



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA**

**Trabajo Final presentado para optar al Grado
de Ingeniero Agrónomo
Modalidad: Proyecto**

**PERMEABILIDAD DE HORIZONTES CON LAMELAS
EN HAPLUSTOLES**

Nombre del Alumno: Juan Manuel López Correa

DNI: 35.879.710

Director: *Américo Degioanni*

DNI: 13.860.834

Co-Director: *M. Alejandro Becerra*

DNI: 29.203.496

Río Cuarto - Córdoba

JUNIO 2018

UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA
CERTIFICADO DE APROBACIÓN

Título del Trabajo Final: Permeabilidad de horizontes
con lamelas

Autor: *Juan Manuel López Correa*

DNI: 35.879.710

Director: *Americo Degioanni*

Co-Director: *M. Alejandro Becerra*

Aprobado y corregido de acuerdo con las sugerencias de
la Comisión Evaluadora

(Nombres)

Fecha de Presentación: ____ / ____ / ____

Secretaria Académica

*“Dedicado a mi madre Fanny Correa, por su gran esfuerzo para darme la posibilidad de realizar mi carrera. A mi padre Ricardo López por presentarme la hermosa vida del campo, a mi director Americo Degioanni por su gran motivación transmitida.
A cada docente que aportó un grano de arena en el maravilloso camino de mi aprendizaje”.*

Muchas gracias.

ÍNDICE DE CAPÍTULOS

Certificado de aprobación	I
Agradecimientos	II
Índice de capítulos.....	III
Índice de figuras y tablas	IV
Resumen	V
Summary.....	VI
1.1 Introducción	1
1.1. Marco teórico y planteo del problema	1
1.2. Antecedentes.....	2
2. Hipótesis	4
3. Objetivos.....	4
3.1. Objetivo General.....	4
3.1. Objetivo General.....	4
4. Materiales y Métodos	5
4.1. Área de muestreo	6
4.2. Toma de muestras	6
4.3. Medición de Ks.....	6
4.3.1. Preparación de muestra	6
4.3.2. Cuantificación del volumen infiltrado y cálculo de Ks.....	8
4.4. Diseño experimental y tratamiento estadístico los datos	9
5. Resultados y discusiones	10
5. 1. Descripción del individuo.....	10
5.2. Conductividad hidráulica saturada.....	12
6. Conclusión	12
7. Bibliografía	13
8. Anexo	15

ÍNDICES DE FIGURAS Y TABLAS

Figuras

<i>Figura 1:</i> Ubicación geográfica del sitio de muestreo	5
<i>Figura 2:</i> Toma de muestra: cilindro conteniendo la lamela.....	6
<i>Figura 3:</i> Muestras en bandejas de saturación	7
<i>Figura 4:</i> Colocación de tela plástica sobre las muestras	7
<i>Figura 5:</i> Recipientes de carga hidráulica constante.	8
<i>Figura 6:</i> Disposición de horizontes y lamela contenida en horizonte A2	11
<i>Figura 7 :</i> Lamela en el perfil de suelo.....	11

Tablas

<i>Tabla 1:</i> Conductividad hidráulica saturada en las posiciones muestreadas	12
<i>Tabla 2:</i> Análisis de la varianza	15
<i>Tabla 3:</i> Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)	15
<i>Table 4:</i> Test: LSD Fisher Alfa=0,05	15

RESUMEN

La lamela es una estructura morfológica del suelo de carácter iluvial con un espesor menor de 7,5 cm y que contiene más arcilla que el horizonte eluvial suprayacente. Por lo general, estas formaciones se encuentran en suelos con materiales sedimentarios de granulometría arenosa. En algunos suelos del sur de la provincia de Córdoba se han comenzado a observar presencia de lamelas, generalmente en la base del horizonte A a unos 20 - 25 cm aproximadamente. La mayoría de los estudios sobre lamelas hacen hincapié en su génesis y disposiciones de sus poros pero no existen experiencias sobre el impacto que pueden tener sobre la permeabilidad del agua en el suelo. En tal sentido, se realizó un ensayo cuantificando la conductividad hidráulica saturada (K_s) en porciones de horizonte A y AC de un Haplustol (33°19'S; 64°34'O) con presencia de lamelas. Se procedió a medir dicha variable a través de un permeámetro de carga constante. Para el cálculo de la conductividad hidráulica se midió el volumen de agua percolado por unidad de área y tiempo. Los resultados muestran diferencias significativas ($p < 0,05$) entre la porción del horizonte con lamela y las porciones superior e inferior respectivamente. La K_s promedio para la porción del horizonte que contiene la lamela fue de 0,89 cm h^{-1} mientras que las porciones superior e inferior fue de 2,38 cm h^{-1} y 2,64 cm h^{-1} respectivamente. Esta experiencia demuestra que la permeabilidad del horizonte con la presencia de estas formaciones morfológicas se ve sensiblemente reducida.

Palabras claves: Formaciones morfológicas especiales, Conductividad Hidráulica Saturada, Infiltración.

SUMMARY

The lamella is a morphological structure of the illuvial soil with a thickness of less than 7.5 cm and containing more clay than the overlying eluvial horizon. In general, these formations are found in soils with sedimentary materials of sandy granulometry. In some soils of the south of the province of Córdoba have begun to observe the presence of lamella, generally at the base of the horizon A at about 20 - 25 cm approximately. Most studies on lamella emphasize its genesis and dispositions of its pores but there are no experiences on the impact they can have on the permeability of water in the soil. In this sense, an assay was carried out quantifying the saturated hydraulic conductivity (K_s) in portions of horizon A and AC of a Haplustol (33 ° 19'S; 64 ° 34'O) with the presence of lamellae. We proceeded to measure said variable through a constant load permeameter. For the calculation of hydraulic conductivity, the volume of percolated water per unit area and time was measured. The results show significant differences ($p < 0.05$) between the portion of the horizon with lamella and the upper and lower portions, respectively. The average K_s for the portion of the horizon containing the lamella was 0.89 cm h⁻¹ while the upper and lower portions were 2.38 cm h⁻¹ and 2.64 cm h⁻¹ respectively. This experience shows that the permeability of the horizon with the presence of these morphological formations is significantly reduced.

Keywords: Special morphological formations, Saturated Hydraulic Conductivity, Infiltration.

1. Introducción

1.1. Marco teórico y planteo del problema

Las entradas de agua al sistema suelo, en general, incluyen: lluvias, riego, escorrentía y ascenso capilar. La válvula que regula la entrada de agua al sistema suelo es el proceso de infiltración, el cual se define como la entrada de agua al suelo a través de la superficie del mismo. Dicho proceso determina cuánta agua va a entrar al suelo y cuánta va a escurrir, por lo tanto no sólo afecta la disponibilidad del agua en el perfil del suelo para la producción de biomasa, sino también, el escurrimiento y por ende la erosión hídrica.

La permeabilidad se define como la capacidad con que el agua atraviesa en forma descendente el perfil del suelo. Dicha capacidad está determinada por el tamaño y cantidad de macroporos del horizonte menos permeable y si dichos poros están libres de agua, es decir que no estén saturados por la presencia de una capa freática (Etchevere, 1976). Esta capacidad se mide a través de conductividad hidráulica (cm h^{-1}).

La permeabilidad se rige por la Ley de Darcy. Esta ley establece que la circulación de un fluido a través de un medio poroso es directamente proporcional a la sección y al gradiente hidráulico entre dos puntos del medio poroso y la constante de proporcionalidad es característica material que es atravesado por el fluido. Esta constante se denomina conductividad hidráulica saturada (K_s).

Las lamelas, también llamadas bandas de arcilla o laminillas, son formaciones morfológicas especiales en los suelos que se presentan en el perfil en forma de bandas enriquecidas por arcilla y hierro en relación a la porción inmediata superior e inferior (Rawling, 2000). Según la taxonomía de suelos conforman un horizonte iluvial, menor de 7,5 cm de espesor y que contiene más arcilla silicatada que el horizonte eluvial suprayacente. Dicha arcilla acumulada en la lamela se dispone orientada sobre o uniendo granos de arena y limo.

La formación de las lamelas hasta el momento no está bien entendida. Sin embargo se consideran tres posibles procesos de génesis: a) origen petrogénico, es decir formadas por procesos sedimentarios durante la deposición de materiales parentales formando planos estratificados no paralelos a la superficie del suelo; b) origen pedogenético, formadas por iluviación de arcilla donde los planos de estratificación son paralelos a la superficie del suelo y c) origen petro-pedogenético formadas por iluviación de arcilla controlada por las propiedades del material de origen heredado de la deposición, en este caso los planos de estratificación también son paralelos a la superficie del suelo (Rawling, 2000).

Probablemente, el estudio de la génesis de las lamelas se debe considerar en forma específica de cada sitio, pero los diferentes tipos de orígenes nombrados ofrecen una idea interesante sobre la formación de ellas. Rawling (2000) las describió de la siguiente manera: a) se forman a nivel mundial en los sedimentos de arena, comúnmente dominados por la fracción fina (0.25 - 0.10 mm); b) se caracterizan por un ligero aumento en la arcilla silicatada y hierro; c) a menudo contienen microláminas de arcilla iluvial que recubre los granos de arena; d) se pueden formar rápidamente y de forma simultánea e) se pueden calificar como un tipo de horizonte Bt.

El estudio de las lamelas puede ser confuso por sus varios orígenes y la falta de uso uniforme en la terminología. Los términos utilizados para nombrarlas en la bibliografía son: laminillas, bandas, múltiples bandas amarillo-rojizas, laminillas de arcilla iluvial, bandas de arcilla de hierro, bandas de arcilla, capas de arcilla (Rawling, 2000). Soil Survey Staff (1960) propone el término laminillas, también Van Reeuwijk y de Villiers (1985) lo sugieren, aunque Gile (1979) argumenta que el término bandas de arcilla es el más utilizado.

En el presente trabajo se referirá a ellas como lamelas, término utilizado en Soil Taxonomy (USDA, 1975) que las define una capa de arcilla de menos de 7.5 cm de espesor que presenta mayor contenido de arcilla que el horizonte eluvial suprayacente.

1.2. Antecedentes

A pesar del aparente interés en la génesis de lamelas, se carece de datos sobre la formación de las mismas y de su variabilidad espacial. Algunos trabajos suponen que la parte superior de las lamelas son las más antiguas (Torrent *et al.*, 1980) y otros la parte inferior (Berg, 1984; Van Reeuwijk y de Villiers, 1985). Sin embargo existen otros estudios que indican que la formación ocurre en múltiples bandas simultáneamente (Bond, 1986), por lo que no parece probable que haya un mismo proceso de génesis.

Con respecto a la estabilidad de las lamelas en el tiempo algunos autores (Torrent *et al.* 1980) indican que puede estar dada por la presencia de hierro entre las partículas que la componen.

Una hipótesis de pedogénesis es que se originan por cambios en la humedad del suelo. Durante los períodos secos, se produce una deposición eólica, y durante los períodos más húmedos, las partículas de arcilla y limo son trasladadas y depositadas. A causa de continuas repeticiones de esta secuencia, se van formando paulatinamente las lamelas (Gray *et al.*, 1976).

Diversos autores publicaron intentos fallidos para formar lamelas en el laboratorio. Robinson y Rich (1960) pasaron suspensiones de arcilla y hierro a través de arena, pero no pudieron formarlas. Dijkerman *et al.* (1967) vertieron solución de montmorillonita saturada

con sodio a través de varias columnas de diferentes tamaños de arena sin llegar a su formación. Folks y Riecken (1956) pudo formar láminas de hierro por lixiviación en una columna de arena fina y arcilla con ácido oxálico 0,01 M. Las bandas se observaron pero eran demasiado finas para tomar muestras.

En el departamento Río Cuarto los suelos más frecuentes son los Haplustoles, representando el 50,6% del total de los suelos de dicho departamento (Jarsún *et al.*, 2003). En la cartografía oficial de Córdoba (Jarsún *et al.*, 2003) y trabajos de suelos del Departamento de Ecología Agraria de la FAV (Cantero *et al.*, 1986) no se indica la presencia de lamelas. Sin embargo han sido localizadas en varios suelos del Departamento por lo que se trataría, en principio de un proceso de génesis reciente. La pregunta que surge a partir observar la presencia de estas estructura morfológicas es si afectan el funcionamiento hídrico del perfil, en particular la permeabilidad. En este sentido, Bouabid *et al.*(1992) demostraron que existe una discontinuidad de los poros en la parte superior de las lamelas concluyendo que podría haber una reducción de la conductividad hidráulica. En consecuencia es posible que estas formaciones reduzcan esta conductividad y por consiguiente afectaría la permeabilidad del perfil.

2. Hipótesis

- La existencia de lamelas en Haplustoles del sur de la provincia de Córdoba reducen la permeabilidad del horizonte que las contienen.

3. Objetivos

3.1. Objetivo General

- Evaluar la influencia de las lamelas sobre la permeabilidad de un Haplustol del Departamento Río Cuarto

3.2. Objetivos Especificos

- Caracterizar el suelo con lamelas
- Comparar conductividad hidráulica saturada (K_s) del horizonte con lamelas con los horizontes suprayacente y subyacente.

4. Materiales y métodos

4.1. Área de muestreo

El muestreo se realizó en un Haplustol udorthentico (Cantero *et al.*, 1986) localizado al sur de la localidad de Santa Catalina, departamento Río Cuarto, Córdoba (33°18'57.49"S, 64°34'28.16"O). Se procedió a caracterizar el individuo suelo según las Normas de Reconocimiento de Suelos para la República Argentina (Etchevehere, 1976)



Figura 1: Ubicación geográfica del sitio de muestreo

4.2. Toma de muestras

Se realizó una calicata donde se recolectaron nueve muestras inalteradas del horizonte con lamela (HCL), nueve del horizonte superior a la lamela (HSL) y nueve del horizonte inferior a la lamela (HIL) para su análisis en laboratorio. Las muestras se extrajeron en cilindros de 15 cm de alto x 6 cm de diámetros en las tres posiciones. Se colocó tela plástica en la base de cada cilindro, para impedir la pérdida de partículas de la muestra, con un tamaño de poros lo suficientemente grande para que no interfiriera en el paso del agua.

En la *Figura 2* se puede observar la metodología de muestreo.



Figura 2: Toma de muestra: cilindro conteniendo la lamela

4.3. Medición de K_s

4.3.1. Preparación de muestras

Se colocaron las muestras en bandejas con agua durante 48 horas para lograr la saturación de ellas mediante el proceso de capilaridad (*Figura 3*). Además sobre la superficie de las muestras se situó la tela plástica ya descrita para impedir el disturbio de las partículas superficiales provocado por la energía cinética del agua (*Figura 4*).



Figura 3: Muestras en bandejas de saturación

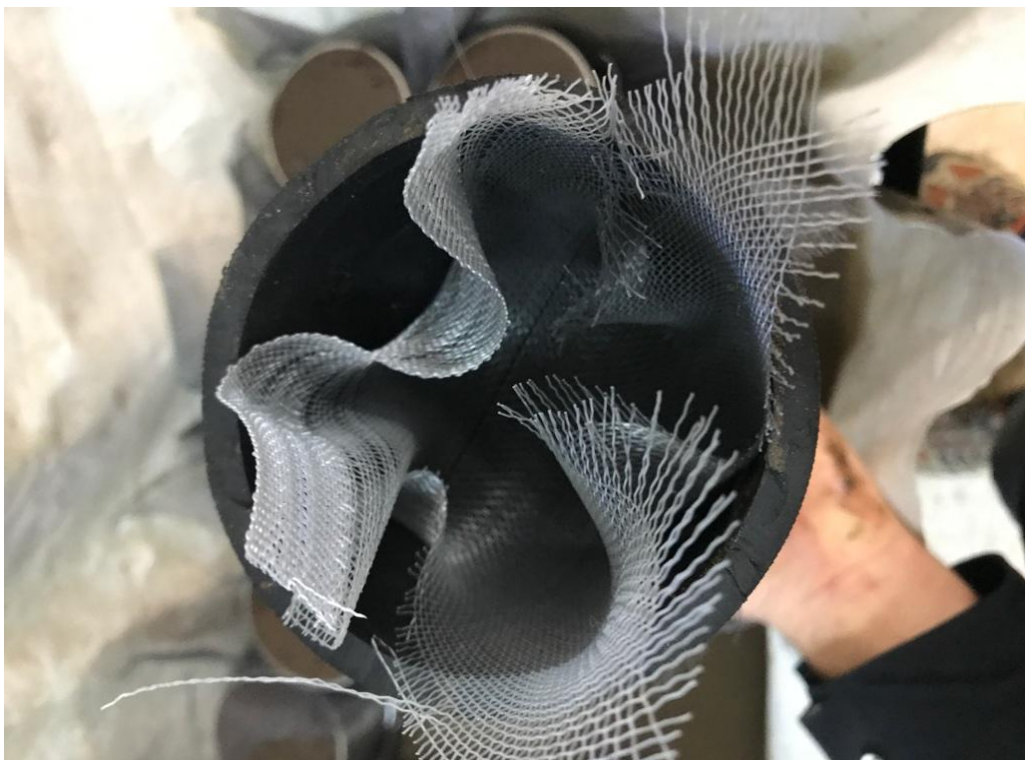


Figura 4: Colocación de tela plástica sobre las muestras

Finalmente se realizó un pasaje de agua a carga constante, hasta obtener una velocidad de infiltración constante en el tiempo.

La carga constante fue dada a través de recipientes individuales de descarga de agua que mantenían la misma columna de agua sobre las muestras, generando de esta forma la misma carga hidráulica durante toda la evaluación (*Figura 5*).



Figura 5: Recipientes de carga hidráulica constante.

El número de muestras viables para el experimento fueron seis para las muestras del HSL, cinco para las muestras del HIL y siete para las muestras del HCL. Las muestras que no fueron evaluadas se descartaron por presentar valores de K_s muy superiores a dos veces el desvío estándar con respecto al K_s medio.

4.3.2. Cuantificación del volumen infiltrado y cálculo de K_s .

Una vez obtenida una infiltración constante se procedió a la cuantificación del volumen infiltrado a través del tiempo. Para ello se midió el volumen (cm^3) de agua infiltrada a las 2 horas de iniciada la evaluación.

La determinación de conductividad hidráulica saturada se realizó a través de la ecuación de Darcy :

$$K_s = Q * \Delta L / t * A * \Delta H$$

Donde:

K_s : es conductividad hidráulica saturada en cm h^{-1}

ΔL : es la longitud de que debe atravesar el agua, que para esta experiencia es la longitud del cilindro en cm.

Q : es el volumen infiltrado en $\text{cm}^3 \text{h}^{-1}$

t : es el tiempo en infiltrar el Q en h

A : es el área de la muestra en cm^2

ΔH : es la carga hidráulica sobre la superficie de la muestra medida en longitud de columna de agua en cm.

4.4 Diseño experimental y tratamiento estadístico de los datos.

El experimento se realizó a través de un diseño completo al azar (DCA). Los tratamientos fueron: 1) K_s del del horizonte superior a la lamela (HSL), 2) K_s del horizonte con lamela (HCL) y 3) K_s del horizonte inferior a la lamela (HIL).

Se realizó análisis de la varianza y test de comparación de medias del efecto de los distintos tratamientos sobre la variable K_s , considerando el siguiente modelo:

$$Y_i = \mu + \alpha_i + \epsilon_i$$

Y_i = Valor de la variable K_s

μ : valor de la media del ensayo de K_s

α_i : es el efecto del tratamiento i

ϵ_i : Error experimental asociado a la variable i

Los datos de K_s fueron analizados través del programa estadístico InfoStat (Di Renzo *et al.*, 2011). En el cual se realizó análisis de la varianza y el test de comparación de medias (LSD) cuyos resultados se muestran en el ANEXO I (*Tablas 1,2,3*).

5. Resultados y discusiones

5.1. Descripción del individuo suelo

El Haplustol udorthentico se localiza en un área de relieve normal, con escurrimiento medio a rápido, permeabilidad moderadamente rápida lo que determina un drenaje natural bien a algo excesivamente drenado. La descripción morfológica es la siguiente:

Ap [0-8 cm] 10YR 3/4 en húmedo. Franco arenoso. Bloques subangulares finos a muy finos, muy débiles. Friable a muy friable, no plástico, no adhesivo. Límite abrupto suave.

A2 [8-20 cm] 10YR 3/4 en húmedo. Franco arenoso. Bloques subangulares, medios a finos, débiles. Friable, no plástico, no adhesivo. Límite claro suave, con lamelas de espesor variable entre 0.5 a 1 cm (color en húmedo 10YR 2/3).

-Entre los 15-20 cm se encuentran las lamelas en sentido paralelo a la superficie con un espesor que varía entre entre los 2 a 4 cm (*Figura 6,7*)

AC [20-34 cm] 10YR 4/4 en húmedo. Franco arenoso a arenoso franco. Bloques subangulares finos, muy débiles. Muy friable a suelto, no plástico, no adhesivo. Límite difuso suave.

C1 [34-60 cm] 10YR 6/4 en húmedo. Arenoso franco a franco arenoso. Masivo. Suelto, no plástico, no adhesivo. Límite gradual.

C2 [60-102 cm] 10YR 6/5 en húmedo. Arenoso franco a franco arenoso. Masivo. Suelto, no plástico, no adhesivo. Límite gradual.

Ck [+ de 102 cm].

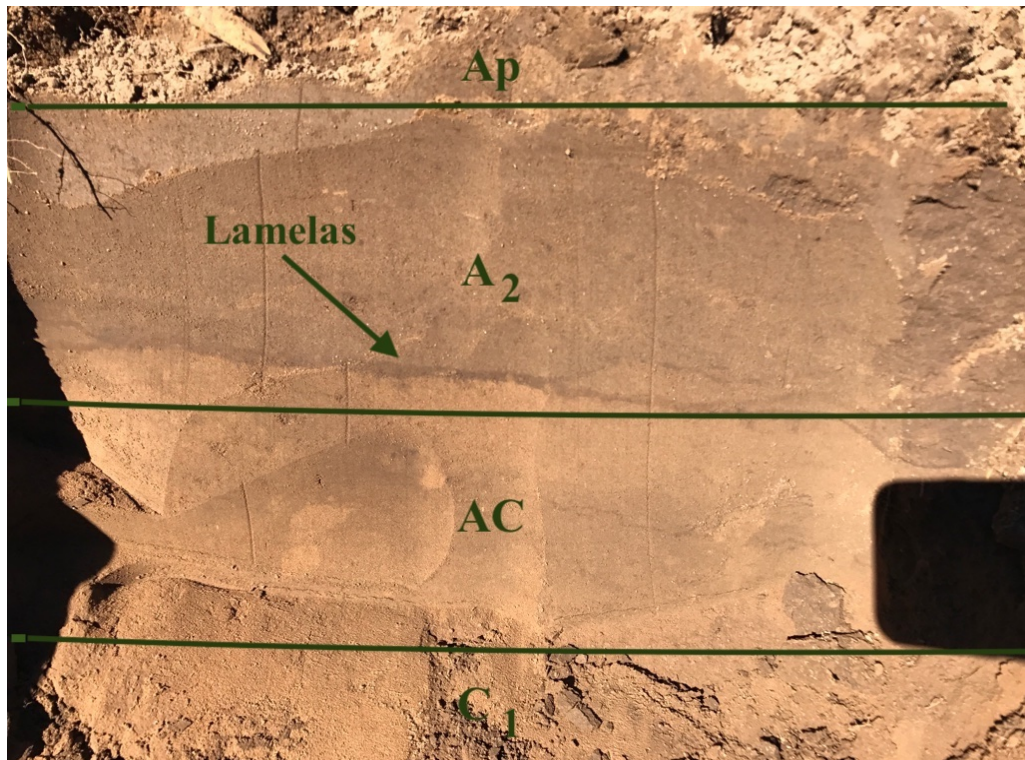


Figura 6: Disposición de horizontes y lamela contenida en horizonte A₂

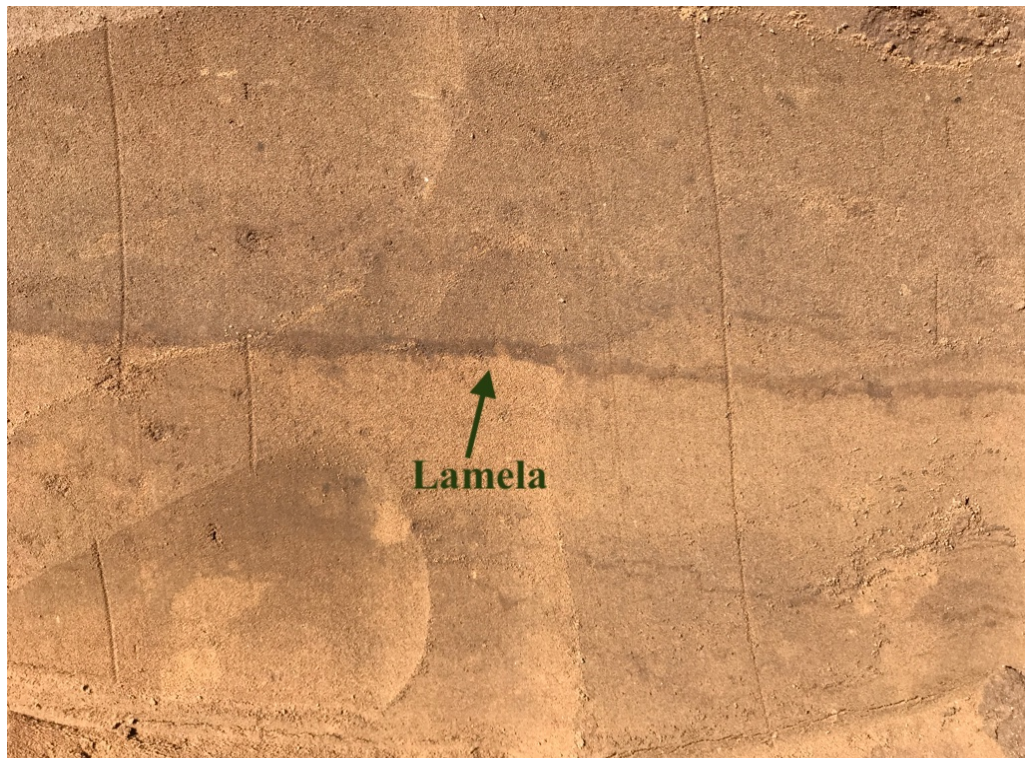


Figura 7: Lamela en el perfil de suelo

5.2. Conductividad Hidráulica saturada

Los datos de ks fueron analizados través del programa estadístico InfoStat (Di Rienzo *et al.*, 2011). En él se realizó análisis de la varianza y test de comparación de medias (LSD) cuyos resultados juntos a los valores de Ks medio se muestran en la *Tabla 1* y ANEXO I.

Tabla 1: Conductividad hidráulica saturada (cm h^{-1}) en las posiciones muestreadas

Muestras	Ks cm h^{-1}	n	Significancia *
HCL	0,89	7	A
HSL	2,38	6	B
HIL	2,64	5	B

* Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Los resultados obtenidos muestran diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) para la conductividad hidráulica saturada en el horizonte superior y el inferior a lamela (Ks medio = $2,38 \text{ cm.h}^{-1}$ y $2,64 \text{ cm.h}^{-1}$ respectivamente) en relación al horizonte con lamela (Ks medio = $0,89 \text{ cm h}^{-1}$).

Los valores de Ks obtenidos en esta experiencia para las porciones de horizonte sin influencia de lamela son similares a los obtenidos por Rawls *et al.*(1992) quien tomó 5000 muestras de diferentes suelos y encontró un Ks medio en suelos francos arenosos de $2,59 \text{ cm h}^{-1}$ por lo que refuerza la validez de las mediciones realizadas en este trabajo contrastando bien con los valores obtenidos en las porciones de horizonte con lamela.

6. Conclusiones

1 - Se confirma la hipótesis de partida: la presencia de lamelas en los Haplustoles del sur de la provincia de Córdoba provoca una significativa reducción en la permeabilidad del horizonte que las contienen.

2 - La existencia de lamelas en horizontes franco arenosos reduce 2,8 veces la conductividad hidráulica del mismo.

7. Bibliografía

BERG, R.C., 1984. The origin and early genesis of clay bands in youthful sandy soils along Lake Michigan, USA. *Geoderma* 32, 45–62.

BOND, W.J., 1986. *Illuvial band formation in a laboratory column of sand*. Soil Science Society of America Journal 50, 265–267.

BOUABID, R., NATER, E. A., & BARAK, P. 1992. Measurement of pore size distribution in a lamellar Bt horizon using epifluorescence microscopy and image analysis. *Geoderma*, 53(3-4), 309-328.

CANTERO, A., E. BRICCHI, V. BECERRA, J. CISNEROS Y H. GIL. 1986. *Zonificación y descripción de las tierras del Departamento Río Cuarto (Córdoba)*. Ed. UNRC, Río Cuarto, Argentina. 80p

DIJKERMAN, J.C., CLINE, M.G., OLSON, G.W., 1967. Properties and genesis of textural subsoil lamellae. *Soil Science* 104, 7–16.

DI RIENZO, J. A., CASANOVES, F., BALZARINI, M. G., GONZALEZ, L., TABLADA, M., ROBLEDO, C. W. 2011. *InfoStat*. Universidad Nacional de Córdoba.

ETCHEVEHERE, P. H. 1976. *Normas de reconocimiento de suelos*. Segunda edición actualizada. INTA, Dpto. de Suelos. Public, 152.

FOLKS, H.G., RIECKEN, F.F., 1956. *Physical and chemical properties of some Iowa soil profiles with clay – iron bands*. Soil Science Society of America Proceedings 20, 575–580.

GILE, L. H., & GROSSMAN, R. B. 1979. *The desert project soil monograph*. US Government Printing Office.

GRAY, F., MEKSOPON, B., PESCHEL, D., 1976. *Study of some physical and chemical properties of an Oklahoma soil profile with clay–iron bands*. *Soil Science* 122, 133–138.

JARSÚN, BAHILL, J. GORGAS, E. ZAMORA, E. BOSNERO, E. LOVERA, A. RAVELO Y J.TASSILE. 2003. *Recursos Naturales de la provincia de Córdoba: Los suelos*. Agencia de Córdoba D.A.C. y T.S.E.M. Dirección de Ambiente, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Manfredi, Córdoba. p127.

RAWLING E. 2000. A review of lamellae. *Geomorphology* 35: 1-9.

RAWLS W.J., AHUJA L. R., BRAKENSIEK K. L. 1992. *Estimating soil hydraulic properties from soils data*. In M Th van Genuchten, J. J. Leij and L. J. Lund. Indirect methods for estimating the hydraulic properties of unsaturated soils. University of California, Riverside. USA.

ROBINSON, G.H., RICH, C.I., 1960. *Characteristics of the multiple yellowish-red bands common to certain soils in the south-east- ern United States*. Soil Science Society of America Proceedings 24, 226–230.

SOIL SURVEY STAFF 1960. United States Department of Agriculture, Soil Conservation Service, 33p.

TORRENT, J., NETTLETON, W.D., BORST, G., 1980. *Clay Illuviation and lamellae formation in a psammentic Haploxeralf in southern California*. Soil Science Society of America Journal 44, 363– 367.

UNITED STATES. DEPARTMENT OF AGRICULTURE. SOIL CONSERVATION SERVICE. (1975). *Soil taxonomy: a basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys (No. 436)*. US Department of Agriculture.

VAN REEUWIJK, L. P., & DE VILLIERS, J. M. 1985. *The origin of textural lamellae in Quaternary coast sands of Natal*. *South African Journal of Plant and Soil*, 2(1), 38-43.

8. ANEXO

Tabla N° 1: Análisis de la varianza

<i>Variable</i>	<i>N</i>	<i>R²</i>	<i>R²Aj</i>	<i>CV</i>
<i>Ksat (cm/h)</i>	<i>18</i>	<i>0,57</i>	<i>0,51</i>	<i>40,70</i>

Tabla N°2: Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<i>F.V.</i>	<i>SC</i>	<i>gl</i>	<i>CM</i>	<i>F</i>	<i>p-valor</i>
<i>Modelo.</i>	<i>11,332</i>		<i>5,66</i>	<i>9,75</i>	<i>0,0019</i>
<i>Muestra</i>	<i>11,332</i>		<i>5,66</i>	<i>9,75</i>	<i>0,0019</i>
<i>Error</i>	<i>8,7115</i>		<i>0,58</i>		
<i>Total</i>	<i>20,0417</i>				

Tabla N° 3: Test: LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,94656

Error: 0,5806 gl: 15

<i>Muestra</i>	<i>Medias</i>	<i>n</i>	<i>E.E.</i>	
<i>HCL</i>	<i>0,89</i>	<i>7</i>	<i>0,29</i>	<i>A</i>
<i>HSP</i>	<i>2,38</i>	<i>6</i>	<i>0,31</i>	<i>B</i>
<i>HIL</i>	<i>2,64</i>	<i>5</i>	<i>0,34</i>	<i>B</i>

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)