

TRABAJO PRÁCTICO

**INTERPRETACIÓN DE PERFILES EDÁFICOS.
FERTILIDAD, LIMITANTES, POTENCIALIDADES Y ORIGENES**

Ing Agr (Dra MSc) Margarita M. Alconada

Nota inicial: la presente guía será el material base de trabajo durante el desarrollo de los 2 trabajos prácticos relativos a Interpretación de Perfiles. De no concluir lo aquí solicitado durante las clases, en grupos de no más de 4 personas, se requiere entreguen al finalizar estos TP, y previo al último parcial, el informe final que incluya todo lo aquí considerado.

Objetivo_. Integrar los conocimientos que se desarrollaron durante el curso de edafología, de modo que al leer un perfil edáfico en cartas de suelo preexistentes, o describir usted mismo un perfil, pueda definir sus limitantes, potencialidades y posibilidades de manejo en forma sustentable.

Así, efectuando una interpretación por horizonte, de cada una de las variables edáficas en forma individual, y su relación con otras propiedades, y repitiendo este procedimiento en los restantes horizontes hasta la profundidad descripta en el perfil, establezca el **funcionamiento del perfil** edáfico, **potencialidades, limitantes**, y la **factibilidad de manejo**. Esto último principalmente a partir de la comprensión de la forma en que el suelo se integra en el **paisaje general y local**, infiriendo u observando relaciones entre elementos del paisaje y de estos con el clima. Esto pretende definir la pertinencia de revertirlas, potenciarlas, según el objetivo que se busca, ambiental, productivo, y/o socio-económico.

Tareas a desarrollar, y materiales que se adjuntan

- A- Se trabajará sobre cuatro perfiles** de variada aptitud: dos de ellos los observados en la Chacra Experimental de Arroz **clasificados como Argiudol vértico** Serie Estancia Chica (loma), **y Argialbol típico** Serie Los Hornos (bajo), y dos más a definir por cada docente.
- B- Ejemplo de estudio** realizado en un establecimiento de la Pampa ondulada, sobre propiedades físicas, físico-químicas, y químicas a fin de definir aspectos vinculados al riego. Se recomienda consultarlo antes de iniciar su tarea.
- C- Se entrega “Guía orientativa para la Evaluación e Interpretación de la Fertilidad de Perfiles Edáficos a fin de definir necesidades de fertilizantes, enmiendas y manejos”.** En general, el material ha sido presentado en guías previas, si bien se incorporan criterios e información adicional que completa el objetivo de este TP. Esta guía puede ser utilizada para realizar lo que a continuación se indica como tareas en los perfiles entregados:

En los perfiles entregados:

- 1) **Analice las propiedades físicas del perfil:**
Propiedades a analizar: *textura, estructura, color y consistencia*, para cada uno de los horizontes del perfil.

Indique: interpretación de cada una de las variables, limitantes y potencialidades principales.
- 2) **Analice las propiedades físico-químicas** de cada uno de los horizontes. Propiedades a analizar: *pH, CE, Na, Ca, Mg, K, intercambiables y solubles*. Se destaca que estos últimos

no siempre se incluyen en las descripciones de perfiles, suelen medirse en suelos salinos y/o alcalinos. Analizar valores absolutos y relativos (porcentaje de saturación de cada uno de ellos y relaciones entre cationes), CIC, y porcentaje de saturación con bases e instauración. PSI a partir de Na intercambiable, y RAS con cationes solubles.

Indique: interpretación de cada una de las variables, limitantes y potencialidades principales. Analice la posible acción de sales (CE), y del Na presente, considerando el contenido y tipo de arcillas que prevalece en todo el perfil, y el origen de dichas sales (posible flujo de agua subterránea, ubicación en el paisaje general y local).

- 3) **A partir de lo indicado en puntos 1) y 2), considerando todos los horizontes, establezca las propiedades** que se asocian a las propiedades indicadas precedentemente. Consecuentemente, las propiedades que puede inferir en relación al comportamiento del perfil en su conjunto en relación al **movimiento de agua y aire.**

Propiedades **físicas secundarias** a inferir e interpretar: *densidad aparente, porosidad, estabilidad estructural, retención hídrica, permeabilidad, drenaje, y posibles degradaciones*, considerando además de las propiedades intrínsecas del suelo, el **clima, material original, posición topográfica, geomorfología, funcionamiento hidrológico posible** (tipo de flujo de agua subterránea y zona dentro de este), y manejos frecuentes (sistema productivo, cobertura vegetal, rotaciones).

Entre los *riesgos de degradación* analice: *i) físicos: encostramiento, compactaciones, y pérdida de estructura, ii) físico-químico y químicos: salinizaciones, alcalinización, acidificación, desequilibrios nutritivos (deficiencias naturales e inducidas si correspondieran), iii) biológicas: materia orgánica, iv) consecuencias de lo observado en puntos anteriores sobre el riesgo erosión hídrica, eólica, y desertificación.*

- 4) **Establezca limitantes, potencialidades, y recomendaciones, a fin de asegurar la productividad de este suelo de manera sostenible, y/o puesta en valor.**

A. PERFILES

A.1 Perfiles estudiados en TP de campo, Chacra Experimental de Arroz

A continuación se presentan los dos perfiles estudiados en el campo Experimental de Arroz, en los dos primeros TP (morfología de suelos), y sobre los cuales se fueron analizando e interpretando las propiedades: textura, estructura, color, consistencia, pH, CIC, y materia orgánica, así como las propiedades que se infieren y sus vinculaciones. En esta instancia, se busca realizar una interpretación integral que permita definir, limitantes, potencialidades y factibilidad de manejo a fin de revertir o efectuar producciones sustentables.

A.1.1. Serie ESTANCIA CHICA, *Argjudol vértico*, familia fina, illítica, térmica.

Descripción extraída textualmente de Hurtado et al. 2004. Estudio de suelos del partido de La Plata. Informe Final. Aportes al planeamiento ambiental y ordenamiento territorial. 153 p.

Datos morfológicos y analíticos

Ap	0-18 cm; pardo grisáceo oscuro a pardo grisáceo (10YR 4,5/2) en seco y negro (10YR 2/1) en húmedo; franco limoso; estructura granular con tendencia a migajosa; friable, ligeramente plástico, ligeramente adhesivo; raíces abundantes; límite neto y plano.
A	18-29 cm; pardo grisáceo oscuro (10YR 4/2) en seco y negro (10YR 2/1) en húmedo; franco limoso; estructura granular, fina, moderada; friable, ligeramente plástico, ligeramente adhesivo; raíces abundantes; límite claro y plano.
AB	29-37 cm; pardo grisáceo oscuro (10YR 4/2) en seco y negro a gris muy oscuro (10YR 2,5/1) en húmedo, franco limoso; estructura en bloques subangulares medios moderados con tendencia a granular friable, ligeramente plástico, ligeramente adhesivo; raíces comunes; límite neto y plano.
Btss1	37-57 cm; pardo a pardo oscuro (7,5YR 4/2) en seco y pardo muy oscuro a pardo oscuro (7,5YR 2,5/2) en húmedo; arcilloso, estructura en bloques angulares, medios, fuertes; muy firme, muy plástico, muy adhesivo; cutanes arcillo-húmicos, abundantes; superficies de deslizamiento (slickensides) comunes; chorreaduras de materia orgánica; raíces escasas; límite claro y plano.
Btss2	57-88 cm; pardo (7,5YR 4,5/4) en seco y pardo oscuro (7,5YR 3,5/2) en húmedo; arcilloso; estructura en prismas regulares, medios, fuertes que rompen a bloques angulares cuneiformes, medios, fuertes; muy firme, muy plástico, muy adhesivo; cutanes de arcilla abundantes y espesos; superficies de deslizamiento (slickensides) abundantes; chorreaduras de materia orgánica, moteados comunes, finos y precisos; raíces escasas; límite gradual y plano.
Btss3	88-115 cm; pardo (7,5YR 4,5/4) en seco y pardo oscuro (7,5YR 3,5/4) en húmedo; arcillo limoso a arcilloso; estructura en prismas regulares, medios, fuertes que rompen a prismas finos; firme, muy plástico, muy adhesivo; cutanes de arcilla abundantes y espesos; superficies de deslizamiento (slickensides) abundantes; moteados de hierro escasos, finos y precisos; raíces escasas; límite claro y plano.
BC1	115-160 cm; pardo claro a amarillo rojizo (7,5YR 6/5) en seco y pardo (7,5YR 4,5/4) en húmedo; franco arcillo limoso; estructura en prismas, medios, moderados que rompen a bloques angulares; firme, plástico, adhesivo; cutanes de arcilla comunes; raíces escasas; límite gradual y plano.
2BC2	160-196 cm; pardo fuerte a amarillo rojizo (7,5YR 5,5/6) en seco y pardo (7,5YR 5,5/6) en húmedo; franco arcillo limoso; estructura en bloques subangulares, medios, moderados a débiles; friable, ligeramente plástico, ligeramente adhesivo; cutanes de arcilla escasos; raíces escasas; muy poroso por antiguos canalículos de raíces; límite gradual y plano.

- 2C 196-220 cm; pardo claro a amarillo rojizo (7,5YR 6/5) en seco y pardo (7,5YR 5/4) en húmedo; franco, arcilloso y franco arcillo limoso; masivo; friable, ligeramente plástico, ligeramente adhesivo; límite neto y ondulado.
- 2Ck 220-235+ cm; rosado (7,5YR 7/4) en seco y pardo a pardo claro (7,5YR 5,5/4) en húmedo; masivo; moderada reacción de carbonatos en la masa; concreciones de carbonato de calcio, comunes.

Horizonte		Ap	A	AB	Btss1	Btss2	Btss3	BC1
Profundidad (cm)		0-18	18-29	29-37	37-57	57-88	88-115	115-160+
pH (pasta)		5,3	5,55	5,5	6,0	6,2	6,25	6,1
Resistencia (pasta) (ohms)		390	630	900	440	581	433	541
Composición Granulométrica (%)	Arcilla < 2 µm	23,91	23,47	23,85	54,44	48,07	39,03	36,25
	Limo 2 -50 µm	59,77	59,34	56,60	39,19	41,20	50,06	52,66
	Arena 50-2000 µm total	16,31	17,19	19,54	6,37	10,73	10,91	11,09
	Arena Muy fina 53-125 µm	15,69	16,13	17,78	5,97	10,22	10,27	10,23
	Arena Fina 125- 250 µm	0,39	0,59	0,55	0,35	0,47	0,55	0,71
	Arena Media 250- 500 µm	0,16	0,30	0,12	0,05	0,04	0,06	0,12
	Arena Gruesa 500- 1000 µm	0,07	0,17	0,33	0	0	0,03	0
	Arena Muy Gruesa 1000- 2000 µm	0	0	0	0	0	0	0
Carbono Orgánico. (%)		3,24	3,52	2,39	0,88	0,59	0,24	0,06
Materia Orgánica. (%)		5,59	6,07	4,12	1,51	1,02	0,41	0,11
N Total (%)		0,252	0,196	0,133	nd	nd	nd	nd
Relación C/N		12,8	17,9	18,0				
Fósforo asimilable (ppm)		8,1	3,8					
Capac. Int. Cat. (meq/100 g)		20,91	20,50	18,59	34,69	34,54	32,89	30,92
Bases de intercambio (meq/100g)	Ca ⁺⁺	15,1	13,1	10,6	24,7	22,0	16,4	21,3
	Mg ⁺⁺	1,08	1,35	2,1	3,2	4,68	7,67	1,34
	K ⁺	1,15	1,06	0,87	1,36	1,49	1,47	1,59
	Na ⁺	0,36	0,46	0,40	0,61	0,69	0,70	0,60
Na ⁺ % del valor CIC		1,7	2,2	2,1	1,7	2,0	2,1	2,8
Saturación con Bases		84,6	77,9	75,1	86,1	83,5	79,8	80,3

En las Figura 1 se presenta tres suelos **Argiudoles vérticos**, el primero a la izquierda el correspondiendo a la Serie Estancia Chica, en la loma de la Estación Experimental, en la parte central, Serie Bombeador, *Argiudol vértico* o típico (según autor), y Serie Seguí, también *Argiudol vértico*, también en ambientes altos, próximos a Estancia Chica, En Figura 1, también se presenta un detalle de *estructuras, barnices y chorreaduras de materia orgánica*. En Figura 3 detalle de slickenside (foto J.Giménez).



Serie Estancia Chica, Argiudol vértico



Serie Bombeador, Argiudol vértico-típico



Serie Seguí, Argiudol vértico

foto J. Giménez



barridos, grietas, chorreaduras materia orgánica



prismas que rompen a bloques



bloques cunelformes

Figura 1 Suelos Argiudoles vérticos, serie Estancia Chica, Bombeador y Seguí. Detalle de estructuras, prismas, bloques, barridos, grietas, chorreaduras de materia orgánica



Slickenside



fotos J Giménez

Figura 2 Detalle de slickenside en suelos de La Plat

A continuación se amplía información presentada en (Hurtado et al., 2014).

Descripción morfológica general y ubicación_.

Son suelos de fuerte desarrollo, bien a moderadamente bien drenados, de permeabilidad lenta o muy lenta. El horizonte superficial es generalmente de textura franco limosa, con tenores de arcilla de 20-25% y 20 a 30 cm de espesor. Por debajo suele aparecer un horizonte de transición con algunos sectores levemente decolorados designado como AB. En otros casos el horizonte A apoya directamente sobre un horizonte Bt, casi siempre dividido en tres subhorizontes. Tiene un espesor de 60 a 90 cm, llegando a una profundidad algo superior a 1 metro. Tiene textura arcillosa, con 45-55% de arcilla. La transición hacia el material originario es gradual, existiendo generalmente dos horizontes BC, a veces con acumulaciones de carbonato de calcio. El solum tiene entre 150 y 200 cm de espesor. (Fig. 6) Se ha detectado algunas veces la presencia de un horizonte B sepultado por debajo de los horizontes BC. Esta paleosuperficie se extiende a otros suelos del área siendo visible en cortes profundos del terreno tales como canteras, donde se aprecian varios horizontes B enterrados que revelan que la región ha estado sometido a sucesivos ciclos de depositación y pedogénesis.

Esta unidad taxonómica, se encuentra en la divisoria principal entre las cuencas del río de la Plata y el río Samborombón. Poseen rasgos vérticos bien expresados en los horizontes B y se diferencian de la serie Gorina por los menores contenidos de arcilla del horizonte A que los excluye del orden Vertisol. Asimismo son muy similares a la serie Arturo Seguí, diferenciándose de ésta por su familia mineralógica que les otorga menor capacidad de expansión-contracción, su relieve más plano y los mayores contenidos de la fracción arena.

Características mineralógicas_.

Análisis mineralógicos de la fracción arcilla del perfil modal señalan que los horizontes eluviales y el horizonte iluvial más superficial (Ap, A, AB y Btss1) poseen una composición esencialmente illítica, de presumible composición biotítica. Acompañan a este mineral en menor proporción minerales arcillosos interestratificados muy irregulares ligeramente expandibles, caolinitas y componentes no arcillosos (cuarzo, feldespatos). A partir del horizonte Btss2 se aprecia en los diagramas la aparición de arcillas 2:1 expandibles (esmeclitas) con reflexiones cada vez mejor definidas hacia la base del perfil, denotando buena cristalinidad. Estos minerales esmeclíticos se van incrementando paulatinamente en su proporción en el sector iluvial hasta el horizonte BC1 (Tabla 1), decrecen levemente en el horizonte BC2, para aumentar nuevamente en el horizonte C, convirtiéndose en el argilomineral dominante. En todos los casos se ven acompañados por illita, caolinita, cuarzo y feldespatos

TABLA 1 Composición mineral en % de la fracción menor a 2 µm. Perfil LP 11

Horizonte	Illita	Esmectita	Interestr irreg.	Caolinita	Cuarzo	Feldesp.
Ap	75	-	19	4	xx	X
A	84	-	10	6	xx	X
AB	85	-	11	4	xx	X
Btss1	80	-	16	4	xx	X
Btss2	68	29	-	3	xx	X
Btss3	65	31	-	2	xx	X
BC1	50	46	-	2	xx	X
BC2	60	37	-	3	xx	X
C	44	54	-	2	xx	X

Características micromorfológicas_.

El esqueleto de todo el perfil es homogéneo en mineralogía y granulometría, con la fracción limo predominante y arena muy fina subordinada. El horizonte superior posee mayores proporciones relativas de esqueleto que de plasma. Este es principalmente húmico con escasa arcilla. Son

abundantes las cavidades irregulares intercomunicadas y muy escasos los restos orgánicos. En el horizonte Btss3 cambian significativamente las proporciones relativas de esqueleto y plasma, con predominancia de este último. La matriz es heterogénea, ya que se observan porciones de plasma orgánico incluido dentro del mineral arcilloso. El plasma es de color amarillo con luz normal y muestra abundantes y finas separaciones, plasmáticas en toda la masa y más abundantes en torno a vacíos planares. Las fisuras con disposición angular son abundantes. El horizonte BC1 presenta mayor cantidad relativa de esqueleto que el horizonte suprayacente y también mayor cantidad de cavidades irregulares interconectadas. Se observan clastos de arcilla laminar formando parte del esqueleto (relictos sedimentarios). Están presentes escasos cutanes de iluviación, continuos y finos, en torno a cavidades irregulares. Los horizontes BC2 y C, principalmente este último, se caracterizaron por la presencia de grandes cavidades irregulares, cámaras y canales dejados por la fauna.

Aptitud_.

Los suelos de la serie Estancia Chica tienen buena aptitud agrícola. Tienen algunas deficiencias en el drenaje derivadas del relieve plano en que se encuentran frecuentemente y de la textura arcillosa del horizonte B. La presencia de éste suele producir capas colgadas en el sector eluvial del perfil en períodos de lluvias intensas. Desde el punto de vista ingenieril la unidad tiene los problemas derivados de la presencia significativa de arcillas expandibles, aunque el problema sería menor que en los suelos de la **series Gorina y Seguí.**

En la Figura 3 se presenta el suelo de la Chacra Experimental Arroz, *Argiudol vértico*, con invernadero. Se presenta el perfil hasta 80 cm de profundidad, y a la derecha, detalle de horizontes compactados, empobrecidos en materia orgánica y muy escaso desarrollo radicular, debajo, horizonte Bt2 que se encuentra entre 56 y 80 cm de profundidad, con abundantes barnices, slickenside, y chorreaduras de materia orgánica que penetra por grietas.

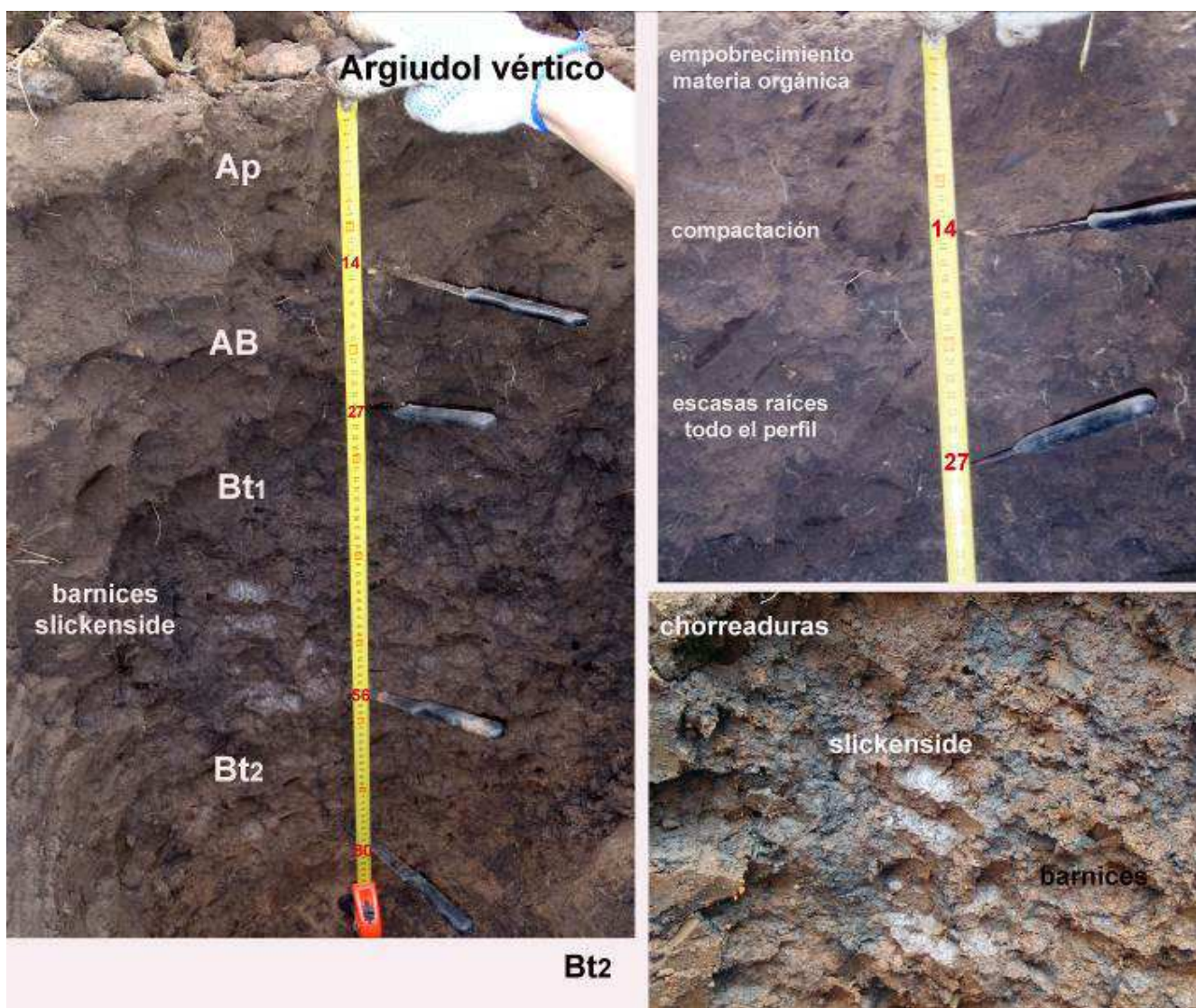


Figura 3 *Argiudol vértico* con invernadero, en Chacra Experimental Arroz, Detalle de horizontes compactados, empobrecidos en materia orgánica y muy escaso desarrollo radicular, y debajo, horizonte Bt2 con abundantes barnices, slickenside, y chorreaduras de materia orgánica

A.1.2 Serie LOS HORNOS, Argialbol vértico, familia muy fina, térmica. Descripción extraída textualmente de Hurtado et al. 2004. Estudio de suelos del partido de La Plata. Informe Final. Aportes al planeamiento ambiental y ordenamiento territorial. 153 p.

Datos morfológicos y analíticos

- A** 0-18 cm; pardo oscuro a pardo (10YR 4/3) en seco y pardo muy oscuro (10YR 2,3) en húmedo; franco limoso; bloques subangulares, medios, moderados; duro, friable, plástico y adhesivo; raíces abundantes; límite neto y plano.
- E** 18-28 cm; gris claro (10YR 7/2) en seco y pardo grisáceo oscuro (10YR 4/2) en húmedo; franco limoso; masivo; muy friable; ligeramente, plástico y ligeramente adhesivo; concreciones de hierro-manganeso abundantes; moteados comunes, finos y precisos; húmedo; raíces comunes; límite neto y plano.
- Btss1** 28-53 cm; pardo (7,5YR 4,5/3) en seco y pardo oscuro (7,5YR 3/3) en húmedo; arcilloso; prismas, medios, moderados; muy duro, firme, muy plástico y muy adhesivo; concreciones de hierro-manganeso comunes; cutanes arcillo-húmicos abundantes, espesos y continuos; superficies de deslizamiento (slickensides) comunes; moteados escasos, finos y precisos; raíces comunes; límite claro y plano.
- Btss2** 53-110 cm; pardo (7,5YR 4,5/4) en seco y pardo oscuro a pardo (7,5YR 4/4) en húmedo; arcilloso; bloques angulares, medios moderados; muy duro, firme, muy plástico y muy adhesivo; cutanes arcillo-húmicos abundantes, espesos y continuos; superficies de deslizamiento (slickensides) comunes; húmedo; límite gradual y plano.
- BC** 110-140+ cm; pardo fuerte (7,5YR 5/6) en seco y pardo fuerte (7,5YR 5/6) en húmedo; arcillo limoso; bloques angulares, medios, débiles; cutanes arcillosos comunes, espesos y discontinuos; raíces escasas.

Horizonte		A	E	Btss1	Btss2	BC
Profundidad (cm)		0-18	18-28	28-53	53-110	110-130+
pH (pasta)		5,6	5,8	6,0	6,4	6,9
Resistencia (pasta) (ohms)		1340	1260	360	350	350
Composición Granulométrica	Arcilla < 2 µm	26,8	26,3	62,4	61,4	42,2
	Limo 2 -50 µm	55,9	57,0	30,7	32,5	45,1
	Arena 50-2000 µm	17,3	16,7	6,9	6,1	12,7
	Clase textural					
Carbono Orgánico. (%)		2,02	0,58	0,48	0,25	0,18
Materia Orgánica. (%)		3,48	1,00	0,83	0,43	0,31
N Total (%)		0,189				
Relación C/N		10,7				
Capac. Int. Cat. (meq/100 g)		19,08	14,21	40,71	37,23	
Bases de Intercambio (meq/100g)	Ca ⁺⁺	7,45	6,59	18,59	16,60	
	Mg ⁺⁺	2,76	2,24	6,51	6,49	
	K ⁺	1,06	0,64	1,06	0,85	
	Na ⁺	0,48	0,64	1,80	2,20	
Na ⁺ % del valor CIC		2,5	4,5	3,9	5,9	
Saturación Con Bases		61,6	71,1	68,7	70,5	
Humedad equivalente (%)		29,1	26,0	56,2	44,7	37,2
COLE (ELP = 14,3 cm)		0,011	0,010	0,218	0,173	0,092
Conductividad hidráulica (cm/hora)	1a. hora	4,80	1,15	1,01	1,58	4,17
	2a. hora	3,85	0,76	0,44	0,59	3,78
Límite Líquido (%)		40,1	29,9	64,3	51,5	44,4
Límite Plástico (%)		30,6	22,8	31,8	29,8	28,7
Índice de Plasticidad		9,5	7,1	32,5	21,7	15,7

En la Figura 2 se presenta el perfil ubicado en el bajo de la Estación Experimental, con detalle de horizontes, moteados, concreciones de Fe y Mn, y ambiente característico de los denominados "bajos dulces", con *Solanum malacoxylon* "duraznillo blanco", si bien aumenta ligeramente el Na⁺ en profundidad. En Figura 3, detalle de moteados y concreciones.

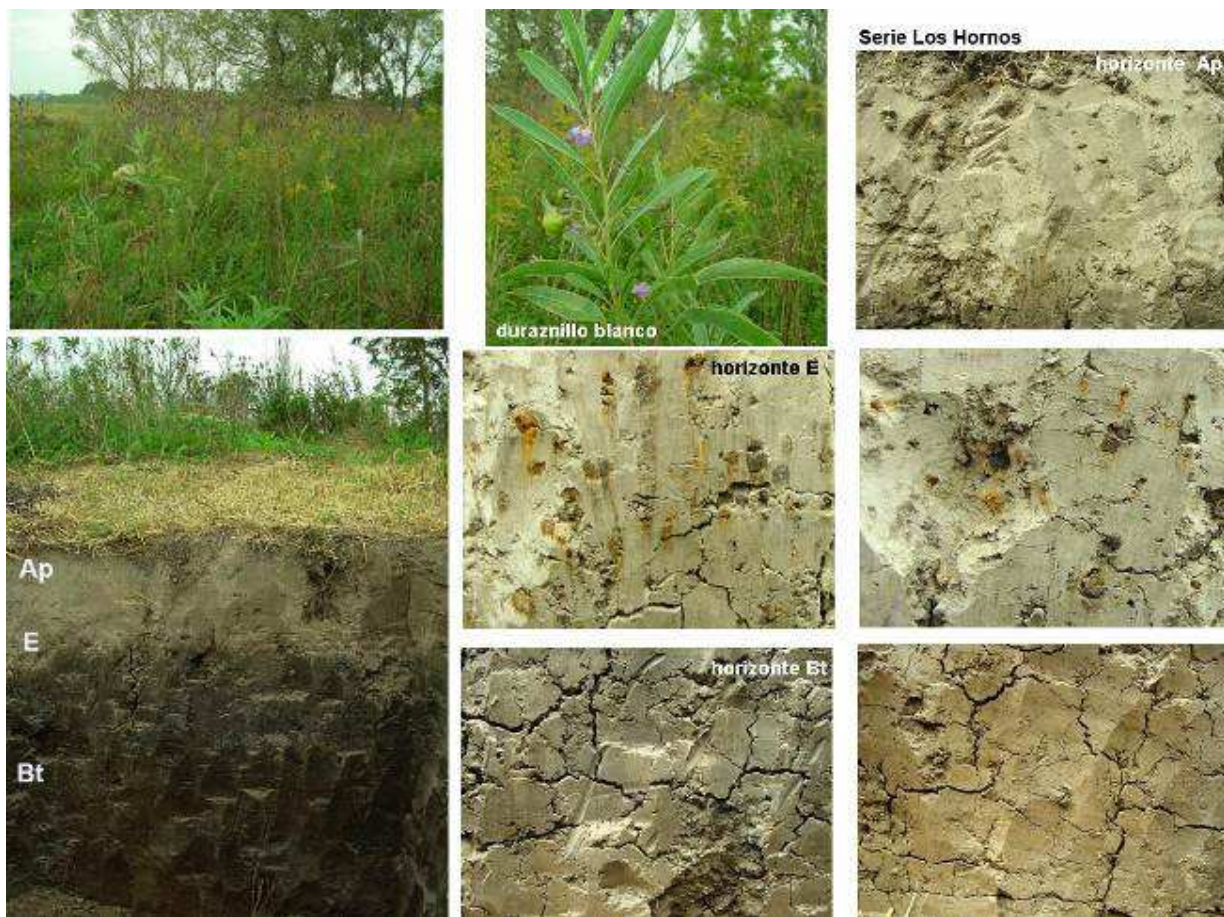


Figura 2 Perfil en bajo, EEAH, con detalle de horizontes, moteados, concreciones de Fe y Mn, y ambiente característico de bajo dulce, *Solanum malacoxylon* "duraznillo blanco". Correspondería a la Serie Los Hornos, Argialbol típico "bajo dulce"



Figura 3 Detalle de moteados y concreciones de Fe y Mn, en horizonte E

A continuación se amplía información presentada en (Hurtado et al., 2014).

Descripción morfológica general y ubicación_.

Son suelos profundos, de muy fuerte desarrollo, pobre o imperfectamente drenados, de permeabilidad lenta. Presentan un horizonte A de 20-25 cm, de textura franco limosa a franco arcillo limosa. Existe un cambio textural abrupto entre los horizontes eluviales mencionados y los horizontes Bt subyacentes ya que en éstos se produce un incremento notable de la fracción arcilla (55-65%), siendo su espesor de 60-90 cm.

Presentan rasgos hidromórficos bien marcados, particularmente en el horizonte E y parte superior del horizonte B, donde se observan abundantes moteados y concreciones de hierro-manganeso. Ello señala la saturación con agua que se produce sobre el techo del horizonte B (capa colgada) durante lapsos significativos. En algunos pedones aparecen colores gley (por ejemplo, 2,5Y 4/2, en húmedo) en la base de solum, lo que indicaría que ese sector del perfil es afectado por la capa freática.

Poseen superficies de deslizamiento (slickensides) comunes o abundantes en los horizontes B, observándose grietas en la superficie en épocas de sequía. Estas características han inducido a incluir a estos Argialboles en el subgrupo vértico por cumplir con las exigencias de coeficiente de expansibilidad lineal y expansibilidad lineal potencial para subgrupos vérticos.

Tienen reacción ácida en todo el perfil, salvo en algunos pedones que presentan concreciones de carbonatos finas por debajo de 1 metro de profundidad, donde la reacción se torna levemente alcalina.

Aptitud para el uso_.

Son suelos con severas limitaciones para los cultivos por sufrir anegamiento frecuente o presentar los horizontes superiores saturados con agua durante períodos prolongados. El horizonte B arcilloso, además de restringir el movimiento de agua en profundidad, dificulta el enraizamiento de las plantas. Las labores agrícolas se ven dificultadas frecuentemente por falta de piso. Desde el punto de vista de la fertilidad química generalmente están bien provistos de materia orgánica y nitrógeno, siendo variables los tenores de fósforo.

Están mejor adaptados a pasturas o forestación, aunque muchas veces la reducida superficie que ocupan los polipedones dificultan darles un uso diferencial. Se consideran marginales para el uso agrícola ya que los cultivos sufren mermas de sus rendimientos más o menos graves según las condiciones climáticas (precipitaciones).

B- EJEMPLO DE ESTUDIO, en Pampa Ondulada, finalidad: Implementar riego

Si bien no es exactamente lo que se propone realizar en el presente trabajo práctico, se recomienda antes de realizar las interpretaciones de los perfiles entregados, una **lectura general** del presente ejemplo de estudio donde se **EVALUA UN SUELO CON UN FIN ESPECÍFICO**:

Título: “Propiedades físicas, físico-químicas, y químicas, a fin de definir aspectos vinculados al riego” (realizado en establecimiento de la Pampa ondulada. M. Alconada).

Se destaca que el estudio no incluye todas las propiedades físicas ni químicas que podrían analizarse. Este es sólo un ejemplo de las variables que se seleccionaron en el momento de su realización, en función del **objetivo productivo del sitio y presupuesto disponible**.

Sin embargo, en todos los casos, se recomienda efectuar las siguientes tareas:

Tareas previas a la visita al campo_.

- Ubicar el campo en las cartas de suelo INTA (1:50.000) o carta disponible, definir los suelos presentes a esta escala, topografía general y local (curvas de nivel).
- Efectuar observaciones en imágenes Google Earth del sitio y su vinculación con otros elementos visibles. Alturas topográficas, patrones de distribución de suelos, cuerpos de agua, vías de escurrimiento local y regional. Se destaca que pueden conseguirse imágenes satelitales gratis por internet, de fechas variadas, estas pueden luego procesarse conforme al tipo de estudio (combinación de bandas). Asimismo, en algunos sitios se disponen de fotografías aéreas en variada escala, en general entre 1:20.000 y 1:100 000.
- Efectuar una revisión de estudios previos de toda información disponible (geología, geomorfología, vegetación, calidades de agua superficial, subterránea) que permita definir los factores formadores de los suelos, y a partir de estos, establecer el funcionamiento natural y manejo posible.
- Seleccionar los sitios de estudio a campo, calicatas y pozos de observación a partir de la información recopilada, fotointerpretación, fotolectura, observaciones de imágenes, según corresponda.

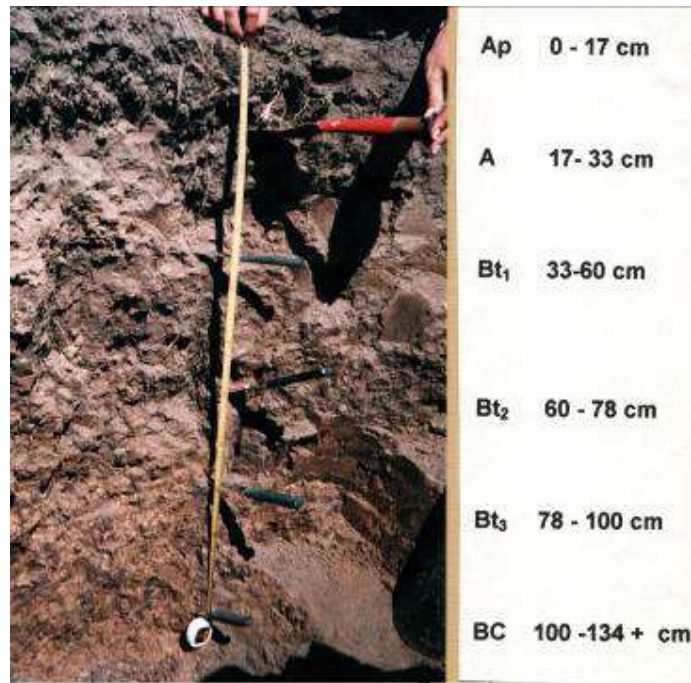
Extracciones del estudio sobre los siguientes aspectos:

- 1- Perfil modal, determinaciones químicas (pH, humedad actual, CE, cationes intercambiables, CIC, %saturación, PSI)
- 2- Determinaciones analíticas en lotes (pH, CE, cationes solubles, RAS)
- 3- Densidad aparente y porosidad
- 4- Resistencia a la penetración
- 5- Lamina total infiltrada, Velocidad de infiltración e Infiltración básica
- 6- Capacidad de retención hídrica del perfil *Argiudol típico*
- 7- Determinaciones sobre la fertilidad química de lotes: P, Ct, Nt, C/N.

1- Perfil modal, determinaciones químicas (pH, humedad actual, CE, cationes intercambiables, CIC, %saturación, PSI). Los suelos corresponden a campos con problemas de degradación física, pisos de arado, encostramiento superficial. Se estudia la factibilidad de regar y sus consecuencias. En la Tabla 1 se presentan las **determinaciones químicas** evaluadas en el perfil **Argiudol típico** (Figura 2), que se relacionan con la incidencia del agua de riego sobre el suelo. En la Figura 1 se presenta la vegetación de pastura, y cultivo de maíz del suelo estudiado (Figura 2). En cartas de suelo INTA (1:50.000) el sitio se corresponde con la *Serie Portela, Argiudol típico*. Como es de prever dada la escala, se observan diferencias en la expresión de horizontes, y propiedades en todos los lotes estudiados, y respecto al perfil modal (Figura 2).



Figura 1 Vegetación en Argiudol típico, pastura y maíz



Bt, prismas

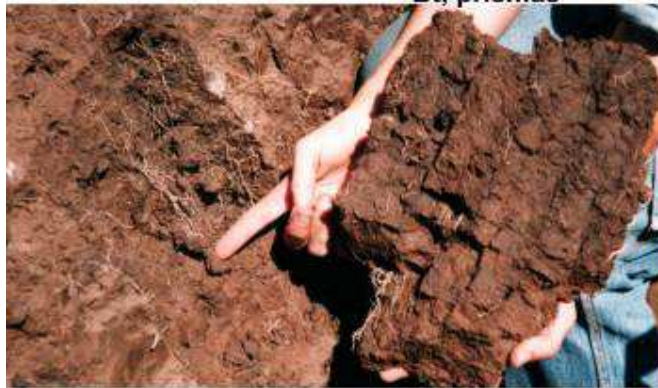


Figura 2 Argiudol típico, detalle de prismas en Bt

horizonte	pH (*)	CE s dS/m ⁽¹⁾	H % (2)	Ca ⁺² (3)	Mg ⁺² (3)	Na ⁺ (3)	K ⁺ (3)	PSI (4)	CIC (5)	% sat (6)
Ap	5.6	0.37	24.73	9.76	3.37	0.45	1.47	2.4	18.60	80.9
A	5.6	0.26	15.32	10.29	2.73	0.47	1.14	2.6	17.93	81.6
Bt ₁	5.6	0.24		20.31	3.67	0.85	1.54	2.5	33.37	79.0
Bt ₂	5.7	0.19		22.53	3.54	0.98	1.63	2.9	34.01	84.3
Bt ₃	5.7	0.24		20.98	3.02	0.85	1.54	2.7	31.69	83.3
BC	6.1	0.24		23.78	3.75	0.98	1.68	2.9	33.67	89.7

- 1- Conductividad eléctrica en el extracto de suelo a saturación
- 2- Porcentaje de humedad al momento del muestreo.
- 3- Cationes intercambiables, en cmol/kg o meq/100 g de suelo
- 4- Porcentaje de sodio intercambiable,
- 5- Capacidad de intercambio catiónico, medido con Acetato de amonio N1, pH 7.
- 6- Porcentaje de saturación de bases

Tabla 1 Determinaciones analíticas del perfil modal

2- Determinaciones analíticas en lotes

En la Tabla 2, se presentan las variables estudiadas en los lotes a ser regados. Nótese que se analizan cationes solubles que son los que resultan recomendable analizar en estudios vinculados a la a salinidad-alcalinidad, presente o potencial, tal como resulta de un riego.

	muestra	pH (*)	CEs dS/m ⁽¹⁾	H % (2)	Ca ⁺² + Mg ⁺² (3)	Na ⁺ (3)	RAS ⁽⁴⁾
Lote 5	superficial	5.8	0.37	32.27	1.52	1.20	1.38
	subsup.	5.8	0.24	28.18	0.74	0.85	1.39
Lote 6	superficial	5.7	0.27	18.03	1.62	0.82	0.91
	subsup.	5.6	0.20	15.97	0.90	0.63	0.94
Lote 18	superficial	7.0	0.63	20.73	3.20	0.89	0.70
	subsup.	7.05	0.58	16.71	3.58	0.93	0.69
Lote 19	superficial	5.7	0.30	23.94	2.90	0.55	0.46
	subsup.	6.0	0.55	14.38	2.46	1.07	0.96

- 1- Conductividad eléctrica en el extracto de suelo a saturación
- 2- Porcentaje de humedad al momento del muestreo.
- 3- Cationes solubles, me.l¹ en el extracto de suelo a saturación
- 4- Relación de Adsorción Sodio

* pH en pasta

Tabla 2 Determinaciones analíticas en lotes

3- Densidad aparente y porosidad_.

En la Tabla 3, se presentan los valores de **densidad aparente** (1), **porosidad total**(2) y **espacio aéreo** (3) para la humedad presente en el momento del muestreo(4).

Ubicación muestra		Densidad aparente (1)	Humedad presente % (4)	Porosidad total % (2)	Espacio aéreo % (3)
lote 5	superficial	1.05	32.27	58.00	24.12
	subsuperf.	1.21	28.18	53.46	19.36
lote 6	superficial	1.25	18.03	50.00	27.46
	subsuperf.	1.23	15.97	52.69	33.05
lote 7	superficial	1.09	24.73	56.40	29.44
	subsuperf.	1.41	15.32	45.77	24.17
lote 18	superficial	1.02	20.73	59.20	38.06
	subsuperf.	1.22	16.71	53.07	32.63
lote 19	superficial	0.98	23.94	60.80	37.34
	subsuperf.	1.26	14.38	51.54	33.42

(1) **Densidad aparente** en g/cm³, método del cilindro.

(2) **Porosidad total %**, calculada a partir de la densidad aparente y densidad real.

La **Densidad Real** fue estimada, se consideró superficialmente: **2,50 g/cm³** y subsuperficialmente: **2,60 g/cm³**. La porosidad total % indica el volumen total de poros, ocupados por agua y aire.

(3) **Espacio aéreo o Porosidad de aireación**: Se obtiene a partir del valor de porosidad total % indicado en punto anterior y la humedad presente en el momento de la extracción de la muestra (4). Este valor es indicador de la posibilidad de difusión del aire en el suelo.....

Tabla 3 Valores de densidad aparente, porosidad total, y espacio aéreo

4- Resistencia a la penetración_.

Mediante penetrómetro Proctor (de punta), se midió la resistencia que ofrece el suelo a la penetración de raíces. Las mediciones se realizaron en todos los lotes subsuperficialmente, a la profundidad donde se observaba a campo una disminución importante del desarrollo radicular. Sólo en el lote 7 se midió superficialmente. Se presentan a continuación los valores promedios obtenidos:

Lote 5: Subsuperficial: 2.424 KPa; humedad gravimétrica 28.2% - humedad volumétrica 34.1 %

Lote 6: Subsuperficial: **11.685 KPa**; humedad gravimétrica 16,0% - humedad volumétrica 19.6%

Lote 7: Superficial: **2.265 KPa**; humedad gravimétrica 24.7% - humedad volumétrica 27,0%. Subsuperficial: mayor a **11.418 KPa**; humedad gravimétrica 15.3% - humedad volumétrica 21.6 %

Lote 18: Subsuperficial: **8788 KPa** (variaron según sitio entre 5505 y 10.429 KPa) humedad gravimétrica 16.7% - humedad volumétrica 20.4% (valores corresponden a los valores más altos de RP).

Lote 19: Superficial **8.923 KPa**; humedad gravimétrica 19,5% -humedad volumétrica 24.6%. Subsuperficial: **12.082 KPa**; humedad gravimétrica 14.4% -humedad volumétrica 18.1%.

Interpretación: se aprecia claramente una elevada resistencia del suelo a la penetración de raíces a la profundidad analizada (horizonte A) En todos los casos, los valores obtenidos son superiores a los admisibles para el normal desarrollo de raíces. Los bajos valores de humedad contribuyen a ofrecer mayor resistencia. Se aprecia que con valores de humedad no extremas, tal como ocurre en el lote 5, los valores de resistencia disminuyeron en forma destacada. En relación

a los valores críticos, no puede darse un criterio único, algunos autores establecen que valores superiores a **1.400 KPa** resultan elevados.

5- Lamina total infiltrada, Velocidad de infiltración e Infiltración básica_.

La **permeabilidad** de un suelo es la cualidad que le permite transmitir agua o aire a través de sus capas u horizontes. Se suele medir cuantitativamente según la cantidad de agua que pasa a través de una sección de suelo saturado en la unidad de tiempo. A tal fin se utilizan diferentes **permeámetros**, en el presente estudio, se utilizó el de **Doble Anillo** (Figura 3), y los valores obtenidos se ajustaron según **ecuación de Kostiakov**, por ser considerada por diversos autores como la forma más conveniente de evaluar la permeabilidad de suelos a regar.



Figura 3 Permeámetro de doble anillo para medir velocidad de infiltración e infiltración básica

..... En los gráficos se representa la “**velocidad de infiltración de agua**” desde el comienzo de la determinación hasta el final de la misma (última columna de la planilla), y la “**lámina total infiltrada**” (información no presentada). Estas dos variables permiten **conocer el comportamiento del agua de riego en el suelo**, y consecuentemente establecer el tiempo en que una determinada lámina de riego se infiltrará en el suelo.

Se obtiene a partir de los datos anteriores el valor de “**Infiltración básica**”, esta variable es la que permite establecer el verdadero drenaje interno de un suelo y los posibles riesgos del mismo ante procesos de salinización o/ alcalinización que podría llegar a ocasionar la incorporación del riego. Esto último debe ser analizado conjuntamente con las características del agua de riego (composición química). Los criterios más modernos de evaluación de calidad de agua consideran el valor de Infiltración básica aquí obtenido.

La **Infiltración básica** (IB)(cm/h) se la define como “la velocidad de entrada de agua al suelo luego de un período de tiempo tal que los cambios de velocidad son muy lentos”. La IB de un suelo queda definida por su horizonte o capa más impermeable, que será en última instancia la que definirá el movimiento de agua vertical cuando el suelo se encuentra próximo a la capacidad de campo.

La **Infiltración básica** es una propiedad intrínseca del suelo que define su permeabilidad, la “**velocidad de infiltración**” puede ser modificada por prácticas de manejo, clases de cultivo, etc.

Cuando un suelo es estudiado con el fin de establecer su respuesta al riego es necesario establecer la permeabilidad en cada horizonte. En este estudio las determinaciones ya mencionadas, se evaluaron en todos los lotes a dos profundidades, superficial y subsuperficialmente. Las profundidades de evaluación elegida responde a los conceptos dados precedentemente: “establecer la velocidad con que el agua entra al suelo y establecer la infiltración básica del suelo”, que en este caso queda definida por el **horizonte compactado A**. A partir de los 17 cm (horizonte A) como consecuencia del laboreo continuo a igual profundidad, se forma un piso de arado. En la Figura 5 se presenta el subsolado que se efectuó en este suelo a fin de romper el piso de arado comentado.



Figura 4 Detalle de subsolador, y suelo luego de subsolarlo

LOTE 5

1) *Superficialmente*_. La IB fue de **3.65 cm/h**, esto define una **permeabilidad moderada**. Desde el inicio de la determinación se alcanzan valores próximos a la infiltración alcanzada en el tiempo en que se midió la misma, esto se relaciona con los contenidos de humedad superficial. Sin embargo, al igual que lo ocurrido en los otros lotes, en 3,5 horas no se llegan a los valores de infiltración subsuperficial.

2) *Subsuperficialmente*_. Este horizonte que como se mencionó define la permeabilidad del perfil en su conjunto, tuvo una **IB de 0,34 cm/h**. Esto define una **permeabilidad lenta**, suelo poco permeable, con acumulaciones de agua en lapsos de tiempo suficiente como para presentar moteados. Al igual que superficialmente, los contenidos de humedad fueron elevados (28,18%).

LOTE 6

1) *Superficialmente*_. La permeabilidad de este horizonte es **moderadamente rápida** ya que la IB del mismo fue de **11.51 cm/h**. En este horizonte existiría una porosidad capilar relativamente alta. Durante las 3,5 horas, no se produjo una disminución de la infiltración que lo acerque al valor de infiltración del horizonte subsuperficial, el cual es el valor de Infiltración básica del perfil.

2) *subsuperficialmente*_. La **IB es de 1.78 cm/h**, la permeabilidad es **moderadamente lenta**. En estas condiciones podría producirse acumulaciones de agua por períodos prolongados que darían lugar a rasgos hidromórficos. Se produce una disminución drástica de la velocidad de penetración del agua cuando se satura el horizonte superficial.

LOTE 7

1) *Horizonte superficial*_. I.B. **6.40 cm/h**, horizonte **moderadamente permeable**. Permite el crecimiento óptimo de los cultivos, sin riegos de aparición de rasgos hidromórficos (moteados). La lámina acumulada a las 3,5 hs de evaluación es el doble de la obtenida en el lote 5 y la mitad de la del lote 6. Desde el inicio de la evaluación se alcanza el valor de mencionado de IB.

2) *Subsuperficialmente*_. I.B. **2.08 cm/h**, **permeabilidad moderada**, en el límite de **moderadamente lenta** (menor a 2 cm/h). El comportamiento subsuperficial de este lote, aunque con valores ligeramente mayores, fue semejante al observado en el lote 6.

LOTE 19

1) *Superficialmente*_. La permeabilidad de este horizonte es de **moderadamente rápida a rápida** ya que la IB del mismo fue de **13.44 cm/h**. Obsérvese que inicialmente los valores de infiltración son muy elevados disminuyendo a medida que el suelo se satura, sin embargo, a las 5 horas y 30 minutos de evaluación, si bien se observa una uniformidad de los valores, el suelo mantiene una elevada permeabilidad, siendo muy elevada la lámina de agua acumulada. El horizonte presentaría una alta porosidad no capilar.

2) *Subsuperficialmente*_. La **IB es de 2.02 cm/h**, la **Permeabilidad** está en el límite superior de **moderadamente lenta** y límite inferior de **moderada**. En estas condiciones podrían producirse acumulaciones de agua por períodos prolongados que darían lugar a rasgos hidromórficos (no observados en la observación del suelo a campo, punto 2).Se produce una disminución drástica de la velocidad de penetración del agua cuando se satura el horizonte superficial. En este caso, al ser tan elevada la permeabilidad del horizonte superficial no existiría limitante en la lámina de agua a agregar. Sin embargo, la capacidad de almacenamiento del suelo se restringe drásticamente.

LOTE 18

1) *Superficialmente*_. La I.B. es de **3.36 cm/h**, permeabilidad **moderada** . Aunque inferior a los valores frecuentemente obtenidos en los otros lotes, resulta adecuada para el desarrollo de los cultivos.

2) *Subsuperficialmente*_. La I.B. es de **1.75 cm/h**, permeabilidad **moderadamente lenta**. Caben iguales comentarios a los ya indicados.

LOTE 16

1) *Superficial*_. La I.B. es de **15.00 cm/h**, el horizonte presenta una **permeabilidad rápida** (mayor a 12 cm/h). Presentaría una porosidad no capilar alta.La Lámina total acumulada en el tiempo de evaluación fue extremadamente alta, siendo las velocidades de infiltración también muy elevadas. De todos los lotes analizados, fue el que presentó mayores valores de infiltración superficial, para iguales tiempo.

2) *Subsuperficialmente*_. La I.B. **2,00 cm/h**, en el límite de **permeabilidad moderadamente lenta a moderada**. Como se aprecia subsuperficialmente, este lote tuvo un comportamiento próximo al observado en el lote 6, 7, 18,19, 6, y pudiendo hacerse las mismas observaciones al respecto (la comparación se hace para iguales tiempos de evaluación).

.....

Se concluye para este tema que en todos los casos (lotes), desde el punto de vista del manejo del agua, debe considerarse que si bien superficialmente el suelo se comporta adecuadamente, si se prolongase el riego en tiempos mayores a los determinados en superficie, comenzaría manifestarse la presencia del horizonte subsuperficial y el agua ya no infiltraría a igual ritmo. Consecuentemente, en riegos de larga duración la penetración del agua quedaría definida por este impedimento, el cual resultó muy variable según lote.

Cabe hacer un comentario especial en relación al **lote 16**: no existiría en relación a la infiltración un comportamiento diferente al observado en los lotes restantes, e incluso presentó la mayor infiltración superficial. Consecuentemente, no obstante presentar un horizonte E, ya comentado en punto 2, no estaría afectando la circulación del agua en forma destacada. No obstante, debe establecerse fehacientemente el origen de su presencia y su extensión. En este lote al igual que en los restantes, la limitación principal al movimiento del agua se da por la presencia de un horizonte subsuperficial con grado variable de compactación.

En Tabla 4, **se comparan los valores de IB superficiales y subsuperficiales** obtenidos en todos los lotes, con sus respectivas **densidades aparentes**.

El **valor promedio de IB** para todos los lotes, definida según su horizonte más impermeable, es de **1,66 cm/h**, permeabilidad **moderadamente lenta**. Se producirían acumulaciones de agua suficiente como para permitir la aparición de rasgos de hidromorfismo, sin embargo, se destaca

que este promedio sería de **1,93 cm/h**, límite superior de **permeabilidad moderadamente lenta a moderada** (límite inferior), si no se considera el lote 5 que fue el que presentó una infiltración subsuperficial inferior.

LOTE		Infiltración básica (cm/h)	densidad aparente (g/cc)
lote 5	superficial	3.65	1.05
	subsuperf.	0.32	1.21
lote 6	superficial	11.51	1.25
	subsuperf	1.78	1.23
lote 7	superficial	6.40	1.09
	subsuperf.	2.08	1.41
lote 19	superficial	13.44	1.02
	subsuperf.	2.02	1.22
lote 18	superficial	3.36	0.98
	subsuperf.	1.75	1.26
lote 16	superficial	15.00	1.02
	subsuperf.	2.00	

Tabla 4 Infiltración básica vs Densidad aparente

6- Capacidad de retención hídrica del perfil *Argjudol típico*.

La Capacidad de Retención de Agua Disponible (CRAD) en el suelo es una medida de gran utilidad a fin de manejar correctamente el riego. Permite establecer a partir de esta (CRAD), y de las necesidades de agua del cultivo, la cantidad de agua a agregar y el tiempo de cada riego.

Esta medida (CRAD) se basa en una clasificación del agua del suelo que considera como disponible para las plantas el agua retenida en dos situaciones: “**capacidad de campo**” (CC) y “**punto de marchitez permanente**”(PMP). Si bien el punto de marchitez permanente puede variar con el cultivo y las condiciones del medio (viento, evaporación, etc), en términos prácticos esta medida es considerada aceptable (aunque extrema).

Definiciones.

Capacidad de campo: se refiere al contenido máximo de agua que puede contener el suelo cuando la mayoría de la macroporosidad está ocupada por aire. Es estimada a partir del valor del contenido de agua que retiene el suelo en equilibrio con una presión de 33KPa.

Punto de Marchitez Permanente: contenido de agua por debajo del cual las plantas no son capaces de extraer agua del suelo. Se estima por el contenido de agua que retiene el suelo en equilibrio con una presión de 1500KPa.

“La diferencia entre ambas variables y la profundidad del suelo permite establecer la **CRAD** mencionada en primer término” .

Consecuentemente, en el presente trabajo se evaluó la CC y PMP de cada uno de los horizontes descriptos en 1). Los valores obtenidos se presentan en Tabla 5.

HORIZONTE	% humedad en C.C.	%Humedad en PMP
Ap	35.55	11.74
A	37.63	12.85
Bt ₁	47.94	24.76
Bt ₂	49.75	24.19
Bt ₃	46.52	22.59
BC	45.79	22.29

Tabla 5 Humedad contenida en CC y PMP, por horizonte

La **CRAD** (capacidad de retención de agua disponible para las plantas) hasta **1 metro** de profundidad es de **241.36 mm**; y hasta **1,20 m** (incluye el horizonte BC) es de **288.36 mm** (valores ponderados por prof). Este valor se obtuvo por los valores expuestos en Tabla 5 (% de humedad gravimétrica a ambas presiones, y profundidad de los horizontes involucrados).

Sin embargo, resulta más correcto definir la **CRAD del suelo** considerando la **densidad aparente (humedad volumétrica)**. En este estudio la Densidad aparente se midió en dos horizontes, consecuentemente a los fines del cálculo aquí discutido, se estableció un valor de densidad aparente estimado para los restantes horizontes no medidos. La **CRAD** hasta 1 m es de **320.48 mm** ($3204.8 \text{ m}^3/\text{ha}$), y hasta 1,20 m de **381.58 mm** ($3815.8 \text{ m}^3/\text{ha}$).

En Figura 6 se presentan las **curvas de retención hídrica** representadas por sus contenidos hídricos (humedad % en peso) al estado de C.C. y P.M.P, hasta la profundidad de 1,2m, el área entre ambas curvas representa la CRAD del suelo.

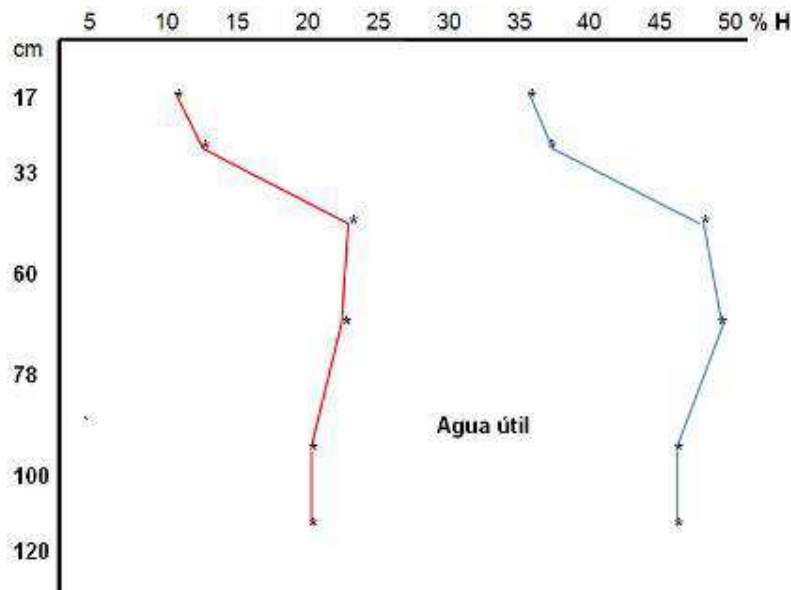


Figura 6 Curvas de retención hídrica, contenidos hídricos (humedad % en peso) al estado de C.C. (azul) y P.M.P. (roja), el área entre ambas es la CRAD, hasta 1 m, 320.48 mm ($3204.8 \text{ m}^3/\text{ha}$), y hasta 1,20 m, 381.58 mm ($3815.8 \text{ m}^3/\text{ha}$)

Interpretación: Lo expuesto hasta aquí es el cálculo de retención hídrica dependiendo de los contenidos de humedad (en CC y PMP) en los horizontes extraídos hasta el metro de profundidad en el presente estudio. Estos contenidos hídricos, se relacionan con la textura y con el nivel de materia orgánica. Sin embargo, cabe destacar, que estrictamente, la CRAD hace referencia a la profundidad radical efectiva del cultivo a regar. En el presente estudio, la presencia de capas impermeables (horizonte A compactado en grado variable y presencia de un horizonte B arcilloso, denso), podrían dificultar la disponibilidad de agua para los cultivos (ver infiltraciones

subsuperficiales comentadas precedentemente), y consecuentemente ser menor la CRAD real para los cultivos que la aquí establecida.

7- Determinaciones sobre la fertilidad química de los lotes_.

En la Tabla 6 se presentan los variables relativas a la fertilidad química medidas en los horizontes superficiales (Ap) en todos los lotes.

	Fósforo (ppm) B.K. 1	Carbono orgánico % (B.W.)	Materia orgánica (%)	Nitrógeno total % (Kjeldahl)	relación C/N
lote 5	4.9	2.24	3.86	0.206	10.9
lote 6	4.6	1.72	2.97	0.163	10.5
lote 7	5.3	2.08	3.59	0.214	9.7
lote 18	143.5	2.84	4.90	0.278	10.2
lote 19	31.5	2.35	4.05	0.231	10.1

Tabla 6 Fertilidad química de lotes

Interpretaciones

Fósforo_. Medido por Bray -Kurtz n* 1, resulta bajo para cultivos extensivos, en los lotes 5, 6 y 7. En el lote 19 muy elevado, y en el 18 excesivamente elevado. En relación a este último, podría haber ocurrido un error de muestreo, si la historia del lote no se compadece con tan alto valor, sería conveniente determinar nuevamente el estado de este lote.

Se destaca que a fin de conocer la verdadera necesidad de fertilización de los lotes se debe comparar: *“kilos de fósforo disponibles en el suelo para el cultivo (considerar: densidad aparente, profundidad explorable por las raíces, y ppm de fósforo obtenido por laboratorio) con las necesidades de fósforo de dicho cultivo (considerar: nivel de rendimiento esperable)”*. En el caso de disponer de estudios de investigación en la zona, consultar las recomendaciones que los mismos dan, a fin de ajustar la disponibilidad a la necesidad.

Los **excesos de fertilización no resultan nunca adecuados** ya que comienzan a manifestarse deficiencias en otros nutrientes, tal como la de **micronutrientes** por problemas de antagonismos. Por otra parte, los estudios actuales de **contaminación** alertar sobre el uso indiscriminado de fertilizantes. Así, los fertilizantes fosforados solubles presentan cantidades variables de elementos pesados que a largo plazo pueden conducir a serios problemas de contaminación de los suelos y del agua. Cabe destacar que en U.S.A. y en algunos sitios de agricultura semi-intensiva de Europa es este un problema de actual vigencia. Se concluye, que no sólo se incurre en **gastos innecesarios** sino que además se producen desequilibrios nutricionales importantes, con daño al medio por contaminación del suelo y del agua.

Carbono orgánico - Materia orgánica_. Carbono orgánico medido por Walkley-Black, por factor 1,72 se calcula la materia orgánica. La materia orgánica resulta **media** en los lotes 5, 6 y 7; mientras que en los lotes 18 y 19 la misma se ubica en valores de **alto** contenido.

Nitrógeno total_. En todos los casos en el límite de media a alta. El lote 6 presenta un contenido ligeramente inferior en nitrógeno, coincidente con un ligeramente menor valor de materia orgánica. En relación a la fertilización nitrogenada caben comentarios semejantes a los dados para fósforo, ajustar según la extracción que realice el cultivo.

Relación C/N_. Es un indicador del grado de agotamiento que presentan los suelos, los valores obtenidos resultan adecuados en todos los casos.