

# **Jornada Técnica Calidad de Suelos**

**NOVIEMBRE, 2008**

**Serie Actividades de Difusión N°556**

# TABLA DE CONTENIDO

## Página

Calidad del suelo en las principales áreas de producción lechera de Uruguay: Avances en el Departamento de Florida .....	1
<i>A. Morón, J. Sawchik, V. Ibañez, A. La Manna, INIA La Estanzuela</i>	
<i>J. Molfino, A. Califra, Dirección Nacional de Recursos Naturales Renovables, MGAP</i>	
<i>E. Lazbal, Asociación Nacional de Productores de Leche</i>	
<i>E. Malcuori, CONAPROLE</i>	
La calidad física del suelo en las principales áreas de pasturas en producción lechera de Uruguay ...	7
<i>A. Morón, J. Sawchik, A. La Manna, INIA La Estanzuela</i>	
<i>J. Molfino, A. Califra, Dirección Nacional de Recursos Naturales Renovables, MGAP</i>	
<i>E. Lazbal, Asociación Nacional de Productores de Leche</i>	
<i>E. Malcuori, CONAPROLE</i>	
Calidad del Suelo en las Principales Áreas de Producción Lechera de Uruguay: Avances en el Departamento de Colonia .....	9
<i>A. Morón, J. Sawchik, A. La Manna, INIA La Estanzuela</i>	
<i>J. Molfino, A. Califra, Dirección Nacional de Recursos Naturales Renovables, MGAP</i>	
<i>E. Lazbal, Asociación Nacional de Productores de Leche</i>	
<i>E. Malcuori, CONAPROLE</i>	
Proyecto: Calidad del Suelo en Áreas de Pasturas bajo Producción Lechera / INIA / PDT .....	14
<i>J. Molfino, A. Califra, Dirección Nacional de Recursos Naturales Renovables, MGAP</i>	

# Calidad del suelo en las principales áreas de producción lechera de Uruguay: Avances en el Departamento de Florida\*

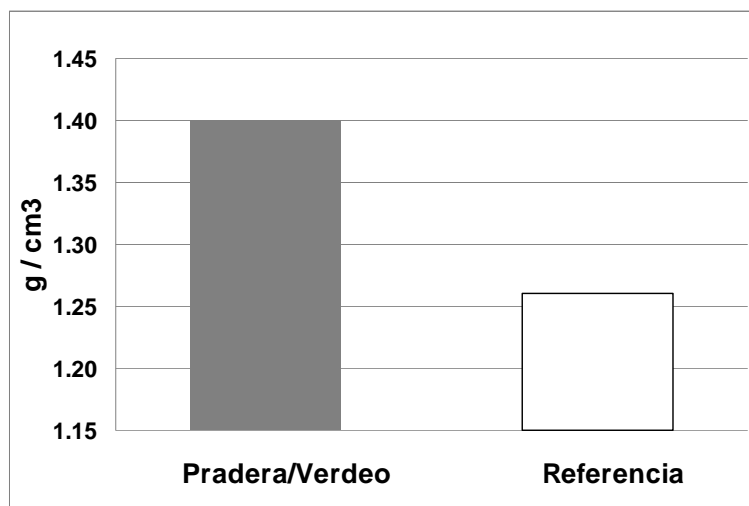
A. Morón<sup>1</sup>, J. Molfino<sup>2</sup>, J. Sawchik<sup>1</sup>, A. Califra<sup>2</sup>, E. Lazbal<sup>3</sup>, V. Ibañez<sup>1</sup>, A. La Manna<sup>1</sup>, E. Malcuori<sup>4</sup>

## Introducción

No existe ninguna evaluación o diagnóstico reciente del estado de la calidad de los principales suelos utilizados en producción lechera en Uruguay con la excepción de los avances publicados por Morón et al (2006, 2008). El conocimiento de la evolución de la calidad del suelo con determinadas prácticas agrícolas es necesario para planificar un uso y manejo sustentable del recurso natural suelo.

Si bien la materia orgánica del suelo es un indicador integrador de la calidad del mismo debido a su importante relación con otras propiedades químicas, físicas y biológicas, son necesarios varios años para detectar claramente cual es la evolución debido a determinadas prácticas de uso y manejo (Morón, 2003). En Uruguay existen avances en la selección de nuevos indicadores que directa e indirectamente están relacionados con la materia orgánica del suelo y sus dos componentes principales C y N (Morón & Sawchik, 2002; Morón, 2003). La agricultura forrajera utilizada por los productores lecheros en sistemas relativamente intensivos en la utilización del recurso suelo plantea interrogantes sobre la evolución de la calidad de los suelos tanto en los nuevos indicadores ya mencionados como en indicadores de propiedades físicas y químicas convencionales.

El objetivo de este trabajo es presentar los avances realizados, hasta el momento, de la información generada en el Departamento de Florida sobre la calidad de los suelos bajo producción lechera lo cual es parte de un proyecto mayor de investigación. El objetivo mayor es contribuir a generar información para implementar un sistema de monitoreo y control de la calidad de los principales suelos bajo producción lechera en el Uruguay.



**Figura 1.** Densidad aparente del suelo en 30 predios lecheros de Florida (0-10 cm).

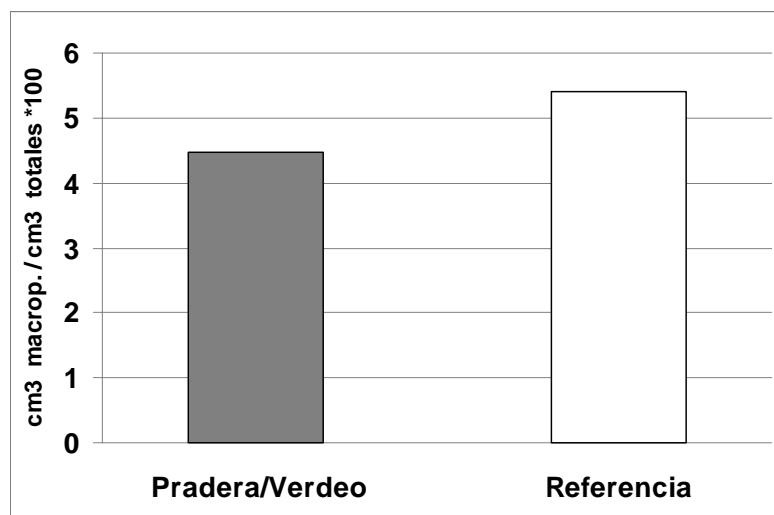
\* Proyecto financiado por PDT-MEC. Trabajo presentado en la Jornada Técnica de Calidad de Suelos, 26 de noviembre de 2008, INIA La Estanzuela.

<sup>1</sup> INIA La Estanzuela, Colonia, Uruguay. E-mail: [amoron@le.inia.org.uy](mailto:amoron@le.inia.org.uy)

<sup>2</sup> Dirección Nacional de Recursos Naturales Renovables, MGAP.

<sup>3</sup> Asociación Nacional de Productores de Leche

<sup>4</sup> CONAPROLE



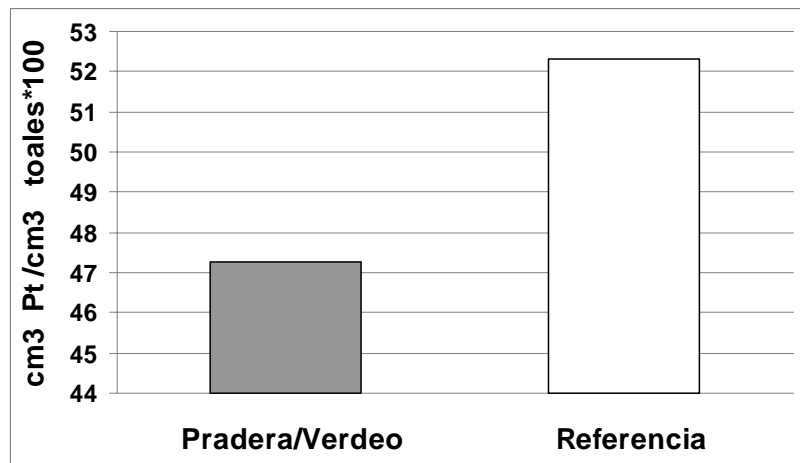
**Figura 2.** Macroporosidad del suelo en 30 predios lecheros de Florida (0 - 10 cm)

## **Materiales y Métodos**

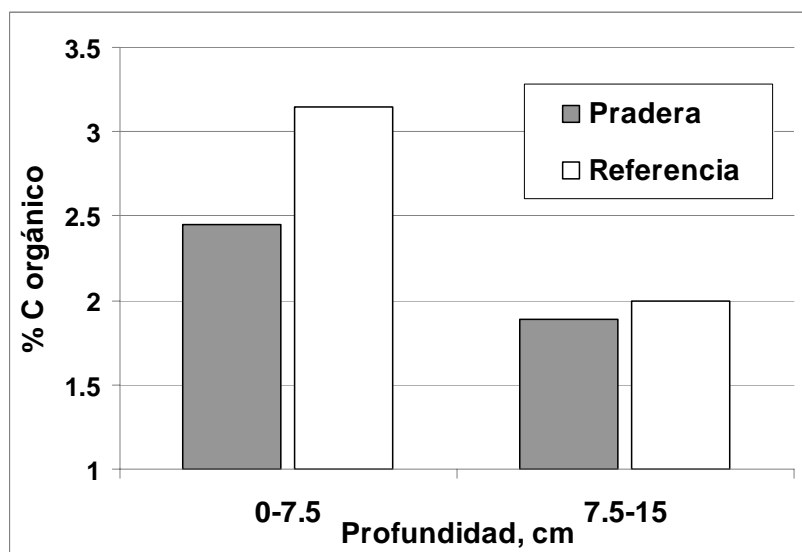
Se seleccionaron 30 predios dedicados a la producción lechera dentro del Departamento de Florida, Uruguay. A través de la información censal se seleccionaron los establecimientos rurales del departamento que se dedican al rubro lechero como principal fuente de ingreso. A partir de las áreas donde están ubicados estos establecimientos y mediante el uso de un Sistema de Información Geográfica (SIG) se elaboró un mapa de estas áreas con sus respectivas unidades de mapeo de la carta de reconocimiento de suelos nacional a escala 1:1.000.000. Surgen 3 ambientes edáficos predominantes a partir de los materiales geológicos de la zona:

- a) Suelos ubicados en topografía ondulada, profundos, de texturas arcillo-limosas y arcillosas formados sobre sedimentos cuaternarios. Constituidos fundamentalmente por Brunosoles típicos y Vertisoles de las Unidades La Carolina y Tala Rodríguez.
- b) Suelos ubicados en topografías algo más onduladas de textura arcillosa y franca arcillo limosas de moderada profundidad y a veces profundos desarrollados sobre sedimentos cuaternarios con influencia de cristalino. Son suelos similares a los del grupo a) pero de menor profundidad, integran la Unidad Isla Mala.
- c) Suelos ubicados en relieves fuertes, de textura franco gravilosa, moderadamente profundos y superficiales, desarrollados sobre cristalino. Constituidos por Brunosoles háplicos e Inceptisoles de la Unidad San Gabriel-Guaycurú.

Se procedió entonces a la selección de predios a muestrear basado en la distribución de ambientes edáficos dominantes de la región y procurando tener en cuenta productores de diferente productividad y tipos de laboreo (convencional, siembra directa). Para cada establecimiento se establecieron dos sitios de muestreo que representaban dos momentos de la rotación forrajera del establecimiento. Es así que se seleccionaron praderas de tercer año y verdeos de invierno, ubicados en similares ambientes edáficos. Cabe acotar que el tipo de rotación dominante de la región incluye un año de verdeos (invierno y verano) y luego 3 años de pastura de leguminosas con o sin gramíneas. Por otra parte en cada predio se trató de obtener una referencia de suelo imperturbado, en general ubicada debajo de un alambrado próximo al sitio de muestreo para su comparación con las situaciones de verdeo o pradera seleccionadas. Paralelamente para cada situación de muestreo se elaboró un formulario de levantamiento de datos que contemplaba los principales aspectos de manejo de suelos y nutrientes del predio.



**Figura 3.** Porosidad total del suelo en 30 predios lecheros de Florida (0 - 10 cm).



**Figura 4.** Carbono orgánico en el suelo de 30 predios lecheros de Florida en 2 profundidades.

En cada sitio de muestreo (verde de invierno, pradera) y correspondiente suelo imperturbado o suelo de referencia, se tomaron 3 muestras de suelo compuestas de no menos de 20 tomas a dos profundidades: 0-7.5 y 7.5-15 cm. Estos sitios de muestreo fueron georeferenciados, tomándose las muestras en el periodo junio a agosto del 2006.

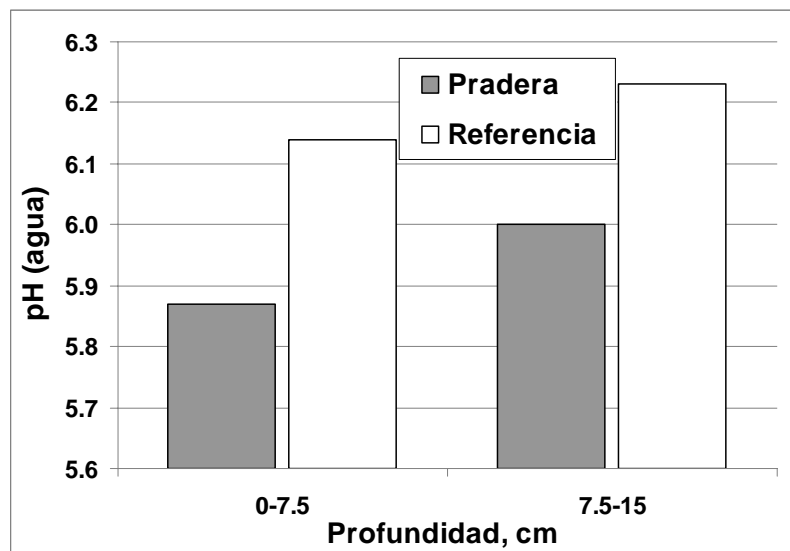
Las muestras fueron almacenadas y se procedió a la realización de diferentes determinaciones de laboratorio: pH (H<sub>2</sub>O), carbono (C) orgánico, nitrógeno (N) total, P disponible (Bray I, A. Cítrico), bases intercambiables (Ca, Mg, K, y Na), y acidez titulable a pH 7. La textura del suelo se determinó mediante hidrómetro (Bouyoucos). Por otra parte sobre muestras tamizadas en húmedo se determinó el potencial de mineralización de nitrógeno (PMN) mediante incubación anaeróbica (7 días a 40° C). Se realizó además un fraccionamiento de la materia orgánica por tamaño para la determinación de C y N en la materia orgánica particulada (POM). En los mismos sitios de muestreo, se tomaron 6 muestras imperturbadas de suelo a la profundidad de 0-10 cm con cilindros de PVC, de 167 cm<sup>3</sup>. Estas muestras se saturaron con agua en el laboratorio y fueron colocadas en una mesa de tensión a una succión de una columna de agua de 60 cm para determinar macro porosidad. La densidad aparente fue determinada a partir del peso seco de la muestra y el volumen de suelo extraído. Por otra parte, la porosidad total se calculó a partir del dato de densidad aparente y tomando una densidad real de 2.65 g/cm<sup>3</sup>.

## Resultados y Discusión

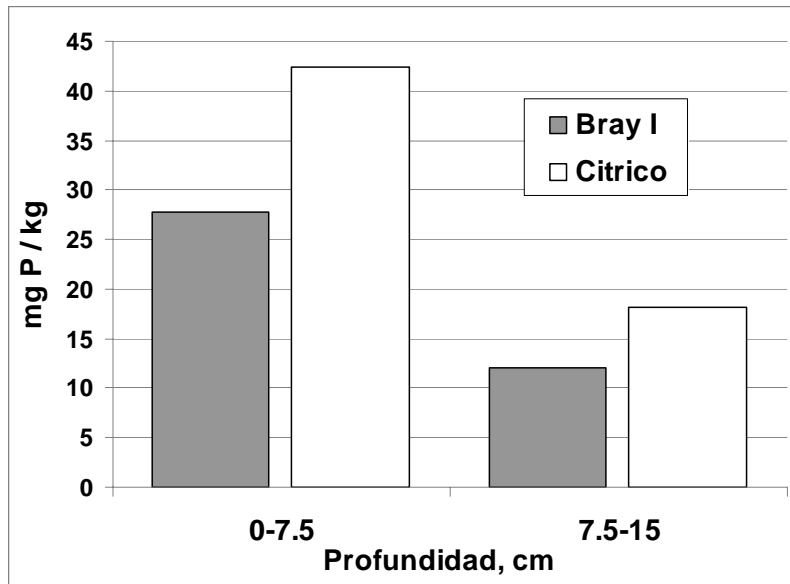
En las figuras 1, 2 y 3 se presentan los valores promedio para la profundidad de 0-10 cm de densidad aparente, macro porosidad y porosidad total respectivamente. En las tres gráficas se puede apreciar un grado de deterioro significativo estadísticamente ( $P < 0.01$ ) de la calidad física de los suelos bajo explotación lechera respecto de los suelos de referencia. El pisoteo animal y el bajo contenido de C orgánico en los suelos serían las dos causas básicas que explicarían estos resultados. Debe mencionarse que el deterioro constatado en densidad aparente y porosidad total en Florida es menor que el registrado en el Departamento de Colonia (Morón et al, 2008).

En la figura 4 se observa el valor promedio de C orgánico de las praderas en las profundidades 0-7.5 cm el cual es significativamente ( $P < 0.01$ ) inferior al valor promedio de la referencia o suelo imperturbado. La diferencia es similar a la encontrada en Colonia para la misma profundidad (Morón et al, 2006). En la profundidad 7.5-15 cm la diferencia con el valor medio del suelo de referencia es pequeña y no significativa indicando que los cambios más importantes en la dinámica y balance de C orgánico se concentran en la superficie. Esta información induce a pensar que el efecto de restauración de los niveles de materia orgánica tradicionalmente adjudicados a las pasturas no alcanza para aproximarse a los valores de referencia. Las diferencias mencionadas son importantes y se debe tener presente la estrecha relación entre el C orgánico y distintas propiedades físicas, químicas y biológicas. Estas diferencias serían menores si: a) la productividad de las pasturas fueran mayores con un consiguiente mayor ingreso de C vía raíces, exudados radiculares y restos de hojas y tallos; y/o b) que disminuyan las pérdidas de C vía mineralización de la materia orgánica existente así como las atribuibles a la erosión.

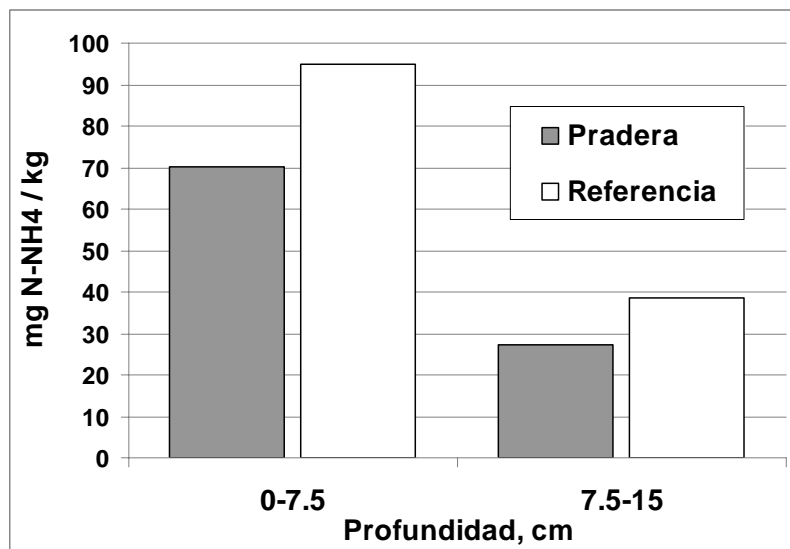
La figura 5 nos presenta una mayor acidificación en las praderas frente a la referencia. Las praderas tienen un valor promedio inferior entre 0.2 y 0.3 unidades de pH (agua) frente al valor promedio del suelo de referencia. Esto es un poco mayor en superficie y estadísticamente significativo ( $P < 0.01$ ) para ambas profundidades. En Colonia para las mismas profundidades de suelo se encontraron mayores diferencias entre el valor promedio de pH de las praderas y el valor de referencia (Morón et al, 2006). Estas tendencias podrían explicarse por: a) efecto de la utilización de fertilizantes nitrogenados generadores o portadores de amonio, y b) acidificación proveniente del proceso de fijación biológica de las leguminosas.



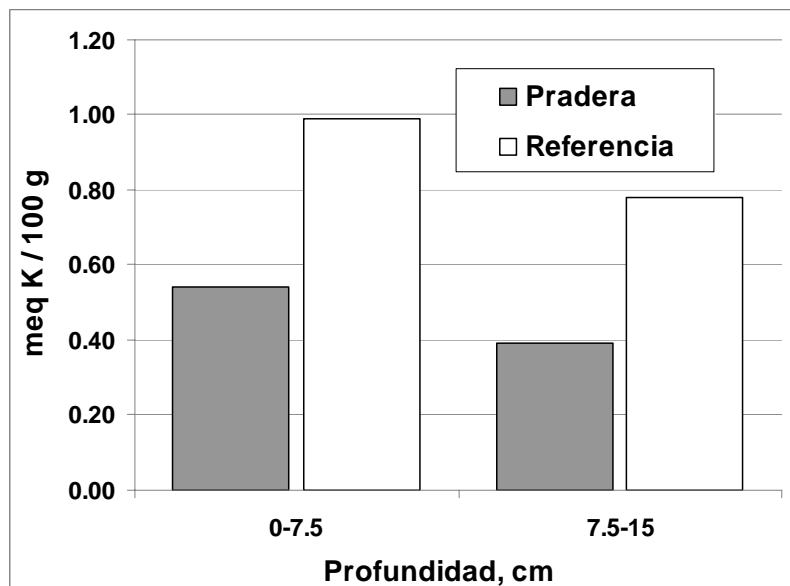
**Figura 5.** Acidez del suelo en 30 predios lecheros de Florida en 2 profundidades.



**Figura 6.** Fósforo disponible en el suelo de 30 predios lecheros de Florida.



**Figura 7.** Potencial de Mineralización de Nitrógeno del suelo en 30 predios lecheros de Florida.



**Figura 8.** Potasio intercambiable en el suelo de 30 predios lecheros de Florida en 2 profundidades.

La figura 6 presenta los valores de P disponible (Bray I, Acido Cítrico) para ambas profundidades. Con la información existente puede interpretarse como no limitantes del crecimiento de las leguminosas. Estos valores de P son claramente superiores a los registrados en Colonia (Morón et al, 2006).

La capacidad de aporte de nitrógeno medida por el PMN si bien presenta menores valores que la referencia, solo significativos ( $P < 0.01$ ) en la profundidad 0-7.5 cm, pueden interpretarse como aceptables lo cual estaría explicado por la importante presencia de leguminosas (figura 7). Al igual que se comentó para C orgánico el PMN concentra sus cambios importantes en el suelo cerca de la superficie. Por último, la figura 8 nos presenta valores de K intercambiable para las praderas superiores a valores críticos o limitantes para el crecimiento vegetal comúnmente citados, sin embargo son significativamente ( $P < 0.01$ ) inferiores a la referencia para ambas profundidades. Tendencias similares fueron encontradas en Colonia (Morón et al, 2006). Esto se explicaría por una continua extracción de K en productos animales (leche, carne), reservas forrajeras y deyecciones animales fuera de área productiva (camino, sala de ordeño). Deben agregarse las posibles pérdidas por erosión combinados con la no utilización de ningún fertilizante que contenga K. Las tendencias presentadas son muy similares a las observadas en los verdeos (datos no presentados).

Debe tenerse en cuenta que todas las diferencias observadas no pueden atribuirse en su totalidad al efecto de la producción lechera dado que en algunos casos existió una historia previa de agricultura convencional u otros usos.

### **Bibliografía citada**

- Morón, A. 2003. Principales contribuciones del experimento de rotaciones cultivos-pasturas de INIA La Estanzuela en el área de fertilidad de suelos (1963-2003) In: INIA La Estanzuela, Serie Técnica 134. p. 1-7
- Morón, A., Molfino, J., Sawchik, J., Califra, A., Lazbal, E., La Manna, A., Malcuori, E. 2006. Calidad del Suelo en las Principales Áreas de Producción Lechera de Uruguay: Avances en el Departamento de Colonia. In: CD XX Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Salta – Jujuy, Argentina.
- Morón, A., Molfino, J., Sawchik, J., Califra, A., Lazbal, E., La Manna, A., Malcuori, E. 2008. The physical soil quality in the main areas of pastures in dairy production in Uruguay. In: CD XXI International Grassland Congress, China 2008.
- Morón, A. & Sawchik, J. 2002 Soil quality indicators in a long- term crop-pasture rotation experiment in Uruguay. In: Symposium nº 32 Paper 1327. 17<sup>th</sup> World Congress of Soil Science, Thailand. CD



# La calidad física del suelo en las principales áreas de pasturas en producción lechera de Uruguay\*

A. Morón<sup>1</sup>, J. Molfino<sup>2</sup>, J. Sawchik<sup>1</sup>, A. Califra<sup>2</sup>, E. Lazbal<sup>3</sup>, A. La Manna<sup>1</sup>, E. Malcuori<sup>4</sup>

**Palabras clave:** física suelo, pastura, lechería

## Introducción

En las últimas décadas la producción de leche en Uruguay presentó un importante proceso de intensificación. El conocimiento de la evolución de la calidad del suelo es necesario para planificar un uso y manejo sustentable del mismo. En este trabajo se presentan resultados de los avances obtenidos en los indicadores de propiedades físicas, lo cual forma parte de un trabajo mayor.

## Materiales y Métodos

Durante los años 2005 y 2006 se seleccionaron 86 predios dedicados a la producción lechera en los departamentos de Colonia, San José y Florida (Morón et al, 2006). Los suelos variaban desde Argiudoles hasta Hapludoles. Para cada establecimiento se seleccionaron dos sitios de muestreo que representaban dos momentos de la rotación forrajera: praderas de tercer año (P) y verdeos de invierno (V). En cada sitio se tomaron muestras de suelos imperturbados considerados como referencia de P (RP) o referencia de V (RV). En general los sitios de referencia estuvieron bajo un alambrado próximo al sitio de muestreo. Para cada sitio de muestreo así como en el suelo imperturbado respectivo se tomaron 6 muestras de suelo a la profundidad 0-10 cm con cilindros de PVC de 167 cm<sup>3</sup>. Estas muestras se saturaron con agua en el laboratorio y fueron colocadas en una mesa de tensión a una succión de una columna de agua de 60 cm para determinar macroporosidad. La densidad aparente fue determinada a partir del peso seco de la muestra (105 °C) y el volumen de suelo extraído. Por otra parte, la porosidad total se calculó a partir del dato de densidad aparente y asumiendo una densidad real de 2.65 g/cm<sup>3</sup>. El diseño estadístico fue en parcelas divididas al azar.

## Resultados y Discusión

En la Tabla 1 se presentan los resultados obtenidos en los tres departamentos. En todos los departamentos los 3 indicadores no presentaron diferencias significativas entre las fases de la rotación forrajera. Se presenta un valor único para P y V así como para RP y RV. Dentro de cada departamento existe una diferencia estadística altamente significativa ( $P < 0.0001$ ) para el contraste P/V *versus* RP/RV lo cual significa la existencia de un deterioro de las Propiedades físicas. La Densidad Aparente de P/V fue significativamente diferente entre departamentos: Colonia > San José ≈ Florida. Por otra parte, la Porosidad Total de P/V también presentó diferencias significativas: Florida ≈ San José > Colonia. En Macroporos solo se detectó diferencias significativas de P/V entre Colonia y San José. Todas las diferencias observadas no pueden atribuirse en su totalidad al efecto de la producción lechera dado que en muchos predios existió una historia previa de agricultura convencional. Esto podría explicar el mayor deterioro de Colonia.

---

\* Presentado en el XXI International Grassland Congress, Hohhot, China 2008. Proyecto financiado por PDT-MEC

<sup>1</sup> INIA La Estanzuela, Colonia, Uruguay. E-mail: [amoron@inia.org.uy](mailto:amoron@inia.org.uy)

<sup>2</sup> Dirección Nacional de Recursos Naturales Renovables, MGAP

<sup>3</sup> Asociación Nacional de Productores de Leche

<sup>4</sup> CONAPROLE

**Tabla 1.** Valores medios de indicadores físicos de la calidad del suelo en los tres departamentos más importantes en la producción lechera de Uruguay.

	Densidad Aparente g/cm <sup>3</sup>	Macroporos (cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup> totales)100	Porosidad total (cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup> totales)100
Colonia P/V	1.51	4.17	43.12
Colonia RP/RV	1.30	5.64	50.92
San José P/V	1.41	5.21	46.66
San José RP/RV	1.27	6.52	52.11
Florida P/V	1.37	4.49	47.28
Florida RP/RV	1.26	5.45	52.38

P = pradera, V = verdeo, RP = referencia pradera, RV = referencia verdeo

### Conclusión

Existe un deterioro significativo de todas las propiedades físicas estudiadas en los suelos bajo producción lechera en los tres departamentos. Este deterioro es más marcado en el departamento de Colonia.

### Referencias

Morón, A., Molfino, J., Sawchik, J., Califra, A., Lazbal, E., La Manna, A., Malcuori, E. 2006. Calidad del Suelo en las Principales Áreas de Producción Lechera de Uruguay: Avances en el Departamento de Colonia. In: CD XX Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Salta – Jujuy, Argentina.

# Calidad del suelo en las principales áreas de producción lechera de Uruguay: Avances en el Departamento de Colonia\*

A. Morón<sup>1</sup>, J. Molfino<sup>2</sup>, J. Sawchik<sup>1</sup>, A. Califra<sup>2</sup>, E. Lazbal<sup>3</sup>, A. La Manna<sup>1</sup>, E. Malcuori<sup>4</sup>

## Introducción

En las últimas tres décadas del siglo pasado la producción de leche en Uruguay presentó un alto dinamismo. En este ciclo de crecimiento se multiplicó 3.3 veces. Existen 3 departamentos principales que individualmente superan las 150.000 hectáreas destinadas a la producción lechera: San José, Colonia y Florida. La alimentación animal del rodeo lechero nacional está dada principalmente por pasturas mejoradas cosechadas directamente por los animales, por lo cual se puede afirmar que la producción lechera del Uruguay se basa en una agricultura forrajera.

No existe ninguna evaluación o diagnóstico reciente del estado de la calidad de los principales suelos utilizados en producción lechera en Uruguay. El conocimiento de la evolución de la calidad del suelo con determinadas prácticas agrícolas es necesario para planificar un uso y manejo sustentable del recurso natural suelo.

Si bien la materia orgánica del suelo es un indicador integrador de la calidad del mismo debido a su importante relación con otras propiedades químicas, físicas y biológicas, son necesarios varios años para detectar claramente cual es la evolución debido a determinadas prácticas de uso y manejo (Morón, 2003). En Uruguay existen avances en la selección de nuevos indicadores que directa e indirectamente están relacionados con la materia orgánica del suelo y sus dos componentes principales C y N (Morón & Sawchik, 2002; Morón, 2003). La agricultura forrajera utilizada por los productores lecheros en sistemas relativamente intensivos en la utilización del recurso suelo plantea interrogantes sobre la evolución de la calidad de los suelos tanto en los nuevos indicadores ya mencionados como en indicadores de propiedades físicas.

El objetivo general de este proyecto de investigación es generar la información para implementar un sistema de monitoreo y control de la calidad de los principales suelos bajo producción lechera en el Uruguay, facilitando la certificación ambiental que futuros mercados demanden. En este trabajo se presentan resultados preliminares de los avances que se han realizado hasta el momento en el departamento de Colonia.

## Materiales y Métodos

Se seleccionaron 28 predios dedicados a la producción lechera dentro del Departamento de Colonia, ubicado en el SW de Uruguay. A través de la información censal se seleccionaron los establecimientos rurales del departamento que se dedican al rubro lechero como principal fuente de ingreso. A partir de las áreas donde están ubicados estos establecimientos y mediante el uso de un Sistema de Información Geográfico (SIG) se elaboró un mapa de estas áreas con sus respectivas unidades de mapeo de la carta de suelos departamental a escala 1:200.000. De esta información surgieron 4 ambientes edáficos predominantes que contemplan la variabilidad de suelos existente en la región. Así se distinguen: a) suelos de topografía plana o casi plana de texturas arcillosas (Argiudoles Páquicos y Hapluderts Típicos); b) suelos de relieve ondulado, de texturas medias (Argiudoles Páquicos, Argiudoles Páquicos Vérticos y Hapluderts Típicos); c) suelos de relieve muy ondulado, de texturas medias y gruesas con gravilla (Hapludoles Típicos, Argiudoles Páquicos y Udortentes Líticos) y d) suelos de relieve ondulado de texturas medias y gruesas (Argiudoles Páquicos, Típicos y Abrúpticos).

\* Presentado en XX Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Salta, Jujuy, Argentina. 2006. CD.

<sup>1</sup> INIA La Estanzuela, Colonia, Uruguay. E-mail: amoron@le.inia.org.uy

<sup>2</sup> Dirección Nacional de Recursos Naturales Renovables, MGAP.

<sup>3</sup> Asociación Nacional de Productores de Leche

<sup>4</sup> CONAPROLE

Se procedió entonces a la selección de predios a muestrear basado en la distribución de ambientes edáficos dominantes de la región y procurando tener en cuenta productores de diferente productividad y tipos de laboreo (convencional, siembra directa). Para cada establecimiento se establecieron dos sitios de muestreo que representaban dos momentos de la rotación forrajera del establecimiento. Es así que se seleccionaron praderas de tercer año y verdeos de invierno, ubicados en similares ambientes edáficos. Cabe acotar que el tipo de rotación dominante de la región incluye un año de verdeos (invierno y verano) y luego 3 años de pastura de leguminosas con o sin gramíneas. Por otra parte en cada predio se trató de obtener una referencia de suelo imperturbado, en general ubicada debajo de un alambrado próximo al sitio de muestreo para su comparación con las situaciones de verdeo o pradera seleccionadas. Paralelamente para cada situación de muestreo se elaboró un formulario de levantamiento de datos que contemplaba los principales aspectos de manejo de suelos y nutrientes del predio.

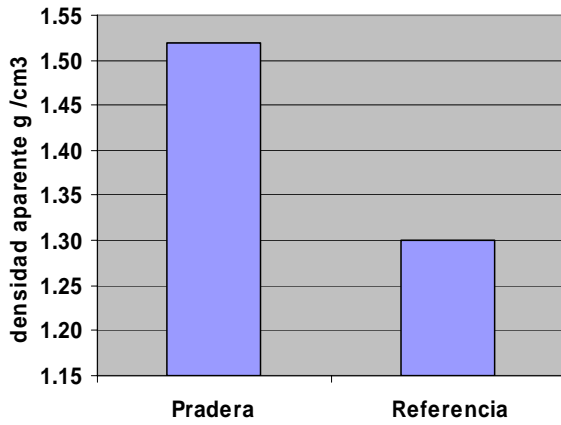
En cada sitio de muestreo (verdeo de invierno, pradera y suelo imperturbado) y para cada predio, se tomaron 3 muestras de suelo compuestas de no menos de 20 tomas a dos profundidades: 0-7.5 y 7.5-15 cm. Estos sitios de muestreo fueron georeferenciados, tomándose las muestras en el periodo agosto a octubre del 2005. Las muestras fueron almacenadas y se procedió a la realización de diferentes determinaciones de laboratorio: pH ( $H_2O$ ), carbono (C) orgánico, nitrógeno (N) total, P disponible (Bray I), bases intercambiables (Ca, Mg, K, y Na), y acidez titulable a pH 7. La textura del suelo se determinó mediante hidrómetro (Bouyoucos). Por otra parte sobre muestras tamizadas en húmedo se determinó el potencial de mineralización de nitrógeno (PMN) mediante incubación anaeróbica (7 días a  $40^{\circ} C$ ). Se realizó además un fraccionamiento de la materia orgánica por tamaño para la determinación de C y N en la materia orgánica particulada (POM). En los mismos sitios de muestreo, se tomaron 6 muestras imperturbadas de suelo a la profundidad de 0-10 cm con cilindros de PVC, de  $167\text{ cm}^3$ . Estas muestras se saturaron con agua en el laboratorio y fueron colocadas en una mesa de tensión a una succión de una columna de agua de 60 cm para determinar macro porosidad. La densidad aparente fue determinada a partir del peso seco de la muestra y el volumen de suelo extraído. Por otra parte, la porosidad total se calculó a partir del dato de densidad aparente y tomando una densidad real de  $2.65\text{ g/cm}^3$ .

## Resultados y Discusión

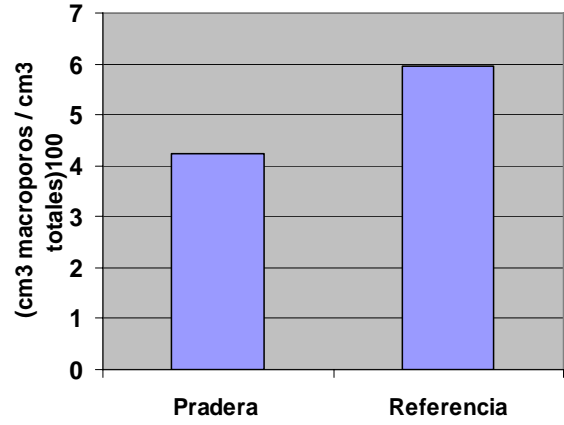
En la figuras 1, 2 y 3 se presentan los valores promedio de densidad aparente, macro porosidad y porosidad total respectivamente. En las tres gráficas se puede apreciar un grado de deterioro de la calidad física de los suelos bajo explotación lechera respecto de los suelos de referencia. En términos generales esta tendencia es consistente en la amplia mayoría de los predios. El pisoteo animal y el bajo contenido de C orgánico en los suelos serían las dos causas básicas que explicarían estos resultados. En la figura 4 se observan los valores de C orgánico en los primeros centímetros de suelo observándose una diferencia de 0.7 % lo cual equivale aproximadamente a 1.2 % de materia orgánica. Esta información induce a pensar que el efecto de restauración de los niveles de materia orgánica tradicionalmente adjudicados a las pasturas no alcanzo para aproximarse a los valores de referencia. Las diferencias mencionadas son importantes y se debe tener presente la estrecha relación entre el C orgánico y distintas propiedades físicas, químicas y biológicas. Estas diferencias serían menores si: a) la productividad de las pasturas fueran mayores con un consiguiente mayor ingreso de C vía raíces, exudados radiculares y restos de hojas y tallos; y/o b) que disminuyan las pérdidas de C vía mineralización de la materia orgánica existente así como las atribuibles a la erosión.

La figura 5 nos presenta una mayor acidificación en las praderas frente a la referencia que podrían explicarse por: a) efecto de la utilización de fertilizantes nitrogenados generadores o portadores de amonio, y b) acidificación proveniente del proceso de fijación biológica de las leguminosas. La figura 6 presenta los valores de P disponible en la profundidad 0-15 cm que con la información existente puede interpretarse como limitantes del crecimiento de las leguminosas y especialmente de trébol blanco y alfalfa. La capacidad de aporte de nitrógeno medida por el PMN si bien presenta menores valores que la referencia pueden interpretarse como buenos o aceptables lo cual estaría explicado por la importante presencia de leguminosas (figura 7). Por ultimo, la figura 8 nos presenta valores de K intercambiable lejos de valores críticos o limitantes para el crecimiento vegetal sin embargo las diferencias con la referencia son importantes. Esto se explicaría por una continua extracción de K en

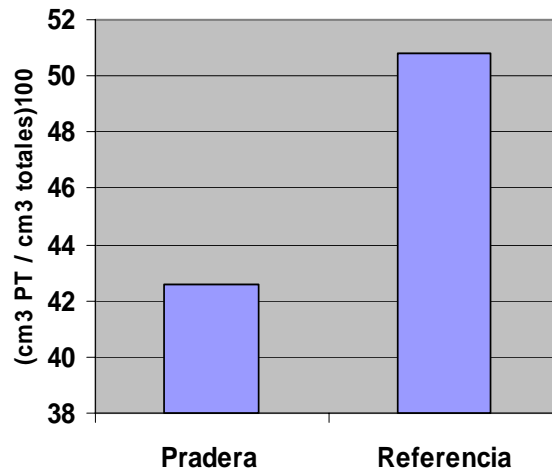
productos animales (leche, carne), reservas forrajeras y deyecciones animales fuera de área productiva (camino, sala de ordeño). Debe agregarse las posibles pérdidas por erosión combinados con la no utilización de ningún fertilizante que contenga K. Las tendencias presentadas son muy similares a las observadas en los verdes (datos no presentados). Debe tenerse en cuenta que todas las diferencias observadas no pueden atribuirse en su totalidad al efecto de la producción lechera dado que en muchos predios existió una historia previa de agricultura convencional.



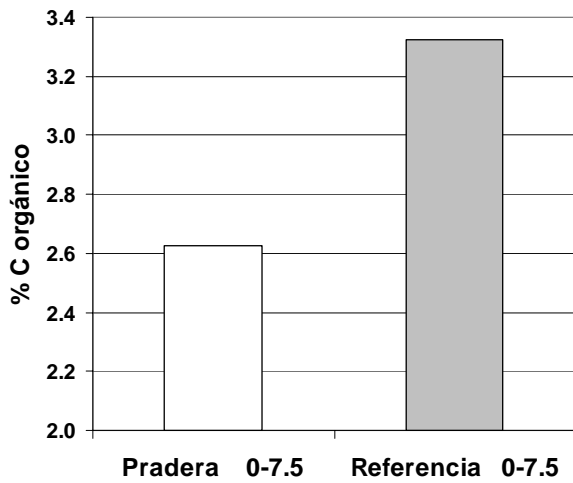
**Figura 1.** Valores promedio de densidad aparente en praderas de 28 predios lecheros de Colonia en 2005 en 0-10cm.



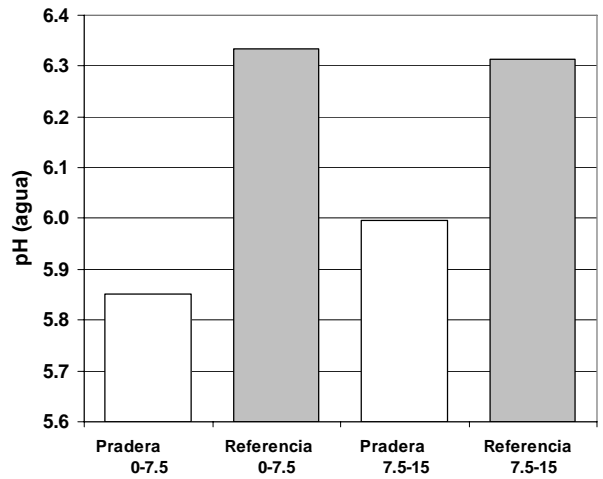
**Figura 2.** Valores promedio de macroporosidad en praderas de 28 predios lecheros de Colonia en 0-10cm.



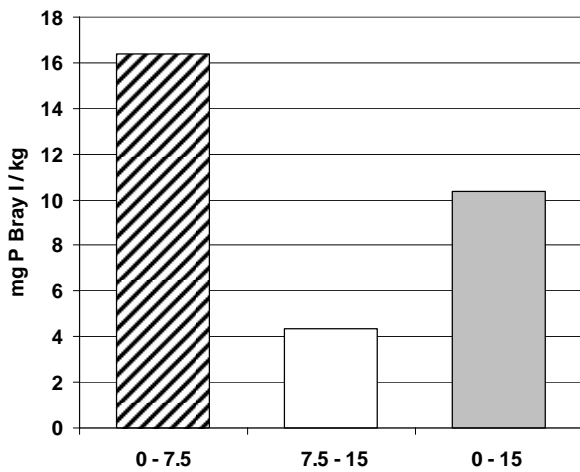
**Figura 3.** Valores promedio de porosidad total en praderas de 28 predios lecheros de Colonia en 0-10cm.



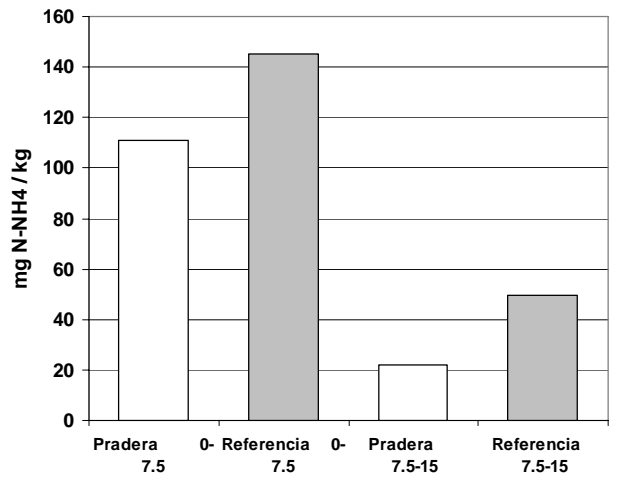
**Figura 4.** Valores promedio C orgánico en praderas de 28 predios lecheros de Colonia a la profundidad de 0-7.5cm.



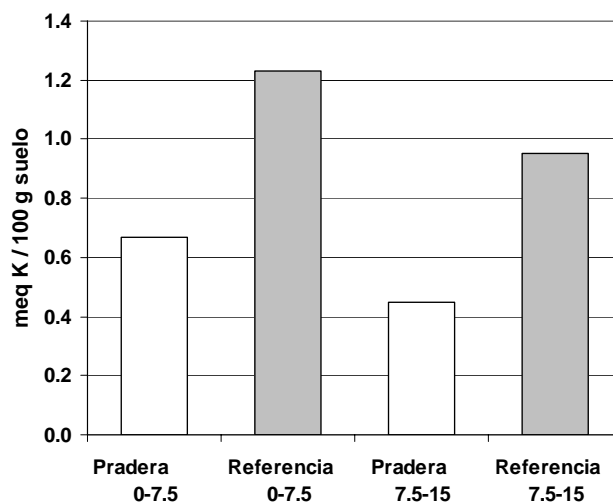
**Figura 5.** Valores promedio de acidez en praderas de 28 predios lecheros de Colonia en dos profundidades.



**Figura 6.** Valores promedio de fósforo disponible Bray I en 28 predios lecheros de Colonia en diferentes profundidades.



**Figura 7.** Valores promedio de potencial de mineralización de nitrógeno (PMN) en praderas de 28 predios lecheros en dos profundidades.



**Figura 8.** Valores promedio de potasio intercambiable en praderas de 28 predios lecheros de Colonia en dos profundidades.

## **Bibliografía citada**

Morón, A. 2003. Principales contribuciones del experimento de rotaciones cultivos-pasturas de INIA la Estanzuela en el área de fertilidad de suelos (1963-2003) In: INIA La Estanzuela Serie Técnica 134. p. 1-7.

Morón, A. & Sawchik, J. 2002 Soil quality indicators in a long- term crop-pasture rotation experiment in Uruguay. In: Symposium nº 32, Paper 1327. 17<sup>th</sup> World Congress of Soil Science, Thailand. CD.

## Proyecto: Calidad del Suelo en Áreas de Pasturas bajo Producción Lechera / INIA / PDT.

J. Molfino<sup>1</sup>, A. Califra<sup>1</sup>

### Metodología para selección de sitios

En los años 2005 y 2006 se seleccionaron 86 predios dedicados a la producción lechera en los departamentos de Colonia, San José y Florida.

Para seleccionar la ubicación de los 86 establecimientos se utilizó como base la siguiente información:

- “La lechería comercial en Uruguay. Contribución a su conocimiento”. DIEA – MGAP – (Análisis del Censo Agropecuario 2000), Hernández et al, 2003.
- Cartas de suelos elaboradas por la Dirección de Suelos y Aguas – MGAP: Colonia escala 1/200.000, San José Sur escala 1/100.000, y se utilizó la cartografía CONEAT a escala 1/20.000 para San José Norte y Florida.

Para su análisis, los datos de ambas fuentes de información se integraron a un Sistema de Información Geográfico.

En el trabajo de DIEA se agrupan los establecimientos dedicados al rubro lechero según los siguientes sistemas de producción: lecheros puros, lecheros agrícolas, lecheros ganaderos y lecheros agrícola-ganaderos.

Para este trabajo se clasificaron las áreas de enumeración (AE) de los tres departamentos según los sistemas de producción mencionados y posteriormente se seleccionaron las AE donde predominaban los predios con sistemas de producción lecheros puros. Para la selección de los predios se consideraron *AE lecheras* aquellas que tenían más de 70 % de sus predios dedicados al rubro lechería con establecimientos lecheros puros.

Para cada departamento, según la cartografía de suelos existente, se superpusieron las AE lecheras con las diferentes Unidades de Suelos. A partir de esa superposición se estimó para cada AE el porcentaje de ocupación de cada Unidad de Suelos, resultando la siguiente clasificación: *dominante* cuando la Unidad de Suelos ocupa entre el 50 y 75 % de la AE, *asociado*, cuando la Unidad de Suelos ocupa entre 30 y 20 % de la AE, y *accesorio* cuando la Unidad de Suelos ocupa 20 % y menos de la AE.

Los 86 predios (sitios de muestreo) se ubicaron en las AE lecheras respetando la existencia de la Unidad de Suelos dominante y se distribuyeron en partes equivalentes en los 3 departamentos. Con este procedimiento se trató de respetar la representación de la diversidad edáfica en el conjunto de las AE lecheras en el territorio estudiado.

A los efectos del análisis final de los datos, dada las diferentes escalas de las cartas de suelos y la variabilidad edáfica existente, las Unidades de Suelos se agruparon en seis ambientes edáficos (Amb. Ed.), teniendo en cuenta el material generador de los suelos, el relieve y los tipos de suelos. En el cuadro N° 1 se describen los ambientes edáficos y los tipos de suelos dominantes en cada uno de ellos.

---

<sup>1</sup> Dirección Nacional de Recursos Naturales Renovables, MGAP.



**Cuadro Nº 1.**

<b>Ambiente Edáfico</b>	<b>Descripción</b>	<b>Suelos ROU</b>	<b>Suelos USDA</b>
A	Relieve suavemente ondulado, suelos desarrollados sobre sedimentos, profundos, negros, arcillosos, muy poco diferenciados.	Brunosoles vérticos y Vertisoles	Argiudoles vérticos y Hapludertes
B	Relieve muy suavemente ondulado, suelos desarrollados sobre sedimentos, profundos, pardo oscuro, franco limosos c/arena fina, algo diferenciados.	Brunosoles, Argisoles y Planosoles	Argiudoles páquicos, Típicos y Abrúpticos
C	Relieve de colinas con afloramientos, suelos desarrollados sobre Cristalino, moderadamente profundos, pardos, franco gravillosos, algo diferenciados.	Brunosoles moderadamente profundos, a veces Hápticos e Inceptisoles.	Argiudoles, Hapludoles Típicos, Distrudeptes y Udortentes
D	Relieve ondulado fuerte, suelos desarrollados sobre Raigón, profundos, franco arenosos, pardo claro, diferenciados.	Brunosoles Lúvicos y Argisoles	Argiudoles Abrúpticos
E	Zonas altas planas a ligeramente convexas con algunos afloramientos, suelos apoyados sobre delgados sedimentos sobre Cristalino, profundos y moderadamente profundos, pardos, franco arcillo limosos, algo diferenciados.	Brunosoles profundos y moderadamente profundos y Vertisoles	Argiudoles y Hapludertes Típicos
F	Relieve ondulado, suelos desarrollados sobre sedimentos con influencia de Fray Bentos y Cristalino, profundos, pardo oscuro, franco arcillo limosos, poco diferenciados.	Brunosoles	Argiudoles

Los diferentes ambientes edáficos agrupan las siguientes Unidades de Mapeo según las cartografías utilizadas:

**Ambiente Edáfico A:** Se encuentra en los tres departamentos y se corresponde, en general, con las Unidades 1/1 Millón: Libertad, Tala–Rodríguez, La Carolina, Risso.

En cartografías más detalladas incluye, en San José (escala 1/100.000), las Unidades 5LL, 1LL y 1LsL y, en Colonia (escala 1/200.000), las Unidades Li.1, Li.2 y LC – Ri.1.

Por otra parte, está integrado por los Grupos CONEAT 10.5, 10.8 (a y b), 10.12 y 10.1.

**Ambiente Edáfico B:** Se encuentra solamente en el departamento de San José y se corresponde, en general, con la Unidad 1/1 Millón: Kiyú.

En la Carta escala 1/100.000 de San José incluye las Unidades 1LLR, 2LLR, 1LsLR y 1VpLR.

Está integrado por los Grupos CONEAT 10.11 y 10.6 a.

**Ambiente Edáfico C:** Se encuentra en los tres departamentos y se corresponde con la Unidad 1/1 Millón San Gabriel–Guaycurú.

En cartografías más detalladas incluye, en Colonia (escala 1/200.000), la Unidad SGG.4.

Está integrado por el Grupo CONEAT 5.02 b.

**Ambiente Edáfico D:** Se encuentra en los departamentos de San José y Colonia. Se corresponde con la Unidad de suelos con mayor influencia del material geológico Raigón dentro de las Unidades 1/1 Millón: Kiyú.

En cartografías más detalladas incluye, en San José (escala 1/100.000), las Unidades 2VpLR y 2VfR y, en Colonia (escala 1/200.000), las Unidades Ky.1 y Ky.3.

Está integrado principalmente por el grupo CONEAT 09.4.

Ambiente Edáfico E: Se encuentra solamente en el departamento de Florida y se corresponde con la Unidad 1/1 Millón Isla Mala.

En general coincide con el grupo CONEAT 10.3.

Ambiente Edáfico F: Se encuentra solamente en el departamento de Colonia y, en general, se corresponde con la Unidad 1/1 Millón Ecilda Paullier –Las Brujas.

En la Carta escala 1/200.000 de Colonia incluye las Unidades EP – LB.1 y EP – LB.2.

Está integrado principalmente por el grupo CONEAT 11.9.

En el cuadro N ° 2 se presenta la distribución por departamentos de los 86 predios muestreados y analizados según los ambientes edáficos.

#### **Cuadro N° 2.**

<b>Departamento</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>	<b>Totales</b>
San José	13	10	2	2			27
Florida	15		7		7		29
Colonia	11		7	2		10	30
Totales	39	10	16	4	7	10	86

La desigual distribución del número de predios según ambientes edáficos se debe a la diferente superficie y localización de las Unidades de Suelos en el total de las áreas de enumeración con sistemas lecheros puros en cada departamento.