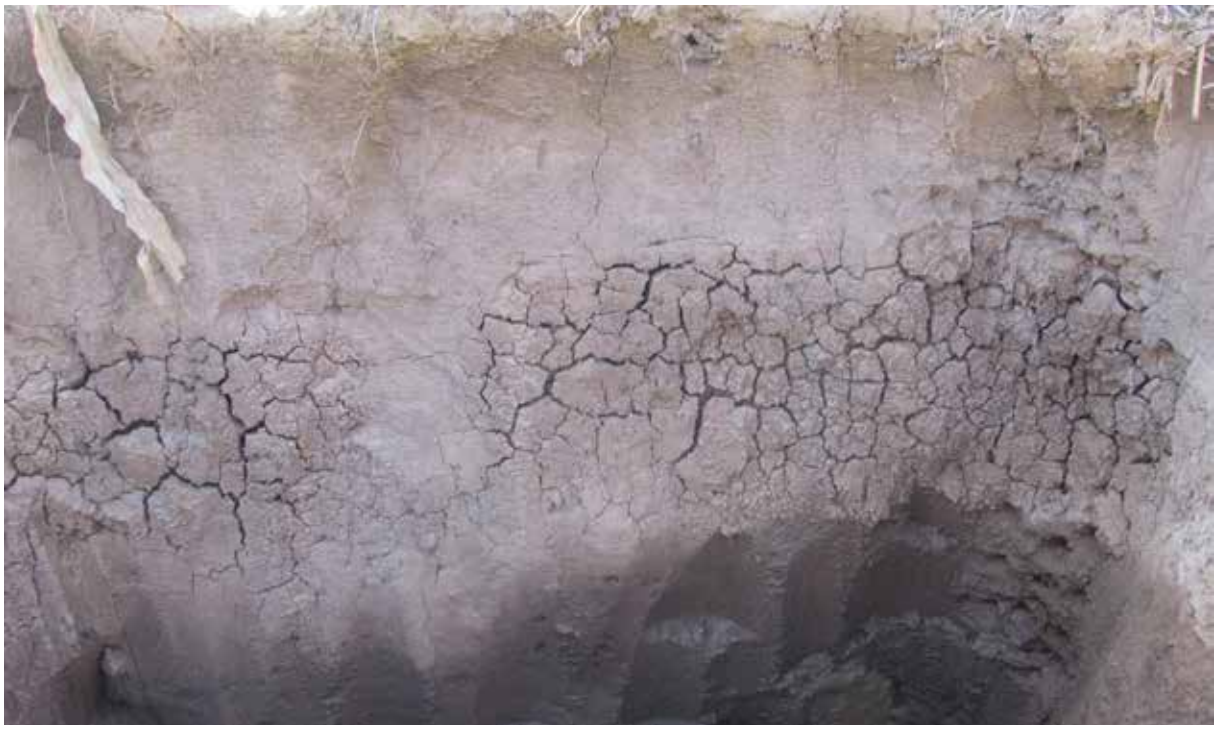
d. Vertisol de la provincia de Entre Ríos. Considere: a) la presencia de relieve gilgai (arriba) y b) la ausencia del mismo (abajo).



e. Ultisol´de la provincia de Misiones.

f. Natrustol de las “series tentativas ” San Basilio y Fragueiro del sur de Córdoba.

h. Natracualf típico de la serie Villa Francisca (40 km al NE de Villa María en las cercanías de San Marcos Sud).



36. En las cercanías de San Basilio se encontró a los 100 cm de profundidad una capa cementada con carbonato de calcio según se muestra en la primer foto. También se observó en el mismo lote que el cultivo de alfalfa crece "manchoneado" como lo muestra la segunda foto. El fenómeno se manifiesta mucho menos cuando el cultivo implantado es sorgo. En ambos cultivos, el "manchoneo" es más evidente en épocas de sequía.

Se le solicita:

a. Sugiera causas que puedan explicar esta situación.

b. ¿Por qué se "manchonea" más el cultivo de alfalfa y menos el cultivo de sorgo?

c. ¿Porqué el fenómeno mencionado en a. es más manifiesto en épocas de sequía?.

37. Para el suelo Udhortent lítico descripto abajo (Hoja Río de Los Sauces de las cartas de suelos INTA), se le pregunta cuál o cuáles serán los factores físicos que afectarán en forma directa la profundización y proliferación de raíces de alfalfa, maíz, trigo y soja.

Horiz.	**Descripción morfológica**
A1	0-60 cm. Franco arenoso, estructura en bloques subangulares medios moderados a débiles, friable en húmedo, no plástico, no adhesivo, con 56% de gravilla, raíces muy abundantes, límite inferior claro suave.
IIAC	60-100 cm. Franco arenoso, masivo, friable en húmedo, no plástico, no adhesivo, límite inferior claro suave
IIIR	100 cm a +. Roca alterada ligeramente firme.

38. Para el suelo Argiudol típico serie Marcos Juárez se le pregunta qué factores físicos afectarán en forma directa la profundización y proliferación de raíces de trigo, soja y maíz.

Horiz.	**Descripción morfológica**
Ap	0-19 cm. Franco limoso, estructura en bloques subangulares medios moderados y granular friable en húmedo, límite inferior abrupto suave.
B1	19-26 cm. Franco arcillo limoso a franco limoso, estructura en bloques angulares y subangulares medios moderados, friable en húmedo, ligeramente plástico, ligeramente adhesivo, barnices escasos y finos, límite inferior claro, suave.
B21t	26-47 cm. Franco arcillo limoso. Estructura en prismas irregulares medios moderados que rompen a bloques subangulares, friable en húmedo, plástico, adhesivo, barnices abundantes medios, límite inferior claro suave.
B22t	47-66 cm. Franco arcillo limoso. Estructura en prismas irregulares medios moderados que rompen a bloques subangulares, friable en húmedo, plástico, adhesivo, barnices comunes medios, límite inferior gradual claro suave.
B3	66-94 cm. Franco limoso, estructura en bloques angulares y subangulares medios gruesos moderados, friable en húmedo, plástico, adhesivo, barnices comunes, límite inferior difuso.
C1	94-148 cm. Franco limoso, masivo, muy friable en húmedo, escasos durinódulos, límite inferior abrupto.
C2ca	138-150 cm. Franco limoso, masivo, muy friable en húmedo, no plástico, no adhesivo, abundantes concreciones calcáreas y carbonatos libres en la masa.

39. Para el suelo Haplustol éntico serie Oncativo, se le pregunta ¿cuál o cuáles serán los factores físicos que afectarán en forma directa la profundización y proliferación de raíces?

Horiz.	**Descripción morfológica**
A1	0-23 cm. Franco limoso, estructura en bloques subangulares medios moderados, friable en húmedo, no plástico, no adhesivo, raíces abundantes, límite inferior claro suave.
AC	23-53 cm. Franco limoso, estructura en bloques subangulares medios débiles a masivo, friable en húmedo, no plástico, no adhesivo, límite inferior abrupto suave.
Cca	53cm a +.Franco limoso, masivo, muy friable en húmedo, no plástico, no adhesivo, fuerte reacción al ClH en la masa del suelo.

40. En el centro y norte de la provincia de Entre Ríos predominan suelos Vertisoles.

a. ¿Puede relacionar el comportamiento de estos suelos con las grietas en las rutas? Fundamente.

b. ¿Puede relacionar lo anterior con el comportamiento de cultivos de raíces pivotantes en estos suelos? Fundamente.

41. Se presenta una imagen de un Haplustol típico franco arenoso “serie” Chaján. Aparece un Duripán calcáreo, genético,a profundidades variables entre 0,50 m y 2 m de profundidad. En la foto, hay combinación de erosión por deslizamiento del material franco arenoso y erosión retrocedente sobre el duripán.

Analice cómo la presencia de esta formación afecta las distintas funciones del suelo, concentrarse sólo en los aspectos del Sistema Suelo - Planta.

F - Condiciones físico-morfológicas del suelo y relación con el crecimiento de las raíces de los cultivos

42. ¿Qué implica para el comportamiento vegetal que las raicillas crezcan en un poro, sobre la superficie de un ped, o en su interior?

43. ¿De qué aspectos del vegetal y del suelo depende que un ped sea explorado o no por las raicillas del vegetal? Analice ejemplos contrastantes para dos especies vegetales, dos estructuras y tres condiciones del ped.

44. Las fuerzas radiales y axilares que ejerce una raíz en crecimiento, ¿de qué dependen? ¿Qué importancia pueden tener en una matriz rígida y en una plástica?

45. La discontinuidad en una geometría porosa en sentido vertical, ¿por qué afecta a la penetración de raíces?

46. Las tres fotos siguientes muestran unidades estructurales del horizonte A2 de tres suelos.

-La primera: agregado de suelo nunca trabajado, Argiudol típico, serie Ordóñez.

-La segunda: agregado en suelo bajo cultivo, con buena y homogénea exploración de las raíces, Hapludol típico franco arenoso, "serie" Alejando Roca.

-La tercera muestra un agregado del horizonte A2 que quedó expuesto sobre la superficie del suelo luego de realizar labranzas de corte vertical y rastra de discos, Argiudol típico, serie "Justiniano Posse" textura franca a franco arcillo limosa.

a. ¿A qué puede atribuirse la horizontalización que se observa en el agregado de la foto inferior?

b. Analice y discuta el impacto de las tres morfologías sobre el comportamiento de las raíces y el uso del agua en ciclos climáticos dominados por "El Niño" y por la "La Niña". Considere primero raíces de trigo y luego raíces de soja.

47. En las imágenes siguientes, se presentan dos ejemplos de unidades estructurales en horizontes A2; la primera, bloques aplanados, duros, y la segunda, bloques sub angulares grandes, friables, débiles que rompen en pequeños y granulares. Analice:

a. El origen y las causas de estas morfologías.

b. Impacto de cada estructura sobre el régimen hídrico y gaseoso del suelo.

c. Ídem sobre la forma de exploración y profundización de las raíces.

d. Ídem sobre el impacto en el abastecimiento de nutrientes, tanto de alta movilidad como N y de reducida movilidad como P.

48. En los agregados de las fotos siguientes, analice las variaciones de las propiedades de los mismos con el impacto que podrían tener sobre el abastecimiento de nutrientes de alta y de baja movilidad.

49. Los agregados de las dos fotos siguientes corresponden a un suelo Hapludol típico de textura franco a franco limosa, del centro de la provincia Córdoba, bajo uso agrícola en rotaciones maíz/soja. Se visualiza una condición física y morfológica frecuente de encontrar en los primeros 20 cm de profundidad. Se le solicita que responda:

a. ¿Qué hipótesis puede plantear para explicar el origen de estos rasgos morfológicos? ¿Son genéticos? ¿Son inducidos por el uso y manejo del suelo? ¿Una combinación de ambas causas?. ¿Cómo se afectaría el funcionalismo del sistema suelo/planta?

c. ¿Qué mecanismos ponen en juego las raíces de maíz (sistema homorrizo) y las raíces de soja (sistema alorrizo) para la exploración del suelo?

d. Realice el análisis para dos contenidos hídricos correspondientes a succiones de 0,5 B y de 5 B.

e. Si en lugar de textura franco limosa fuera arenoso franca ¿cómo respondería a los ítems a. y b.?

f. ¿Cómo se visualizan, miden y cuantifican estas situaciones?

50. A partir de las fotos que están debajo de los siguientes ítems:

a. Describa la estructura de los suelos de las fotos. Considere subtipo, clase y grado (Haplustol típico, franco arenoso medio, "serie" Sampacho en pendientes largas con 2%de gradiente).

b. Foto superior: Ap1 0-5 cm, DAP 0,9 Mg m^3, MO 4,0%; Ap 26 - 15 cm, DAP 1,4 Mg m^{-3}, MO 1,2%. Foto inferior: Ap1 0-3 cm, DAP1,2 Mgm^{-3}, MO 2%; Ap2 4- 16 cm, DAP 1,45Mgm^{-3}, MO 1,2%.

c. Para la foto superior, considere que por procesos de erosión hídrica se pierde todo el horizonte Ap1. Estime la cantidad de kg ha^{-1} de MO perdida, y aproximadamente los kg ha^{-1} de N y de P orgánicos que también se perderían.

51. Las dos imágenes siguientes muestran la situación de un cultivo de maíz realizado sobre un Hapludol típico, franco arenoso fino, “serie” La Aguada, en pendientes largas del 1,5%, con estructuras laminares y de bloques aplanados en los primeros centímetros, frecuentes de encontrar en todos los actuales sistemas de producción de cultivos agrícolas.
Se le solicita analice únicamente la situación del Sistema Suelo - Planta desde el punto de vista de la dinámica hídrica y posibles relaciones con la integridad del sistema (resistencia y resiliencia).

52. Para las siguientes imágenes de raíces de alfalfa, sugiera las causas de las diferentes alteraciones morfológicas de las mismas: bifurcaciones de la raíz principal, estrangulamientos y bifurcaciones, estrangulamiento con cambios de dirección en el crecimiento de la raíz principal que pasa a tener sentido horizontal, estrangulamientos con engrosamiento bifurcación y cambios en la dirección de crecimiento.

a. Considere la primera foto como la situación de raíces con modificaciones mínimas.

b. Explique las consecuencias de estas alteraciones del sistema radical para el funcionamiento del Sistema Suelo - Planta y posible efecto sobre la producción de la alfalfa en condiciones de secano.

53. Discuta posibles alteraciones morfológicas y fisiológicas del sistema radical de soja en los siguientes casos:

a. En el horizonte E (0-29 cm)de un Albacualf típico (serie "El Sauce" Hoja Calchín provincia de Córdoba).

b. En el horizonteBt2 (40-76 cm)de un Argiudol vértico(serie "Ramallo" Hoja Pérez Millán provincia de Buenos Aires).

c. En el horizonte B2m (37-50 cm) de un Duracuol nátrico (serie "Ea. La Alicia "Hoja Laboulaye provincia de Córdoba).

d. En el horizonte IIAC de un Udorthente lítico (serie "Alpa Corral" Hoja Río de los Sauces provincia de Córdoba).

54. Describa las siguiente fotos e hipotetice el efecto de la estructura superficial, sobre el cultivo del maní en floración y sobre el cultivo de trigo. Complemente el análisis de la segunda foto con la tercera que muestra una visión panorámica del cultivo de trigo.

55. Describa las posibles condiciones de suelo que determinaron se generase el sistema de raíces del cultivo de girasol que se muestran en la foto siguiente. ¿Qué implicancias estima que puede tener para el funcionalismo del sistema suelo-planta?

56. Discuta las alteraciones morfológicas y fisiológicas del sistema radical del maíz y soja en los siguientes casos:

a. En el horizonte “E” de la serie “Las Rosas” de la provincia de Santa Fe.

b. En un fragipán a 35 cm de profundidad en un suelo perteneciente a la serie “Ea. La Alicia” cercano a la localidad de Laboulaye.

c. En el horizonte “AC” con una DAP de 1,7 Mg m^{-3} de un suelo areno - franco serie tentativa “Paunero” ubicado 70 km al oeste de la localidad de Vicuña Mackenna.

G - Relaciones hídricas

57. Dentro del enfoque integral de las relaciones hídricas del sistema suelo - planta - atmosfera, realice un diagrama para representar las pérdidas de agua del suelo e indique cuáles son las más importantes para las series Olaeta (Córdoba) y Ramallo (Buenos Aires).

58. ¿En el sistema suelo - planta - atmósfera , ¿Qué propiedades definen la redistribución de agua en el perfil del suelo?

59. En las siguientes fotos, se muestra un ambiente ubicado 40 km al oeste-noroeste de Gigena (Cba) donde en la media loma alta el suelo ha tenido importante erosión hasta quedar expuestas gravillas, gravas y concreciones de carbonatos; por otra parte, en la planicie baja se ha generado un horizonte A cumúlico (no se muestra) de 30 cm de profundidad. Se le solicita:

a. Indique qué componentes del balance hídrico son los que definen el comportamiento del sistema en la loma, la media loma y cuáles en el bajo. ¿Qué implicancias tienen sobre la disponibilidad y uso eficiente del agua para cultivo anual de ciclo estival, y para otro invernal, por ejemplo, trigo?

b. Además de todas las variables que intervienen en la disponibilidad y abastecimiento hídrico en el Sistema Suelo - Planta- Atmósfera que analizó en a .¿qué otras interacciones entre las propiedades del sistema suelo - planta estarían involucradas en el diferente comportamiento del cultivo, por ejemplo, maíz?

c. ¿Cómo mide y cuantifica todas las variables que ha indicado en (a) y en (b)?

60. Las siguientes fotos corresponden a un Haplustol típico franco arenoso (series tentativas “Sampacho”, “Carnerillo” y “General Deheza” de arriba a abajo), en tres situaciones:

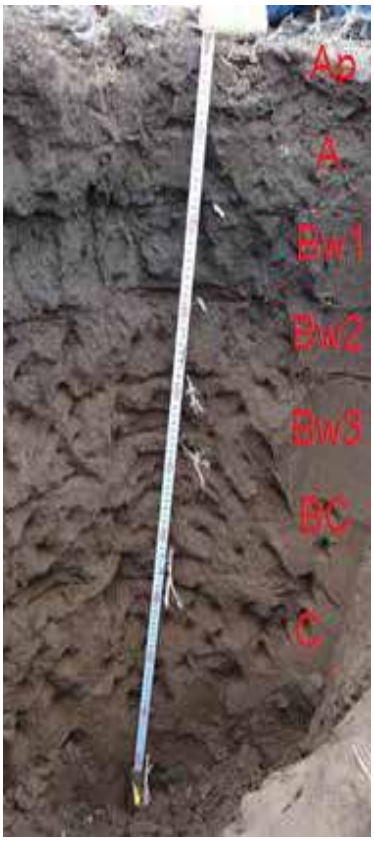
a. 100% de cobertura en “labranza cero”.

b. 10% de cobertura en “labranza cero”.

c. Sin cobertura y luego de haber pasado una reja de corte vertical en suelo con bajos contenidos hídricos que había tenido 10 años de uso agrícola con “labranza cero”.

Asuma que ocurrió una lluvia importante como para que el contenido hídrico del suelo sea cercano a saturación y que la demanda evaporativa de la atmósfera fue similar. Se le solicita que, utilizando el software SWBModel 11 (Gaylon and Marcos, 2002), simule cuántos milímetros de agua pierde cada situación en diez días. Explique los resultados.

61. La siguiente foto y datos corresponden a un Hapludol típico, ubicado 30 km al SO de Río Cuarto.



Horiz.	Prof. (cm)	Arcilla	Limo (2 a 20µ) %	Limo (2 a 50 µ) %	Arena (50 a 100 µ) %	Arena (100 a 450 µ) %	Arena (50 a 450 µ) %	% MO
A	0-3	11,7	28,6	39,7	30,4	18,3	48,6	3,9
	3-18	10,3	20,9	32,3	28,7	28,7	57,4	1,8
Bw1	18-27	14,7	27,2	41,0	24,7	19,6	44,3	1,8
Bw2	27-39	11,3	20,6	32,4	27,1	29,2	56,3	1,3
Bw3	39-48	9,3	17,7	33,1	20,3	37,4	57,7	0,9
BC	48-62	8,1	15,2	25,6	26,4	39,9	66,4	-
C	62-100	7,9	15,7	28,7	29,7	33,7	63,4	-

Horiz.	Prof. (cm)	DAP (Mg m^{-3})	θ (-30 kPa)	θ (-1500 kPa)	CH (-30 kPa) - CH (-1500 kPa) %	Lámina de agua disponible (mm/ horizonte)
A	0-3	1,34				
	3-18	1,34				
Bw1	18-27	1,35				
Bw2	27-39	1,41				
Bw3	39-48	1,41				
BC	48-62	1,39				
C	62-100	1,40				

Se le solicita que, mediante el programa SPAW (Saxton, K.E.), estime los contenidos hídricos correspondientes a -30 y -1500 kPa y calcule los mm de agua energéticamente disponibles por horizonte y hasta los 100 cm de profundidad.

62. Si por laboreo, por ejemplo pasada de rastra de discos, se modifica la porosidad de los primeros 10 cm de profundidad del suelo de la serie tentativa "Spernanzoni" (Argiudol típico, franco) con un contenido inicial de agua de 5 bares, al cabo de 2 meses (si no llueve), ¿aumentarán o disminuirán las pérdidas con respecto al no laboreo? Fundamente la respuesta.

63. En algunos ensayos se ha encontrado que el maíz sufre sequía con distintos valores de ETP, a diferentes contenidos hídricos del suelo:

ETP (mm/día)	Succión de agua del suelo, bares
1,4	12
3-4	2
6-7	0,3

a. Discuta la interpretación que le sugieren los resultados.

b. Cómo supone usted que serían las relaciones anteriores (evaporatividad- succión) si en vez de maíz el cultivo fuese:

i. Lechuga
ii. Centeno

c. Sobre la base del planteo del problema y los ítems (a) y (b), defina el criterio de disponibilidad de agua edáfica que considere más apropiado, e indique de qué variables dependen.

64. En la sequía 2011-12 que ocurrió en la región centro sur de Córdoba con centro en Río Cuarto, fue posible ver cultivos que eran afectados por la condición climática en forma dispar. Analice las imágenes (las tres fueron tomadas el mismo día) y discuta a qué factores puede atribuir las diferencias. Primer foto, Hapludoles típicos, series tentativas "La Carolina, El Potosi", de textura franca; segunda foto, serie tentativa "Rodeo Viejo" textura franco arenosa; y tercer foto, serie tentativa "Moldes" textura franco a franco limosa.

65. Describa el proceso de evaporación (apoyándose en formulaciones matemáticas), bajo las situaciones siguientes:

a. En las dos fotos siguientes, Argiudol típico serie Marcos Juárez, sin cobertura y con cobertura superficial, sembrado con maíz.

b. En las tres fotos siguientes sembradas con cultivo de trigo: Argiudol típico (arriba: serie Monte Buey), Hapludol típico (centro: serie tentativa Las Vertientes) y Haplustol éntico arenoso franco medio (abajo: serie tentativa Washington).

66. Se ha comprobado que una capa freática cercana a la superficie del suelo, tiene influencia sobre el abastecimiento hídrico del vegetal. ¿Qué aspectos del sistema suelo-planta-atmósfera considera que definen la profundidad óptima de una freática?

67. Analice las siguientes situaciones:

a. Haplustol típico franco arenoso, serie tentativa “Jovita”

b. Altura de ascenso capilar desde nivel freático en Argiustol típico de “Laboulaye”.

c. Altura de ascenso capilar en un Hapludol típico franco arenoso, serie tentativa “La Lagunilla” (35 km O SO de Río Cuarto).

d. Analice el ascenso capilar en una asociacion de suelos Argiudol tipico franco arcillo limoso en posiciones altas y Argialbol tipico en las posiciones de planicies bajas, que terminan en Natralbol tipico en los bajos. Corresponden a un canal 10 km SE de Monte Buey. Enfatice las relaciones que existirian entre textura y morfología de los perfiles (límite de horizontes y estructura)

68. Indique qué propiedad mide el siguiente equipo y cuál es su fundamento.

69. ¿Por qué la K no saturada, en la fórmula de Darcy, no es un valor constante?

70. ¿Cómo y qué datos necesita usted para poder interpretar en términos del funcionamiento del sistema suelo/planta el porcentaje de agua sobre peso seco de una muestra de suelo?

71. Para el suelo de la serie tentativa "Olaeta" (información analítica en guía de trabajos prácticos), se le solicita calcular:

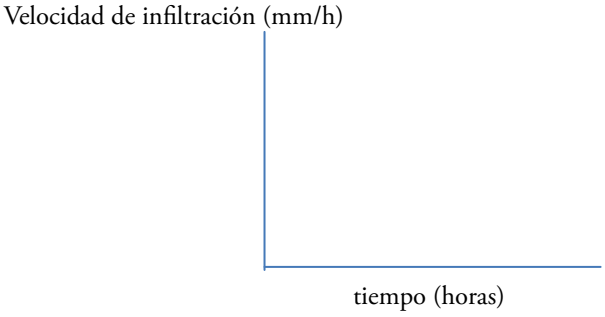
a. Capacidad total de almacenaje de agua útil, expresando los resultados en lámina de almacenaje y en litros por ha.

b. Partiendo de un contenido hídrico del suelo igual a 0,5 de su capacidad de almacenaje total de agua y una precipitación de 120 mm, ¿qué profundidad alcanzaría aproximadamente a humedecer en el perfil? (considere que, por relieve, condiciones de superficie y características de la precipitación,la precipitación efectiva es de 0,6).

c. De la precipitación mencionada anteriormente, considerando los primeros 40 cm, ¿cuántos mm de agua útil se acumularían en el perfil?

72. En un suelo con un contenido hídrico del 7%, en los primeros 20 cm de profundidad, cae una lluvia de 20mm. Considerando que la humedad equivalente es del 30% y el PMP del 12%, calcule si hay agua disponible para los vegetales y en qué cantidad. DAP: 1,3 Mg cm^3.

73. Complete el gráfico, considerando que el proceso de infiltración corresponde a una lluvia de 50 mm en dos horas, luego de dos meses de sequía (suelos sin coberturas de rastrojos).



a. Argiudol vértico, franco arcillo limoso.
b. Argiudol típico franco.
c. Haplustol éntico, arenoso franco.

74. Para distintos suelos se han obtenido los siguientes valores de contenido hídrico a diferentes energías de retención.

0B	pF: 1	10 julio/Kg	0,5B	pF: 3	10.000 cm columna H_2O	20atm	Suelo
35% H_2O	30	25	15	10	6	3	A
49% H_2O	46	40	35	25	16	12	B
62% H_2O	60	58	50	42	35	30	C

a. Construya la curva de retención hídrica para cada suelo.

b. ¿Cuál es la capacidad total de almacenaje para cada suelo?

c. Con densidad real de 2,65 g/cm^3 para cada muestra, ¿qué densidad aparente tienen?

d. Estime la textura de cada suelo.

e. ¿Qué % de poros tendrá cada muestra?:

i. Porosidad total.
ii. Porosidad no útil.
iii. Porosidad de drenaje rápido.
iv. Porosidad de drenaje lento.
v. Porosidad de acumulación de agua útil.

f. ¿Cuál sería la capacidad de almacenaje de agua útil?

g. ¿En qué medida se alterarían las relaciones de porosidad si los tres suelos se llevan a una densidad aparente de 1,7 g/cm^3?

H - Relaciones gaseosas

75. Analice las relaciones que existirían entre el factor intensidad de aireación y las siguientes funciones del sistema suelo/planta:

a. con temperaturas del suelo óptimas para el crecimiento radical.

b. con la densidad aparente.

c. con la nutrición mineral de las plantas

d. ¿Tendrían diferentes umbrales críticos de intensidad de aireación los cultivos de raíces homorrizas respecto de los alorrizos?

76. ¿Cuál es la influencia del factor capacidad de aireación sobre la morfología del sistema radical por ejemplo de cultivos de trigo, soja, maíz y girasol?

77. Describa el proceso de intercambio de gases entre la atmósfera y el suelo según lo que visualiza en la foto y posibles implicancias para el cultivo. Hapludol típico en planicies bajas de la serie tentativa "Las Vertientes".

78. La imagen corresponde a un suelo ubicado en un área deprimida del labio hundido de la falla geológica al oeste de la ciudad de Río Cuarto, paraje San José. Los niveles freáticos en algunos períodos se elevan durante 15 días hasta los 0,20 m de la superficie. Analice los parámetros de aireación del suelo y su efecto sobre los cultivos en dos períodos (uno de ellos el más crítico, e indique cuál es). Para los cultivos de:

a: maíz; b: soja; c: trigo; d: alfalfa.

79. Las siguientes fotos corresponden a una alfalfa sobre un Natracualf típico. ¿A qué puede atribuir que la alfalfa se haya secado en determinados sectores?

80. En la imagen se muestra el efecto del paso de una rueda de tractor sobre un suelo Natracuol típico al este de Villa María. La situación es frecuente durante períodos de anegamiento de los suelos en períodos de cosecha de cultivos con tránsito de equipos de recolección (cosechadora, tractores, picadoras para silo y arrastre de tolvas, etc.). Discuta los efectos sobre el factor capacidad e intensidad de aireación de esos suelos.

81. Analice y defina qué rasgos morfológicos de los siguientes horizontes de suelo ayudan en el diagnóstico de situaciones de aireación del perfil. Horizonte Bt arriba y horizonte B3 de Argiudol vértico, abajo.

82. Analice y defina significado de los rasgos morfológicos de las fotos de suelos de “pampas de altura de la sierra de Comechingones”ubicados sobre las brechas geológicas, que en esos ambientes son organizadoras de los escurrimientos del agua y de la profundidad de oscilación del nivel freático.

I - Relaciones térmicas

83. En las fotos siguientes se presentan dos ambientes de Argiudoles típicos, en períodos de invierno. En la primera se muestra un Argiudol típico cubierto con 50 cm de nieve en Urbana (Illinois, EE.UU.). En la segunda foto, un Argiudol típico del centro sur de la provincia de Santa Fe. En ambos suelos se sembrará maíz en primavera. Se le solicita que analice en ambos suelos:

a. funciones del régimen hídrico y disponibilidad de agua en el perfil,

b. régimen térmico del suelo,

c. disponibilidad (factor intensidad) de los macronutrientes, luego de emergido el cultivo de maíz.

Considere situaciones climáticas similares luego de la emergencia del cultivo.

84. ¿Cómo relaciona la disponibilidad de P y la temperatura del suelo?

85. Indique la influencia de temperaturas inferiores y superiores a las óptimas sobre morfología de la raíz y morfología de las hojas en cultivos de ciclo estival e invernal.

86. Ídem sobre absorción de agua, absorción de nutrientes, metabolismo del N en la raíz y biosíntesis de reguladores de crecimiento.

87. Las siguientes fotos fueron tomadas en la meseta patagónica en época invernal. En cercanía de Los Altares, centro de Chubut, la superior, y en el suroeste de la provincia de Santa Cruz (50 km E de Rio Turbio) la inferior. Analice el Sistema Suelo - Planta en relación con el régimen térmico y el abastecimiento hídrico en estos ambientes.

J - Relaciones nutricionales

88. Seleccionar el término que corresponda, según el contexto:

a. El pH del suelo condiciona la bio disponibilidad de nutrientes; así, por ejemplo, en un horizonte con carbonato de calcio (detectado por reacción al ClH), las plantas se verán *favorecidas/afectadas* en la nutrición de hierro, ya que el sistema radicular lo puede absorber *más fácilmente/muy poco*. Por lo contrario, la toxicidad por aluminio o manganeso sólo será preocupante en suelos *con carbonato de calcio/muy ácidos*.

b. Si se produce alfalfa, cultivo exigente en calcio, en suelo cuyo pH es menor a 5 hasta los 70 cm asociado a la presencia de aluminio, el rendimiento de materia seca será *adecuado/escaso* y la nodulación será *deficiente/correcta*. Si al suelo se le agrega calcio, provocará un *aumento/disminución* del pH debido a que el aluminio *precipita/se solubiliza*.

89. Determinar cuántas veces es más ácido un suelo de pH=4 que un suelo de pH=6.

90. Las flores de la hortensia (*Hydrangea macropphylla*) varían su color según el pH del suelo. Explique a qué rango de pH ocurre cada color y cuál es la causa de la variación.

*Fotos extraídas de Porta et al. (2013)

91. El Haplustol típico franco arenoso de la serie tentativa "Suco" almacena 80 mm de agua disponible en el primer metro de profundidad. Se evaluó el contenido de P en la solución del suelo (factor intensidad) y se obtuvo un valor promedio para el metro de 0,05 ppm. Análisis previos de diagramas de solubilidad del P en fase sólida permiten inferir que el factor capacidad de estos suelos mantendrá esos valores de intensidad durante todo el ciclo estival del cultivo. En el mes de noviembre, se siembra maní en ese suelo y llueven 400 mm en el ciclo del cultivo. Se le solicita que:

a. Calcule cuántos Kg/ha de P ofrece la solución del suelo al cultivo durante su ciclo.

b. Es suficiente el P que hay en la solución del suelo para un rendimiento de 3000 kg/ha (Se recuerda que un cultivo de maní requiere 30 kg de P/ha para ese rendimiento).

c. A partir de su respuesta al ítem (b), ¿puede suponer una posible deficiencia de P? ¿Por qué?

d. ¿En qué cambiaría su análisis si el cultivo fuese maíz? ¿Por qué?

92. La práctica de desmonte lleva muchas veces implícita una quema de los restos de los árboles que se extrajeron para realizar agricultura. Las elevadas temperaturas producto de la quema producen pérdidas de algunos nutrientes, mientras que otros permanecen en las cenizas. Se le solicita que nombre los nutrientes que se pierden del suelo y que nombre aquellos nutrientes que quedan en las cenizas. Explique la aseveración.

93. Con relación a nutrientes del suelo, se le solicita que:

a. Indique en las siguientes fotos de un cultivo de maíz, a qué deficiencia puede atribuir la sintomatología de la foto de arriba y a cuál la de abajo. Fundaméntelo.

b. Indique las ventajas y desventajas del diagnóstico visual.

94. Las fotos correspondes a un cultivo de maíz sembrado en septiembre, con temperaturas menores a las óptimas, sobre un Haplustol éntico (serie tentativa "Dalmacio Vélez"), con un contenido de P elevado generado por la aplicación de fertilizante fosfatado. Luego de analizada la situación, se hipotetiza que el cultivo sufre deficiencia de cinc. ¿Puede fundamentar la hipótesis?

95. Con relación a macro y micronutrientes:

a. Indique los nutrientes que son móviles y cuales inmóviles en la planta.

b. Indique los nutrientes que son móviles y aquellos que son inmóviles en el suelo.

c. ¿Cómo relaciona la movilidad / inmovilidad del nutriente en planta con la sintomatología de deficiencia?

96. La foto muestra un cultivo de trigo desarrollado sobre un suelo Argiudol típico serie Ordóñez. ¿A qué puede atribuir que el cultivo manifieste "manchones" de mayor desarrollo?

97. La siguiente Tabla muestra datos de un suelo Haplustol entico ubicado en sector de loma en la zona de Cuatro Vientos. Se le solicita que:

a. Calcule los % de saturación de calcio, magnesio y potasio e interprete los resultados. Si existiesen alteraciones respecto de % de saturación considerados equilibrados, hipotetice acerca de las posibles causas.

b. Evalúe la disponibilidad de P para cultivo de soja, maíz y trigo.

Horiz.	Prof. (cm)	pH	P (ppm)	CIC (cmol/kg)	Bases de intercambio								Suma de bases
					Ca^{++}		Mg^{++}		K^{+}		Na^{+}		
					(cmol/kg)	%	(cmol/kg)	%	(cmol/kg)	%	(cmol/kg)	%	
Ap	0-10	6,6	7,5	13,0	5,3	41,0	0,8	6,1	2,3	17,7	0,1	0,8	65,6
A	10-23	6,6	2,3	11,7	5,5	47,0	1,0	8,5	1,6	13,7	0,2	1,7	70,9
AC	23-42	7,2	1,8	11,2	7,4	66,0	1,3	11,6	2,0	17,8	0,1	0,9	102,3
Ck	+ 42	8,3	nd	10,2	-		-		1,6	15,7	0,2	1,9	

98. Los procesos erosivos de la zona del pedemonte en el Dpto. Río Cuarto han determinado que queden expuestos horizontes sub superficiales con carbonato de calcio diseminado en la masa del suelo (detectado por reacción al ClH). Si se implantase un cultivo de maíz sobre ese horizonte, ¿qué sintomatología supone que puede presentar el cultivo, provocada por déficit de nutrientes? Explique y fundamente.

99. Se realiza un análisis de K intercambiable a una muestra de suelo de un Hapludol típico de Alejo Ledesma y arroja un resultado de 200 ppm de K (mg/kg de suelo). Se le pregunta:

a. ¿A cuántos meq/100 g de suelo equivale?

b. ¿A cuántos cmolc/kg de suelo equivale?

100. Se aplicaron 200 kg/ha de urea a un cultivo de maíz implantado en un Hapludol típico de textura franco arenosa, con límites de horizontes suaves, un DAP uniforme de 1,3 gr/cm^3, ubicado en una planicie extendida de la zona de La Carolina de El Potosí. Posteriormente a la aplicación (tres días), llovieron 80 mm en una sola tormenta durante cuatro horas. Analice en las siguientes situaciones si el nutriente que aportaría la urea sería absorbido por el cultivo y, en ese caso, bajo qué forma química.

a. Urea aplicada:

- sobre la superficie del suelo,
- a 10 cm de profundidad.

b. Profundidad del sistema de raíces del cultivo:

- 30 cm de profundidad con DLR mayor a 1 cm cm^{-3}
- 30 cm con DLR mayor de 0,2 cm cm^{-3}
- 60 cm con DLR promedio de 0,08 cm cm^{-3}

c. Si la lluvia hubiese caído a los quince días de aplicación, ¿varía su respuesta?

101. Las fotos siguientes muestran ambientes del centro de la provincia de Misiones. La foto inferior presenta un suelo Hapludox típico con cultivo de maíz y mandioca (fila central), en un espacio que se ha desmontado hace tres años.

Se le solicita:

a. ¿Cómo estima será la dinámica anual de la materia orgánica del suelo en este sistema agrícola luego del desmonte?

b. Analice la ecuación del balance de materia orgánica en este ambiente y compare los fm y fh con los de un Argiudol típico Serie Marcos Juárez.

c. ¿Cómo estima sería la evolución de las condiciones físico-químicas del suelo luego de cinco años de agricultura?

d. ¿Cuáles son los principales nutrientes que pueden aparecer deficientes, por bajos niveles, por bloqueos y por interacciones químicas?

e. ¿Porqué estima que décadas pasadas a este sistema de producción se le llamaba "agricultura de parches", "agricultura de trashumancia"? ¿Con qué propiedades físicas y químicas del suelo podría relacionar estas denominaciones vernáculas?

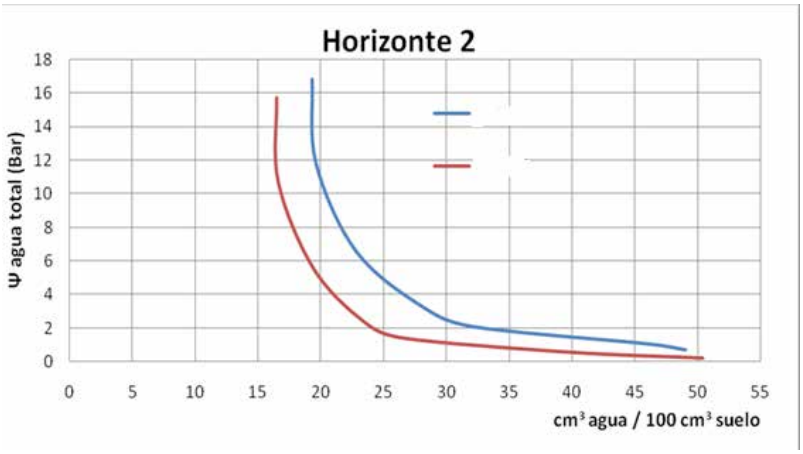
K - Las plantas en suelos con salinidad y sodicidad

102. ¿En qué situación puede haber mayor interacción entre partículas de arcilla, en el caso en que la suspensión arcilla-agua-electrolito, se encuentre presente el sodio o se encuentre presente el calcio? ¿Porqué?

103. En el siguiente gráfico se muestran dos curvas de capacidad hídrica, una corresponde a un suelo sódico y la otra, no. Ambos suelos poseen similar granulometría y contenido de materia orgánica.

a. Indique cuál de los suelos tiene exceso de sodio y el porqué de las diferencias entre curvas.

b. Marque en la gráfica cómo se modificaría la curva identificada por Ud. como la correspondiente a un suelo sódico, si se le agrega calcio.



104. La imagen muestra un ensayo rápido y sencillo. Explique porqué, al colocar un terrón de suelo en agua destilada, en un caso mantiene su forma y en otro caso produce un halo.

105. La siguiente imagen corresponde a la superficie de un suelo Natracualf típico cercano a la localidad de Alto Alegre, en la provincia de Córdoba. ¿A qué atribuye el color negro?

106. El fenómeno de "manchoneo" de cultivos es característico de suelos sódicos. En la primera foto se observa un maiz "manchoneado" y en la siguienteun cultivo de soja. Ambas fotos fueron tomadas en las cercanías de la localidad de Cintra en la provincia de Córdoba. Hipotetice acerca de las causas de este fenómeno.

107. Se observa en la imagen un cultivo de soja desarrollada sobre un Natracualf típico según consta en Carta de Suelos del INTA,ubicado en las cercanías de la localidad de Alto Alegre, provincia de Córdoba. La napa freática oscila entre 1,00 y 1,80 m de profundidad

a. ¿Qué puede inferir acerca dela condición físico/morfológica del sistema suelo?

b. ¿Cómo analiza su posible efecto sobre el cultivo de soja?

c. ¿A qué atribuye el color de la napa freática?

108. La siguiente foto corresponde a un suelo con deficiente drenaje del este de Córdoba (Natracualf típico, serie Villa Francisca, San Marcos Sur). En ella pueden visualizarse manchas blancas. ¿Puede explicar a qué corresponden? Como elemento de diagnóstico, ¿qué le permitiría inferir del funcionalismo del sistema suelo/planta?

109. La foto siguiente corresponde al caso de un ambiente hidrohalomórfico ubicado 10 km al sur de Curapaligüe (Córdoba). Se le solicita:

a. Describa sintéticamente, y utilizando términos técnicos, todas las unidades ambientales que observa en la imagen,

b. Discuta las relaciones paisaje-suelo-vegetación de cada situación identificada en la foto.

110. La foto siguiente fue tomada 10 km al norte del paraje Ruiz Díaz de Guzmán (30 km N de Laboulaye). Se le solicita similar análisis a la pregunta anterior.

111. Las imágenes siguientes corresponden a dos ambientes hidrohalomórficos.

a. Primer imagen: 5 km al oeste de la localidad El Rastreador. Discuta las relaciones ambiente-suelo-vegetación. Explique porqué se observan diferentes intensidades de salinización en la superficie del terreno.

b. La segunda imagen está ubicada 5 km al este de la localidad de Chaján, es una planicie extendida de materiales franco arenosos finos que en su génesis recibió aportes de materiales arenosos francos formando lomadas largas uniformes con pendientes del 1%. Capa freática a 50 centímetros de profundidad en la planicie baja, conductividad eléctrica de 4,5 dSm^{-1}. Discutir las relaciones paisaje-suelo-vegetación. Haga referencia únicamente al Sistema Suelo - Planta, obvie el análisis de la erosión hídrica.

112. Las imágenes corresponden al caso de una planicie hidro halomórfica ubicada 45 km al norte de la ciudad de Laboulaye. Las fotos están en el mismo establecimiento ("Las Averías") y fueron tomadas el mismo día, con dos horas de diferencia. Durante ese lapso ocurrió una lluvia de 40 mm caída en 40 minutos. La primer foto fue antes de que ocurriera la lluvia y la segunda posterior a dicho evento. El suelo es un Duracualf típico, con capa freática de 15 dSm^{-1} que oscila entre 0,20 m y 1,50 m de profundidad, según relieve y período del año. Se le solicita:

a. En ambas, analice las relaciones ambiente-suelo-vegetación. Discuta las diferencias de las condiciones de superficie.

b. Están en la misma situación de relieve. Analice la falta de infiltración y el "encharcamiento".

113. La imagen muestra un perfil de suelo en cercanías de la localidad de El Rastreador (Córdoba) con capa freática que oscila entre 0,20 m y 1,10 m según período del año. La CE de la napa era de 9,2 dSm^{-1}.

Se le solicita que analice el proceso de migración ascendente y descendente de aniones y cationes en el perfil y superficie del suelo. Considere las variaciones estacionales de la ETP, condiciones de cobertura del suelo y de profundidad del nivel freático:

a. Calcule potencial depósito de sales en kg/ha/año con un ETP promedio anual 5 mm/día que se satisfacen por continuidad capilar.

b. Realice con el mismo criterio de cálculo, el depósito real de sales si la superficie de suelo estuviese totalmente cubierta con 5 cm de residuos vegetales (recuerde el impacto de las coberturas de la superficie del suelo sobre las pérdidas de agua por evaporación)

c. Si el suelo tiene una pastura de "agropiro alargado" que cubre toda la superficie del suelo, ¿cómo serían los flujos de sales en este sistema suelo-planta? Fundamente la respuesta con criterios y lenguaje técnico.

d. Si por algún implemento de corte horizontal se generó una discontinuidad física a los 25 cm de profundidad, sin modificar condición de superficie del suelo, ¿cambiarían en algo sus respuestas anteriores? Fundamente la respuesta con criterios y lenguaje técnico.

114. En la estancia “María Inés”, ubicada pocos km al sur de la localidad de La Carlota, en el mes de julio del año 2011 se toma la foto que se indica debajo. El suelo estaba cubierto con gramón y se analizó CE y pH en el perfil, cuyos resultados se muestran.

Si Ud. hubiese ido al mismo lugar en el mes de marzo de 2012, ¿qué cambios supone que tendría la imagen y los datos mostrados?

Maria Ines

Profundidad (cm)	$CE_{2:1}$ (dS/m)	CE_{e} (dS/m) '	$pH_{2:25}$
costra	28,8	51,4	10,15
0-10	3,51	6,27	9,93
10-20	1,46	2,61	9,59
20-32	0,668	1,19	9,48
32-50	1,22	2,18	9,41
50-72	1,161	2,07	9,31

¿Podrá inferir como evolucionarían estas situaciones? Fundamente su respuesta.

115. Suponga que un productor de la zona de Arroyo Algodón, localidad ubicada unos 40 km NE de Villa María, le solicita que realice un diagnóstico del campo (se indican los limites en rojo en la imagen), porque necesita saber cuáles son las principales limitantes del sistema paisaje/suelo/cultivo para, de esa manera, decidir qué cultivos realizar y cómo manejarlos.

Usted decide empezar buscando información en las Cartas de Suelos del INTA en escala 1:50.000. Cuando ubica el campo, encuentra que el establecimiento está ubicado en la Hoja James Craik, en la unidad cartográfica PLZ1. Pero dicha unidad está compuesta por cuatro series Paraje Los Zorros (Natrustalf típico, 30%), Sacanta (Hapludol típico, 20%) Cintra (Argiudol ácuico, 20%) y Ausonia (Natralbol típico 30%).

Analice la información que le brinda la carta de suelos para realizar un diagnóstico a nivel de lote. ¿Cómo continúa el trabajo de diagnóstico luego de este primer análisis?

116. En la tabla siguiente, se describe analíticamente la serie de suelos “Cayuqueo” en Córdoba.

Horizonte	**Al**	**B2t**	**B3**	**Cca**
Profundidad cm.	0-19	19-42	42-74	74a+
Materia orgánica,%	2,93	0,68	0,17	
Carbono orgánico,%	1,7	0,4	0,1	
Nitrógeno total,%	0,20	0,09		
Relación C/N	8,5	4,4		
Arcilla,<2u,%	21,5	39,4	23,9	14,4
Limo,2-50u,%	64,9	50,2	55,8	62,5
Arena m.f., 50- 100u,%	12,1	11,2	18,2	22,4
Arena f.,100-250u,%	0,3	0,3	0,4	0,4
Arena m.,250-500u,%	0,2	0,2	0,2	0,2
Arena g.,500-1000u,%			0,3	
Calcáreo,CaCO3,%	0	0,5	0,9	2,2
Equiv. de humedad, %	29,6	38,2	28,8	20,5
pH en agua 1 :2,5	7,9	8,6	8,9	9,9
Cationes de intercambio				
Ca^{++}	10,7			
Mg^{++}	1,5			
Na^{+}	4,7	3,2		6,2
K^{+}	1,8	1,0		1,9
Conduct. Eléctrica (mmhos/cm)		5,14	9,01	
Suma de bases,%	18,7			
CIC meq/100 gr.(T)	18,6	20,1	16,5	11,0
Composición extr. Saturación (meq/l)				
Ca^{++}		9,2	10,8	
Mg^{++}		1,4	2,2	
Na^{+}		40	84	
K^{+}		2	2	
HCO_3^{-}		12,8	4,8	
$SO_4^{=}$		27,2	59,9	
Cl-		15,8	36,8	

Se le solicita que:

a. Indique si hay algún horizonte "salino". Fundamente.

b. Indique si hay un horizonte "sódico". Fundamente.

c. ¿A qué atribuye la falta de datos de las bases intercambiables en el último horizonte?

d. ¿Por qué entre los datos analíticos no figuran (no son medidos) los valores de $N\text{-}NO_3^-$ni de $PO_4H^=$?

e. Explique el porqué de las diferencias entre pH en pasta y pH 1:2.5. ¿Cuál de esos valores utiliza Ud. para el diagnóstico del suelo?

f. ¿En qué horizonte es más factible que el fósforo tenga niveles deficitarios? ¿Por qué?

g. ¿Cuántos Kg/ha de nitrógeno se mineralizarán en un año en el horizonte Ap a partir de la materia orgánica nativa del suelo? Recuerde que la MO posee un 5% de nitrógeno. Considere un fm de 0,027.

h. Calcule el RAS del B2t. Interprete el resultado.

i. Los factores capacidad e intensidad de aireación ¿pueden tener alteraciones en algún horizonte? ¿En qué circunstancias ocurriría?

j. En orden jerárquico de mayor a menor defina las limitaciones funcionales de este suelo.

117. Con relación a la salinidad de los suelos, se le pregunta:

a. ¿La conductividad eléctrica es una medida directa o indirecta de la salinidad de los suelos? Fundamente.

b. ¿En qué unidades se expresan los resultados de conductividad eléctrica?

c. ¿Cuáles son los principales aniones y cationes que constituyen las sales de los suelos salinos?

d. ¿Cuál es el principal efecto de la salinidad sobre las plantas?

e. ¿Es importante conocer la época del año que en se toma la muestra para evaluar conductividad eléctrica en suelos? ¿Por qué?

f. ¿Es importante conocer la época del año que en se toma la muestra para evaluar porcentaje de sodio intercambiable en suelos? ¿Por qué?

118. Complete o tache, según corresponda:

La acidez activa o actual se determina en una suspensión de suelo…....…....…… en una relación (...: ...) y la acidez potencial en una suspensión suelo……....……en una relación (...: ...).

119. Confeccione un listado de especies de interés agronómico según la tolerancia a las sales del suelo. Clasifíquelas según su valor umbral y clasifíquelas según la disminución de rendimiento a partir del valor umbral.

120. Analice los mecanismos de tolerancia que tienen los vegetales a elevados contenidos de sales en el suelo.

121. Las imágenes siguientes muestran ensayos realizados para la revegetación de playas salinizadas en la colonia "La Providencia" (30 km al NO de Laboulaye).

a. Describa con terminología técnica lo que observa en las fotos.

b. Infiera acerca de las diferencias que visualiza en las mismas y las posibles causas.

122. En áreas bajo monte correspondientes a la provincia fitogeográfica del Espinal, distrito del algarrobo en la provincia de Córdoba, es frecuente observar que el suelo debajo de los algarrobos presenta mayor contenido salino que el suelo debajo del estrato graminoso del mismo monte. En el área la napa freática oscila entre los 1 y 4 m profundidad. Las siguientes fotos ilustran esta situación y fueron tomadas en la Estancia "El Tigre" en las cercanías de la localidad de Arroyo Algodón, provincia de Córdoba.

Hipotetice acerca la aseveración arriba realizada.

L - Ejercicio

123. Responda los siguientes ítems

Suponga un suelo Hapludol típico serie tentativa "Río Cuarto" de textura franco-arenosa en el que se sembró un cultivo de soja, con una densidad de plantas por ha de 660.000, en un modelo de plantación de 30 cm entre hilera y 5 cm entre planta.

El suelo presenta dos condiciones físicas: A) sin alteraciones morfológicas, estructuras granulares y bloques sub angulares medios, límite claro entre los dos primeros horizontes, y B) con densificaciones superficiales que se muestran con estructuras pseudo laminares, y densificaciones sub superficiales con estructuras de bloques aplanados, duros, compactos y límite abrupto entre los horizontes.

Al inicio de la etapa reproductiva se evaluó en cada condición de suelo densidad aparente, agua útil, $N\text{-}NO_3^-$ y P por horizonte y también DLR. Los datos se indican en la Tabla siguiente.

Como información complementaria, se sabe que durante el período octubre/marzo llueven en promedio 600 mm en tres precipitaciones mensuales.

Asuma para responder a la pregunta que el suelo se encuentra con su máxima cantidad de agua útil.

¿Cómo sería su análisis si el perfil estuviese en promedio en el 60% de su capacidad de almacenaje de agua útil?

Horiz	Prof. (cm)	Espesor (m)	DAP (A) (Mgm^{-3})	DAP (B) ($Mg\ m^{-3}$)	Agua útil (%)	$N\text{-}NO_3^-$ (ppm)	DLR (A) (cm/cm^3)	DLR (B) (cm/cm^3)
Ap1	0-4	0,04	1,28	1,3	9	25	0,7	1,5
Ap2	5-17	0,12	1,3	1,48	9.01	12	1	0,5
A2	18-29	0,11	1,3	1,4	8.5	8	0,75	0,3
Bw1	30-41	0,11	1,34	1,35	7.99	2	0,5	0,1
Bw2	42-63	0,21	1,35	1,38	7.5	2	0,2	0
B/C	64-96	0,32	1,39	1,4	8.14	1	0,15	0
Ck	93-140	0,47	1,4	1,41	8.01	1	0,08	0

Como herramienta de apoyo para la interpretación de las situaciones suelos/cultivos, se ha diseñado una planilla Excel, que estima el volumen de suelo disponible y volumen que abastece a las raíces (denominado volumen de suelo explorado), la proporción del volumen total de cada horizonte que es explorado por raíces, y la cantidad de agua útil, nitratos y fósforo, que hay en el volumen de suelo explorado por las raíces y en el volumen total de suelo. Al final de esta pregunta, se encuentran dos tablas con la estructura de la planilla Excel utilizada para realizar los cálculos y adjunto a esta guía está el archivo con la planilla Excel para que pueda practicar diferentes variantes de suelos, de condiciones de suelos, de cultivos, etc.

A continuación, se presentan tablas de algunos de los resultados obtenidos con ésa planilla:

Tabla 1. Condición de suelo explorado por raíces cuando las mismas tienen 1 cm de largo.

Horiz.	% suelo Explorado		mm de agua en el volumen explorado		mm de agua no usados		Kg/ha $N\text{-}NO_3^-$ No aprovechados	
	A	B	A	B	A	B	A	B
Ap1	24,89	53,33	1,15	2,50	3,46	2,18	9,61	6,07
Ap2	35,55	17,78	5,00	2,84	9,06	13,16	12,07	17,52
A2	26,66	10,67	3,24	1,40	8,91	11,69	8,39	11,01
Bw1	23,46	3,56	2,76	0,42	9,01	11,44	2,26	2,86
Bw2	9,39	0,00	2,00	0,00	19,27	21,74	5,14	5,80
B/C	7,04	0,00	2,55	0,00	33,66	36,47	4,13	4,48
Ck		0,00	0,00	0,00	52,71	53,08	6,58	6,63
Totales			16,69	7,16	136,08	149,76	48,18	54,37

Tabla 2. Condición de suelo explorado por raíces cuando las mismas tienen 4 cm de largo.

Horiz.	% suelo Explorado		mm de agua en el volumen explorado		mm de agua no usados		Kg $N\text{-}NO_3$- No aprovechados	
	A	B	A	B	A	B	A	B
Ap1	99,54	213,30	4,59	9,98	0,02	-5,30	0,06	-14,7
Ap2	142,20	71,10	19,99	11,38	-5,93	4,62	-7,90	6,16
A2	106,65	42,66	12,96	5,58	-0,81	7,51	-0,76	7,06
Bw1	93,85	14,22	11,05	1,69	0,72	10,18	0,18	2,55
Bw2	37,54	0,00	7,98	0,00	13,28	21,74	3,54	5,80
B/C	28,16	0,00	10,19	0,00	26,01	36,47	3,20	4,48
Ck	15,02	0,00	7,91	0,00	44,79	53,08	5,59	6,63
Totales			74,68	28,63	78,09	128,29	3,91	17,95

Se le sugiere que analice:

1) El porqué de las diferencias en el aprovechamiento de agua y nutrientes que haría el cultivo de soja en las dos condiciones de suelo.

2) ¿Ud. considera que la situación de los dos suelos Vertisoles del problema 34 d) podría modificar los valores de DLR y longitud de raíces?

3) En el caso del Argiudol vértico del problema 81, ¿se podría afectar la longitud del crecimiento de las raíces en procesos de humedecimiento y secado del perfil?

4) Discuta el efecto que podría tener la capa freática, por ejemplo, en el suelo de la pregunta 66 b) serie tentativa "La Lagunilla", considerando que la altura que alcanza el frente capilar es de hasta 65 cm de profundidad desde la superficie del suelo.

5) Analice los resultados si el suelo fuese un Argiudol típico serie Marcos Juárez con las condiciones de superficie que se muestran en el problema 64 para las mismas dos situaciones A y B.

6) Si el suelo fuese un Ustipsamment típico serie tentativa "Laguna Oscura", ¿Cómo sería la utilización del agua y nutrientes en los primeros dos horizontes? Considere las situaciones de superficie del problema 20.

7) Discuta los cambios de DLR que podría haber en los horizontes superficiales en las situaciones que se muestran en el problema 48.

8) Para las unidades estructurales que se muestran en los problemas 46 y 47, ¿Cómo estima que se afecta la distribución de la DLR en sentido horizontal y vertical?

9) Se le sugiere usar como herramienta didáctica la estructura de la planilla Excel diseñada, con las modificaciones que Ud. crea conveniente, para diferentes cultivos con DLR medidos o extraídos de bibliografía y para diferentes condiciones edáficas.

M - Estructura de las planillas excel

Tabla para planilla de Agua y Nitratos

Columna	Leyenda	Formula
A	Horizonte	Dato
B	Prof.	Dato
C	Espesor	Dato
D –E	DAP (Mg m^{-3}) suelo A y B	Dato
F – G	DLR (cm cm^{-3}) suelo A y B	Dato
H –I	Número de raíces/25cm2 suelo para A y B	=(F5/0.04) =(G5/0.04)
J	Superficie envolvente modelo de plantación 30 *5 cm	=(30+30+5+5)*(C5*100)
K – L	Raíces por planta para A y B.	=(J5*H5)/25 =(J5*I5)/25
M – N	Raíces por planta por número de plantas/ha para A y B.	=(K5*660000) =(L5*660000)
O	Sección explorada/cm2 (0.5*0.5)*3.14	
P – Q	Vol de suelo explorado (m3) para largo de raíz de 1cmpara A y B	=(O5*1*M5)/1000000 =(O5*1*N5)/1000000
R – S	Vol de suelo explorado (m3) para largo de raíz de 2cm para A y B	=(O5*2*M5)/1000000 =(O5*2*N5)/1000000
T – U	Vol de suelo explorado (m3) para largo de raíz de 4cm para A y B	=(O5*4*M5)/1000000 =(O5*4*N5)/1000000
V – W	Proporción de suelo explorado disponible (%) para raíz de 1 cmpara A y B	=(P5/AG5)*100 =(Q5/AG5)*100
X – Y	Proporción de suelo explorado disponible (%) para raíz de 2 cm para A y B	=(R5/AG5)*100 =(S5/AG5)*100
Z – AA	Proporción de suelo explorado disponible (%) para raíz de 4 cm para A y B	=(T5/AG5)*100 =(U5/AG5)*100
AB – AC	Agua útil (%) N-NO3- (ppm)para A y B	Dato Dato
AE – AF	Peso horizonte para A y B	=(D5*C5*10000000) =(E5*10000000*C5)
AG - AH	Vol por horizonte para A y B	=(AE5/1000/D5) =(AF5/1000/E5)
AI – AJ	mm de agua útil por horizonte horizonte para A y B	=(AB5*D5)*10*C5 =(AB5*E5)*10*C5
AK - AL	Kg/ha N-NO3 por horizonte para A y B	=(AC5*AE5)/1000000 =(AC5*AF5)/1000000
AO – AP	mm agua en el volumen de suelo explorado con 1 cm de raíz para A y B	=(V5*AI5)/100 =(W5*AJ5)/100
AQ - AR	mm agua en volumen de suelo explorado con 2 cm de raíz para A y B	=(X5*AI5)/100 =(X5*AJ5)/100

AS - AT	mm agua en volumen de suelo explorado con 4 cm de raíz para A y B	=(Z5*AI5)/100 =(AA5*AJ5)/100
AU – AV	Kg/ha N-NO3 en el volumen de suelo explorado por 1 cm de raíz para A y B	=(AK5*V5)/100 =(AL5*W5)/100
AW - AX	Kg/ha N-NO3 en el volumen de suelo explorado por 2 cm de raíz para A y B	=(AK5*X5)/100 =(AL5*Y5)/100
AY - AZ	Kg/ha N-NO3 en el volumen de suelo explorado por 4 cm de raíz para A y B	=(AK5*Z5)/100 =(AL5*AA5)/100
BA – BB	mm de agua en el volumen de suelo NO explorado por la raíz de 1cm para A y B	=(AI5-AO5) =(AJ5-AP5)
BC - BD	mm de agua en el volumen de suelo NO explorado por la raíz de 2 cm para A y B	=(AI5-AQ5) =(AJ5-AR5)
BE - BF	mm de agua en el volumen de suelo NO explorado por la raíz de 4 cm para A y B	=(AI5-AS5) =(AJ5-AT5)
BG - BH	Kg/ha N-NO3 en el volumen de suelo NO explorado por 1 cm de raíz para A y B	=(AK5-AU5) =(AL5-AV5)
BI – BJ	Kg/ha N-NO3 en el volumen de suelo NO explorado por 2 cm de raíz para A y B	=(AK5-AW5) =(AL5-AX5)
BK - BL	Kg/ha N-NO3 en el volumen de suelo NO explorado por 4 cm de raíz para A y B	=(AK5-AY5) =(AL5-AZ5)

Tabla para planilla de P

Hasta columna AA inclusive, igual a la anterior salvo la columna O en que la sección de la raíz se calcula de la siguiente forma: (0.1*0.1)*3.14.

AD	P (ppm)	Dato
AE – AF	Peso horizonte de A y B	=(D5*C5*10000000) =(E5*10000000*C5)
AG - AH	Vol por horizonte suelo A	=(AE5/1000/D5) =(AF5/1000/E5)
AM - AN	Kg/ha P disponible por horizonte para A y B	=(AD5*AE5)/1000000 =(AD5*AF5)/1000000
AU – AV	Kg/ha P en el volumen de suelo explorado por raíz de 1 cm para A y B	=(AM5*V5)/100 =(AN5*W5)/100
AW - AX	Kg/ha P en el volumen de suelo explorado por raíz de 2 cm para A y B	=(AM5*X5)/100 =(AN5*Y5)/100
AY - AZ	Kg/ha P en el volumen de suelo explorado por raíz d e4 cm para A y B	=(AM5*Z5)/100 =(AN5*AA5)/100
BA – BB	Kg/ha Pen el volumen de suelo NO explorado por1 cm de raíz para A y B	=(AM5-AU5) =(AN5-AV5)
BC - BD	Kg/ha Pen el volumen de suelo NO explorado por 2 cm de raíz para A y B	=(AM5-AW5) =(AN5-AX5)
BE - BF	Kg/ha Pen el volumen de suelo NO explorado por 4 cm de raíz para A y B	=(AM5-AY5) =(AN5-AZ5)

N - Bibliografía

Bonadeo, E.; Moreno, I.; Bongiovanni, M.; Marzari, R.y GanumGorriz.M.J. 2016.*El Sistema Suelo Planta*. Editorial UniRío. En prensa. 270 p. ISBN en trámite.

Bonadeo, E.; Degioanni, A.; Cisneros, J.; Amín, S.; Chilano, Y.; Bongiovanni, M.; Marzari, R.; Mattalía, L.; Masseda, E. y Cantero, A. 2016. *Guía para el reconocimiento de suelos. Gira edafológica* del XXV Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. ISBN en trámite.33 págs.

Cantero, A y E. Bonadeo. 1992. Relaciones Suelo Planta. Texto Curso, 230 pp. Magister Ciencia del Suelo. Facultad de Agronomía. UBA.

Porta, J., López Acevedo, M.P. y Poch, M.2013. *Edafología: uso y protección de suelos*. Mundi-Prensa. 608 p.

Marcos, J. y Campbell, G.G.S. 2002. SWBModel 11.*Modelo de simulación de balance hídrico del suelo y crecimiento de cultivos*. FAV - UNRC. Río Cuarto, Argentina.

Wassermann S. 1994.*El estudios de casos como método de enseñanza*. Amorrortu Editores. Buenos Aires.

e-book

El funcionamiento del sistema suelo-planta

Apoyo al estudio de casos

Elena Bonadeo y Alberto Cantero

El presente libro introduce al lector en los principios del funcionamiento del sistema suelo planta. El texto comienza con el análisis de las relaciones entre el comportamiento de los vegetales y las propiedades del sistema suelo en sus diferentes niveles de organización física y morfológica, y para las distintas unidades del paisaje que integra.
Se discuten en primer lugar todo lo relacionado con la exploración del suelo por las raíces y se avanza posteriormente en las relaciones entre el crecimiento de las raíces con la estructura del suelo, la densidad, compactación y resistencia mecánica superficial y sub superficial de los diferentes horizontes del suelo y profundidad de enraizamiento.
A continuación se analizan las relaciones del comportamiento vegetal con las propiedades físicas del suelo: Régimen Térmico, Aire del Suelo y Agua del Suelo.
Se enfatiza en las relaciones hídricas del sistema, y analizan todos los procesos físicos y biológicos involucrados en el continuo suelo-planta-atmósfera. Todo ello como base para organizar las tecnologías de manejo del suelo y del cultivo, que posibiliten optimizar la eficiencia de un recurso estratégico como el agua.
Finalmente se abordan las propiedades químicas del suelo y comportamiento de los cultivos, en diferentes capítulos para la discusión de los macro y micronutrientes. El estudio detallado de cada nutriente se realiza en capítulos individuales considerando las inter relaciones y sus expresiones físico-químicas, que posibilitan avanzar en criterios cualitativos y cuantitativos de su disponibilidad para el vegetal.
Se considera al libro como un manual de estudio para apoyar la formación de estudiantes de Ingeniería Agronómica, no obstante puede ser de utilidad para profesionales que deban enfrentar problemas complejos de producción agronómica, y también para estudiantes de carreras de biología, ecología e ingeniería ambiental, entre otras.

Colección PASATEXTOS

UniRío editora

ISBN 978-987-688-230-9

9 789876 882309

Universidad Nacional de Río Cuarto