O/X.12
5 11es
46217

PROVINCIA DE BUENOS AIRES
CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

ESTADO DE DETERIORO DE LAS TIERRAS AGROPECUARIAS DEL PARTIDO DE DAIREAUX, EN BASE A HISTORIAS PRODUCTIVAS Y PROCESOS DE DEGRADACIÓN

INFORME FINAL

AUTORES

DIRECTOR DEL ESTUDIO:

ING.AGR. OSCAR J. SANTANATOGLIA

INTEGRANTES:

ING.AGR. MSC CELIO I. CHAGAS
ING. AGR. DR MARCELO J. MASSOBRIO
ING. AGR. MARIO G. CASTIGLIONI

LABORATORISTA:

ING.AGR. FELIX FERNANDEZ

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

DICIEMBRE de 2005

ÍNDICE TEMÁTICO

INTRODUCCIÓN.....1
ENFOQUE METODOLÓGICO Y ACTIVIDADES.....4
Plan de tareas.....5
-Tareas 1, 2 y 3.....6
-Análisis de los antecedentes cartográficos sobre los suelos de la región.....6
Resultado del análisis bibliográfico a distintas escalas.....6
-Correlación a campo de las unidades cartográficas elaboradas por INTA.....7
-Análisis de correlación a campo de las unidades taxonómicas descriptas.....
por INTA.....13
Descripción y caracterización de las unidades taxonómicas, rangos.....
de variación con las descriptas por INTA. Extracción de muestras.....13
-Delimitación de áreas homogéneas. Ubicación de áreas de.....
manejo diferenciales.....15
-Tareas 4 y 5.....16
-Propiedades, físicas, químicas y biológicas.....16
Porcentaje de agregados mayores a 0.84 mm.....17
Contenido de materia orgánica.....20
Análisis de calidad de la materia orgánica.....22
Contenido de gomas microbianas.....23
Efecto de la superficie de las explotaciones sobre el comportamiento de las.....
propiedades estudiadas.....25
Incidencia del contenido de arena y del tamaño de las explotaciones.....
en algunas propiedades edáficas.....26
Incidencia del contenido de materia orgánica y del tamaño de las explotaciones.....
en algunas propiedades edáficas.....30
Tareas 6 y 7.....31
-Comportamiento hidrológico de la serie Bolívar.....31

Contenido de agua en el suelo hasta un metro de profundidad.....31

Infiltración del agua en el suelo.....34

Balance hidrológico.....34

-Análisis de casos.....37

-Cuantificación económica de la pérdida de materia orgánica.....38

Tarea 8.....41

Identificación de referentes que aportan información.....41

-Conclusiones de los resultados obtenidos.....42

Generales.....42

Conclusiones asociadas a las tareas planteadas en este proyecto.....43

-Sugerencias de proyección del trabajo..... 46

-Bibliografía.....47

RESUMEN

El partido de Daireaux se halla ubicado en el centro oeste de la Provincia de Buenos Aires. Su PBI anual es de 120 millones de dólares, de los cuales el 70% provienen del sistema agropecuario, correspondiéndole de dicho porcentaje, el 60% a la agricultura y el 40% a la ganadería en estos últimos años. Para cumplir con los objetivos del presente proyecto, se realizó un análisis y verificación de la información de suelos elaborada por distintas instituciones nacionales y privadas y se estableció un criterio de relevamiento de paisaje-geomórfico a campo para verificar la correlación de las unidades cartográficas, taxonómicas y uso actual de las tierras. A través de dichas correlaciones y del uso y tenencia actuales de las tierras se delimitaron áreas muestras homogéneas en función de sistemas productivos y/o intensidades de uso. En geoambientes agrícolas se seleccionaron situaciones testigo inalteradas y parches representativos de la variabilidad de uso de la tierra en dicha región. Dentro de las unidades seleccionadas se realizaron estudios del comportamiento hidrológico de los suelos. Con la información obtenida, se realizaron análisis de correlación y regresión para determinar el grado de vinculación entre las distintas variables edáficas estudiadas. Se realizaron vinculaciones a través de talleres de trabajo, seminarios, conferencias y charlas con diferentes actores sociales (asociaciones gubernamentales y no gubernamentales). La fragilidad de los agroecosistemas correspondiente a posiciones altas dentro del Partido de Daireaux, se debe a que los suelos poseen altos porcentajes de arena que favorecen el proceso de erosión eólica, degradación física, química y biológica de los suelos. La cantidad y distribución de las lluvias históricas (serie 1922-1980) no fueron lo suficientemente abundantes frente a la evapotranspiración, como para evitar déficit de humedad edáfica. El pulso climático del último período (serie 1980-2000), no fue suficiente para eliminar la influencia de los factores edáficos heredados (textura) los cuales siguen gobernando las propiedades del suelo. Este comportamiento aumenta la vulnerabilidad de las tierras de los pequeños productores (menores de 600 has) que no cuenten con tecnología adecuada, con pérdidas económicas que atentan contra su perdurabilidad en el agroecosistema.

INTRODUCCIÓN

El partido de Daireaux se halla ubicado en el centro oeste de la Provincia de Buenos Aires, a 400 Km de la Capital Federal, 300 Km de los puertos de Quequén y Bahía Blanca. Se encuentra localizada geográficamente entre los meridianos 61°30´ y 62° 30´ oeste y entre los paralelos 36° y 37° sur, limitando con los partidos de Pehuajó, Hipólito Hirigoyen, Bolivar, Olavarría, General Lamadrid, Coronel Suarez, Guaminí y Trenque Lauquen. Posee una superficie de 382.000 ha, de las cuales el 67% son suelos aptos para agricultura e invernada de hacienda vacuna. Los suelos restantes se caracterizan por tener suelos poco profundos y/o hidroalomórficos, siendo aptos para la actividad de cría de hacienda. El PBI (Producto bruto interno) anual del Municipio de Daireaux es de 120 millones de dólares, de los cuales el 70% provienen del sistema agropecuario, correspondiéndole de dicho porcentaje, el 60% a la agricultura y el 40% a la ganadería en estos últimos años.

Dentro de los nuevos emprendimientos agrícolas se está comenzando con la producción orgánica en trigo asociado a procesos agroindustrial y en horticultura en producción orgánica de zapallo con compromisos de exportación a Italia.

La actividad agroindustrial está representada por la empresa Oleaginosa Oeste que produce aceite y pellets de girasol y soja, la Parquetera Caronello que fabrica parquet de eucaliptos sp para exportación, el Frigorífico Derole de procesamiento de carne bovina, una curtiembre de cueros ovinos, metalúrgicas menores y como microemprendimientos, exitosas fábricas de chacinados y fabricas textiles.

El distrito cuenta con una población de 16.000 habitantes, existiendo infraestructura educativa de nivel preescolar, primario, secundario y terciario (Tecnicatura de alimentos y formación docente). Existe adecuada infraestructura hospitalaria de mediana complejidad.

La economía del distrito está basada en las actividades agroindustriales. Las mismas son llevadas a cabo por unos 800 productores, con una distribución de superficie en el cual el 82 % posee menos de 600 ha y el 62 % menos de 300ha. Son las explotaciones menores de 600 ha las generadoras de la circulación de los ingresos en la ciudad de Daireaux mientras que los mayores tenedores de la tierra y los pool de siembra producen una externalización de los ingresos fuera del partido.

Teniendo en cuenta estas consideraciones la problemática regional plantea desafíos: el mantenimiento de una productividad sostenible a través del tiempo, la disponibilidad y manejo del agua y la mitigación de los procesos de degradación de las tierras.

El objetivo de este informe final es presentar los resultados obtenidos de las tareas 1,2 ,3 ,4 ,5 ,6 y 7, y 8 completas de acuerdo a lo planteado en el cronograma respectivo.

Dentro del enfoque metodológico desarrollado para cumplir con los objetivos de cada actividad, en primer instancia se ubicó regionalmente al Partido de Daireaux, Provincia de Buenos Aires a través del análisis de la información de suelos elaborada por distintas instituciones nacionales y privadas y se estableció un criterio de relevamiento de paisaje-geomórfico a campo para verificar la correlación de las unidades cartográficas, taxonómicas y uso actual de las tierras, (Tarea 1).

La actividad de campo y el análisis en laboratorio de las muestras tomadas en las calicatas y pozos de observación permitieron caracterizar y comparar los rangos de variación de las series descriptas por INTA, generadas en escala 1:50.000, (Tareas 2 y 3).

A través de dichas correlaciones y del uso y tenencia actuales de las tierras se delimitaron áreas muestras homogéneas en función de sistemas productivos y/o intensidades de uso (Tarea 2).

Se centró la atención en geoambientes altos e intermedios del partido de Daireaux con suelos de aptitud agrícola, dejando de lado los suelos hidrohalomórficos y cordones medanosos no aptos para dicha producción. En dichos geoambientes se seleccionaron situaciones testigo inalteradas y parches representativos de la variabilidad de uso de la tierra en dicha región (Tareas 1,2 y 3).

Dentro de dichas unidades seleccionadas se realizaron los ensayos de infiltración en aquellos usos de la tierra más contrastantes (Tarea 4). Se comenzó a extraer muestras de las nuevas áreas relevadas, llevándose las muestras a laboratorio para realizar los análisis fisicoquímicos y biológicos correspondientes (Tarea 5).

Se realizó un balance de agua del suelo para las series más representativas (Bolivar y Pirovano/ 25 de Mayo). En laboratorio se determinó el contenido hídrico a

capacidad de campo, humedad de saturación y punto de marchites permanente. (Tarea 6)

Con la información obtenida a partir de los muestreos de suelos realizados en lotes con distintos sistemas de utilización, con usos de la tierra e intensidades diferentes, se realizaron análisis de correlación y regresión para determinar el grado de vinculación entre las distintas variables edáficas estudiadas. (Tarea 7)

Se realizaron vinculaciones a través de Talleres de Trabajo, Seminarios, conferencias y charlas con diferentes actores sociales: Asociación de Apoyo al Desarrollo Local, PEC (Productores en Cambio) Grupos CREA, productores independientes, técnicos de INTA y representantes del sector educativo (Tarea 8).

ENFOQUE METODOLÓGICO
Y
ACTIVIDADES

PLAN DE TAREAS

Todas las etapas se han cumplido. (informes de avance y parcial aprobados)

1.-Análisis de antecedentes cartográficos sobre los suelos de la región y correlación de las unidades cartográficas y geomorfológicos a campo.

2.- Descripción y caracterización de las unidades taxonómicas, rangos de variación con las descriptas por INTA. Extracción de muestras. Realización de análisis físicos, químicos y biológicos.

3.- Delimitación de áreas homogéneas, ubicación de áreas de manejo diferenciales.

4.-Realizar ensayos de infiltración a campo de los usos definidos como contrastantes.

5.-Extraer muestras de nuevas áreas y análisis físicos, químicos y biológicos.

6.- Realizar la correlación de la información elaborada con las obtenidas en las nuevas áreas.

7- Realizar el análisis de la totalidad de los resultados obtenidos y su discusión, los métodos empleados y conclusiones obtenidas de la información generada a través de las tareas 1 a 6.

8.- Identificar posibles referentes (técnicos, productores líderes, etc) que permitan aportar información con respecto al uso o comportamiento regional de cultivos y/o procesos de anegamiento y/o inundación u otro factor de importancia.

TAREAS 1, 2 Y 3

ANÁLISIS DE LOS ANTECEDENTES CARTOGRÁFICOS SOBRE LOS SUELOS DE LA REGIÓN

Resultado del análisis bibliográfico a distintas escalas.

Del análisis bibliográfico de la región bajo estudio se detallan a continuación los principales antecedentes regionales sobre suelos:

Bonfils (1960) aplicó en el ámbito pampeano el moderno concepto de suelos como entidades geográficas tridimensionales y los clasificó con las características morfológicas del perfil. Sin embargo ese trabajo abarcó solamente el 12% de la región pampera siendo Miaczynski y Tschapek (1965) los que realizaron el primer inventario sistemático de los recursos en suelos de toda la región pampeana, describiendo 13 unidades cartográficas en el "Mapa esquemático de suelos de la región pampeana". Estos autores para el área bajo estudio describen la presencia de cadenas de médanos activos y estabilizados que se alternan con zonas más o menos planas. El calcáreo en los sectores planos se localiza a más de 1,8 m de profundidad. Según estos autores los suelos corresponderían a Regosoles, Brunizen y Castaños regosólicos.

El Mapa de Suelos de la Provincia de Buenos Aires (SAGYP-INTA. 1989) a escala 1:500.000 ubica el dominio edáfico 16 en la región bajo estudio.

Dicho dominio incluye, en el área bajo análisis las unidades cartográficas 16a, 16b y 16c.

-16a: Paisaje con planicies onduladas con algunas áreas plano cóncavas que ocupan poca extensión areal, localizándose en este centro y norte del partido de Daireaux. La unidad cartográfica está compuesta por asociaciones de Hapludoles enticos franco gruesos, en las partes más elevadas y convexas de las planicies y Hapludoles típicos desarrollados en los senos entre lomas. En las áreas plano cóncavas se describen Natracualfes típicos.

-16b: Paisaje con planicies suavemente onduladas con algunos sectores planos. Se localizan en el oeste, centro y este del partido. En dicha unidad cartográfica se describen asociaciones de Hapludoles enticos franco gruesos con Hapludoles típicos franco gruesos. Los primeros en ambientes positivos del paisaje mientras que los

segundos se ubican en posiciones cóncavas entre lomas y planicies. Presenta a su vez suelos Hapludoles acuicos, Hapludoles tapto árgicos, Natralboles típicos y en las crestas de los médanos Udipsamentes típicos.

-16c: Paisaje ondulado con cordones medanosos orientados en sentido oeste sudoeste y en algunos sectores se observa la presencia de médanos vivos. Se localiza en el noroeste y centro norte del área estudiada. Las unidades cartográficas presentan asociaciones de Hapludoles enticos, franco gruesos, en los sectores más elevados, Hapludoles típicos en las posiciones planas a plano cóncavas y Udipsamentes típicos en las posiciones cuspidales de los médanos vivos. También se describen Hapludoles tapto árgicos en las planicies y Natralboles típicos en las depresiones.

Para el área de estudio el INTA (1993-1994) publicó a escala 1: 50.000 las cartas de suelos: Caseros (Hojas: 3763-12-1, 3763-12-2, 3763-12-3, 3763-12-4) y Girodias (Hojas: 3763-11-1, 3763-11-2, 3763-11-3, 3763-11-4) Mones Cazón (Hojas: 3763-5-3, 3763-5-4) Estación Bonifacio (Hoja: 3763-17-2).

A nivel de detalle existe información de cartografía de suelo de establecimientos ubicados en el área bajo estudio que fueron realizados por personal de la Cátedra de Manejo y Conservación de Suelos, FAUBA. A su vez existe información de suelos elaborada por consultoras privadas.

-Correlación a campo de las unidades cartográficas elaboradas por INTA.

El objetivo de esta correlación a campo es la de reconocer las unidades cartográficas delimitadas por el INTA y su correspondencia con las unidades de paisaje y los límites que se observan in situ. Esto permitió calificar también a través de pozos y calicatas las unidades taxonómicas presentes y el uso actual de la tierra.

El área de estudio se encuentra delimitada entre los paralelos 36° 00´ y 36° 40´ y los meridianos 62° 30´ y 61° 30´, la que involucra una superficie aproximada de 190.000 ha. Tomando en cuenta la variabilidad del área de estudio se seleccionaron 3 transectas que permitan correlacionar las distintas unidades cartográficas relavadas por el INTA a escala 1:50.000 con los distintos geoambientes observados a campo.

Las transectas se encuentran separadas por 15 Km. perpendiculares a la ruta 65 a partir del inicio del partido en su región oriental (Figura 1). Las mismas se orientan

con dirección SE-NO. Para su diseño se tuvieron en cuenta la accesibilidad en el terreno asociado a caminos reales y vecinales. Con el objetivo de correlacionar toda la superficie bajo estudio se realizaron a su vez incursiones perpendiculares a dichas transectas a través de caminos secundarios. En el cuadro 1 se presenta el detalle de las unidades cartográficas observadas en cada una de las transectas mencionadas y sus derivaciones transversales.

Cuadro 1: Unidades cartográficas observadas en las transectas A, B, y C y sus derivaciones transversales.

Transecta	Unidades cartográficas
A (oriental)	Bv3, Bv 23, BV 25, BV 29, BV30, BV32, Bv35, Coell, Db3, Pas15, Pas20 y Pas 21, Sri11, VMy, VMy1, VMy2, VMy3
B (central)	BV25, Bv 30, Bv32, Bv34, Coell, Pas18, Pas 19, Pas20, Pas21, VMy2.VMy3, VMy4.
C (occidental)	Bv32, Bv34, Pas 18. Pas19, Pas21, Pas 22, VMy2, VMy3, VMy4.

Las unidades cartográficas con mayor presencia en el área de estudio son:
Transecta A: unidad BV29, BV32, BV30 y Pas21
Transecta B: unidad BV34, Pas21, Pas19, Pas18
Transecta C: unidad BV34, Bv32 y Pas19

Las tres transectas y sus derivaciones transversales.analizadas poseen una tendencia a aumentar la cota del terreno en dirección a la ruta 65, mientras que hacia el norte, la transecta A presenta cotas mas bajas que las restantes transectas. En el sector oriental (transecta A) dominan valores de cota de 107 msnm, 111m snm y 117 msnm al noroeste, centro y sureste de dicha transecta respectivamente. En el mismo orden, las cotas que dominan las transectas B (sector central) y C (sector occidental) son 111 msnm, 116 msnm y 118 msnm. Estas diferencias en el relieve regional tienen incidencia en la distribución de las unidades cartográficas. Por ejemplo en el sector centro de la transecta A domina la unidad cartográfica Bv 29 asociada a un relieve de planos altos con ligeras ondulaciones, mientras que en el sector sureste de dicha

transecta domina la unidad cartográfica Bv 32, asociada a cordones y hondonadas medanosas rítmicas.

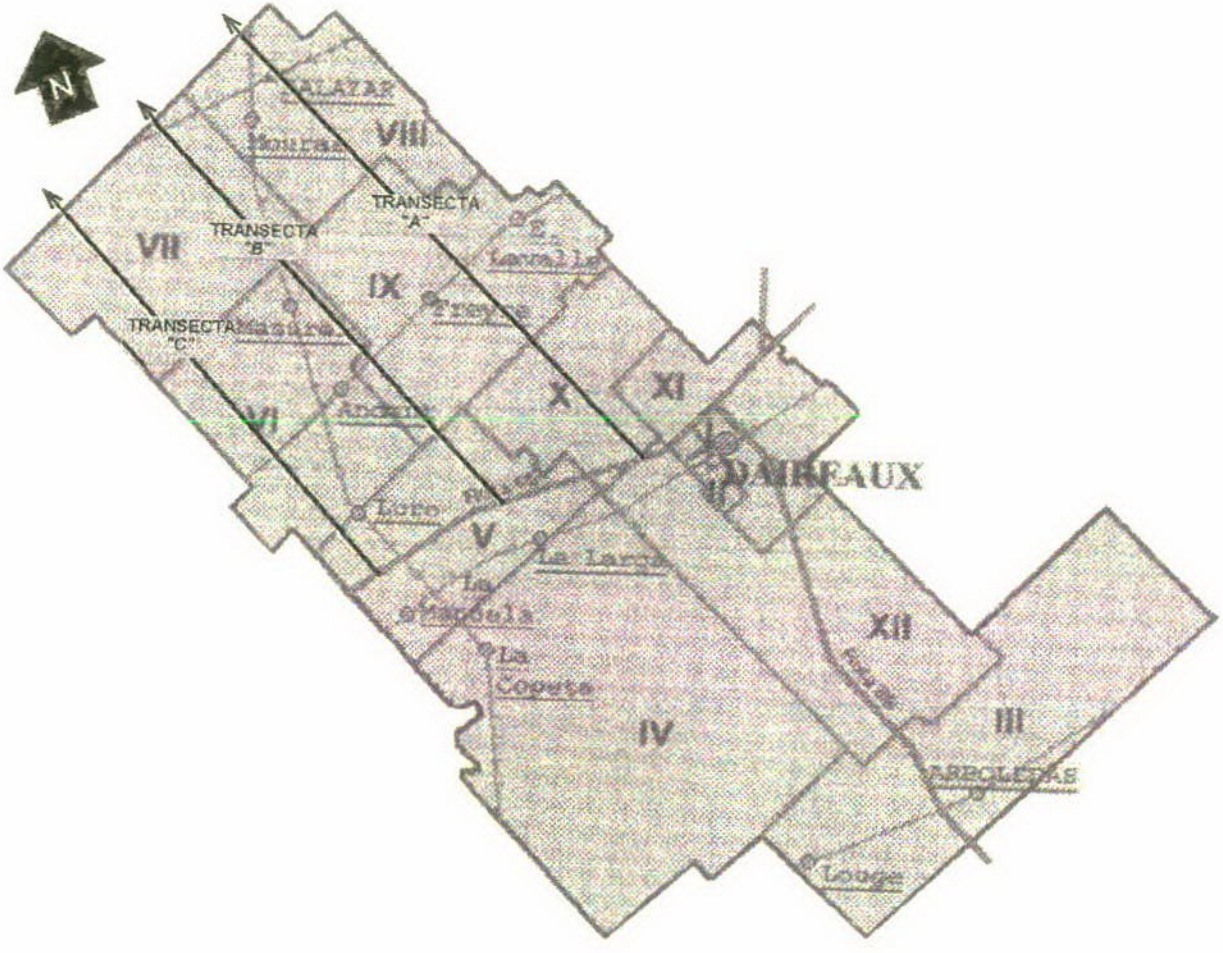
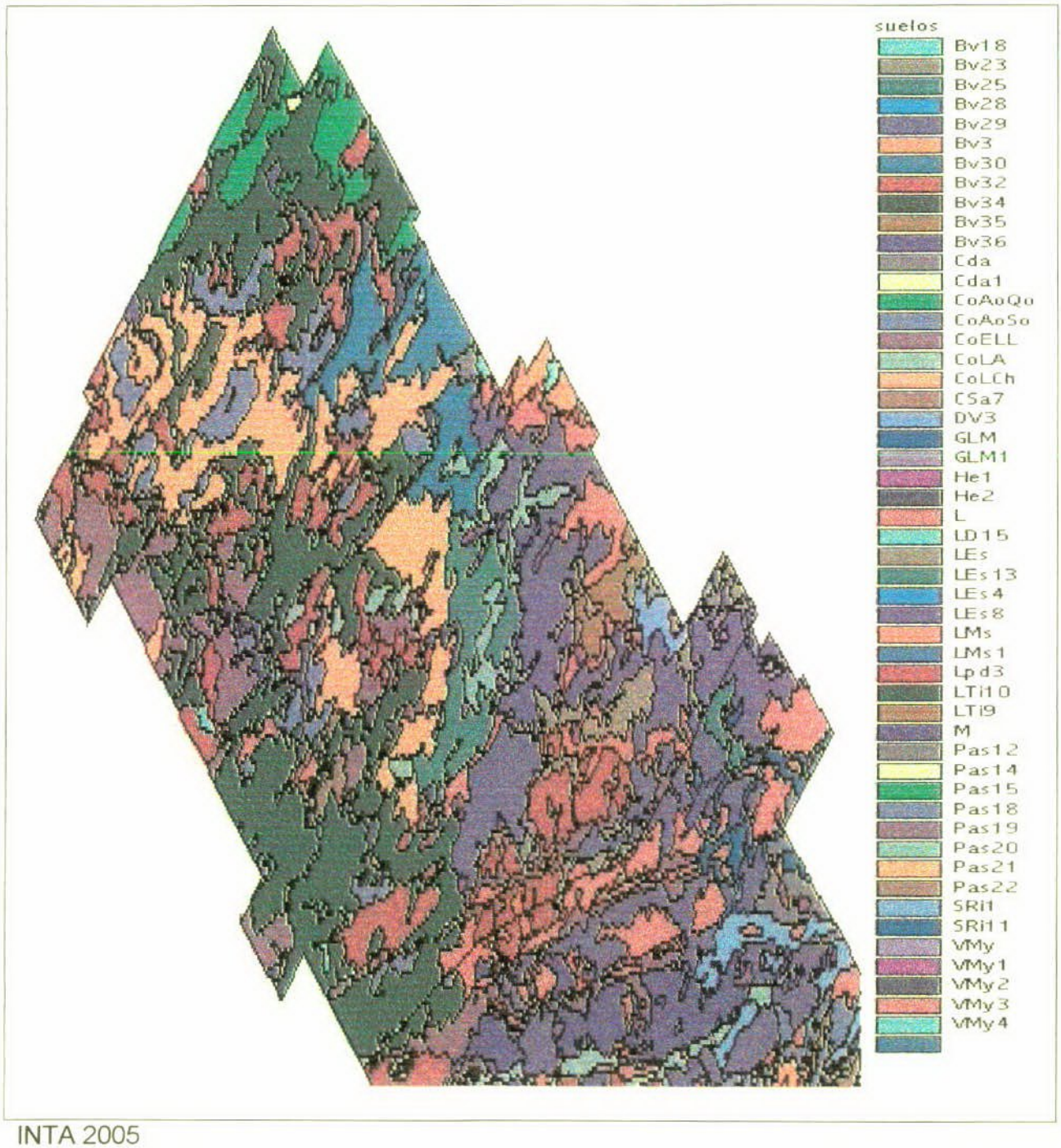


Figura 1: Esquema de localización de las transectas

La unidad cartográfica con mayor superficie corresponde a Bv 34, 41018,25 ha, representando el 22,5% del área estudiada. A su vez las unidades cartográficas Pas 21, 22101,03 ha, Bv 32, 20045,31 ha y Bv 29, 18793,74 ha, ocupan una superficie del 12,10%, 10,98% y 10,29%, respectivamente. El 44,13 % restante de la superficie se reparte en 25 unidades cartográficas. Los análisis de correlación a campo de las unidades cartográficas presentaron un paisaje acorde con el descrito por INTA en las cartas de suelo utilizadas en este estudio. Sin embargo se ha observado a escala de detalle que algunos límites de las unidades cartográficas no coinciden con las observaciones hechas en algunos geoambientes (Cuadro 2, Figura 2).



INTA 2005

Figura 2: Mapa con la distribución de los suelos presentes en el área bajo estudio

Cuadro 2: Unidades cartográficas presentes en el área de estudio: Superficie que ocupan y % de las series de las unidades taxonómicas que las componen. Se presenta en gris las unidades sin aptitud agrícola.

SIMBC	superficie	%1	SERIE 1	%2	SERIE 2	%3	SERIE 3	%4	SERIE4
Bv18	328,95	60	Bolívar	30	Saladillo anegable	10	Bolívar poco anegable		
Bv23	5518,81	60	Bolívar anegable	30	Carlos Salas	10	Saladillo anegable		
Bv25	5701,29	50	Bolívar	20	Bolívar poco anegable	20	Veinticinco de Mayo	10	Henderson
Bv29	18793,74	80	Bolívar	20	Pirovano				
Bv3	1096,75	80	Bolívar	20	Saladillo				
Bv30	8002,60	60	Bolívar	30	Carlos Salas	10	Piedritas		
Bv32	20045,31	50	Bolívar	30	Piedritas	20	Pirovano		
Bv34	41018,25	60	Bolívar	20	Piedritas	20	Salazar		
Bv35	1761,03	50	Bolívar poco anegable	30	Piedritas anegable	20	Nueve de Julio		
CoELL	2474,70	100	Est. La Larga,						
CSa7	352,98	50	Carlos Salas	30	Henderson	20	Piedritas		
DV3	1149,11	45	Del Valle	40	Bolívar poco anegable	15	Veinticinco de Mayo		
He1	3,99	50	Henderson	30	Piedritas	20	Bolívar		
He2	21,64	40	Henderson	30	Drabble	30	Salazar		

L	563,26		misceláneas: lagunas						
M	343,71	100	Misceláneas, ciudad,o pueblo						
Pas12	325,53	70	Piedritas muy poco anegable	20	Bolívar	10	Pirovano		
Pas14	163,88	50	Piedritas	30	Drabble	20	Salazar		
Pas15	5777,14	60	Piedritas	20	Henderson	20	Bolívar		
Pas18	8427,83	50	Piedritas	30	Piedritas poco aneg.	20	Salazar		
Pas19	9681,82	50	Piedritas	30	Bolívar	20	Piedritas poco aneg.		
Pas20	5224,62	50	Piedritas poco anegable	30	Drabble	20	Salazar		
Pas21	22101,03	40	Piedritas	40	Bolívar	20	Salazar		
Pas22	1082,58	60	Piedritas poco anegable	20	Salazar	20	Carlos Salas		
VMy	656,86	80	Veinticinco de Mayo	20	Del Valle				
VMy1	1533,76	100	Veinticinco de Mayo						
VMy2	11742,93	50	Veinticinco de Mayo	40	Piedritas	10	Pirovano		
VMy3	7029,05	60	Veinticinco de Mayo	30	Pirovano	10	Bolívar		
VMy4	1607,86	50	Veinticinco de Mayo	50	La Guanaca				

Fuente: SAGyP-INTA(1993-1994). Instituto de Suelos Castelar (2005)

ANÁLISIS DE CORRELACIÓN A CAMPO DE LAS UNIDADES TAXONÓMICAS DESCRIPTAS POR INTA

En las unidades cartográficas que poseen aptitud agrícola, con mayor representatividad en el sector bajo estudio, se realizaron pozos de observación y calicatas con el objetivo de verificar las unidades taxonómicas descriptas por INTA, su grado de representación en la unidad y rangos de variación.

Las unidades taxonómicas con mayor representación en el área, de acuerdo a la información suministrada por INTA, son: Series Bolívar y Piedritas. La primera posee una presencia en todas las unidades cartográficas de 77.889 ha abarcando un 42% de la superficie total relevada. La segunda ocupa una superficie de 44.730 ha, correspondiéndole un 24% del área y la tercer Serie en importancia es 25 de mayo, distribuyéndose en una superficie de 12.951,3 ha, correspondiéndole el 7,1%. El 26,9% restante se reparte en 11 series (Cuadro 2).

Descripción y caracterización de las unidades taxonómicas, rangos de variación con las descriptas por INTA. Extracción de muestras

Es de destacar que del total de observaciones realizadas a campo, se correlacionó positivamente las características morfológicas de la Serie Bolívar con las descripciones de INTA para dicha unidad taxonómica. Sin embargo, la localización de la serie en el ambiente no siempre fue adecuada ya que en la unidad Bv 32 caracterizada por cordones y hondonadas medanosas rítmicas, se localiza a la serie Bolívar en una posición diferente a la que se observa en el campo. Así, según INTA, la serie Bolívar ocupa posiciones de loma, mientras que a campo se la localiza en posición de media loma y planos altos.

No se pudo identificar la serie Piedritas ya que en las calicatas y pozos de observación no se manifestaron las características morfológicas y analíticas descriptas por INTA para dicha serie. Estas observaciones permiten suponer que la serie Bolívar y sus fases es la dominante en toda el área agrícola ocupando más del 70 % de su superficie.

De acuerdo con la información elaborada por INTA y publicada en la carta de suelo 3763-12 "Caseros" y demás cartas asociadas, la textura y el contenido de materia orgánica del Horizonte A de la serie Bolívar, descripta en el Partido de Saladillo(Cuadro 3)

Cuadro 3 Datos analíticos del horizonte A de la serie Bolívar

Serie Bolívar	
Horizonte Ap	**Horizonte** A12
Profundidad: 0-14 cm	**Profundidad**: 14-41 cm
Textura: franco arenosa	**Textura**: franco arenosa
Arcilla (%):11.8	**Arcilla** (%):14.6
Limo fino (%):-	Limo fino (%):-
Limo total(%): 16.5	**Limo total** (%): 13.3
Arena muy fina (%): 12.2	Arena muy fina (%): 10.2
Arena fina (%): 44.7	Arena fina (%): 43.2
Arena media (%): 14.8	Arena media (%): 18.7
Arena gruesa (%): -	Arena gruesa (%): -
Arena muy gruesa (%):-	Arena muy gruesa (%):
Arena total (%): 71.7	**Arena total** (%): 72.1
Materia orgánica (%): 1.68	**Materia orgánica** (%): 1.68
CIC meq/100g **:** 9,1	**CIC** meq/100g : 10,5
pH pasta : 5,9	**pH** pasta : 6,2

Fuente: INTA Carta de Suelos Caseros.

Del relevamiento de suelos a campo en el Partido de Daireaux, Pcia. de Buenos Aires y posterior análisis de muestras de suelos en laboratorio, se determinaron las siguientes características de la serie Bolívar:

a) La secuencia de horizontes es A- AC-C
b) Presenta un horizonte A cuya profundidad más frecuentemente observada alcanza los 35 cm, le sigue un horizonte de transición AC cuya profundidad llega a los 55 cm , y por debajo del mismo se encuentra el horizonte C
c) La textura de los tres horizontes se clasifica como franco arenosa

d) El horizonte A posee un contenido de arenas totales cuya media es de 70 % con un coeficiente de variación de alrededor del 10 %.
e) EL rango de variación del contenido de arenas totales del horizonte A encontrado en el total de muestras analizadas fue de un 80% y un 60 %. Dichos valores extremos podrían corresponder a intergrados entre esta serie y la serie 25 de mayo en el caso de los máximos y otras series descriptas por INTA, en el caso de los valores mínimos.
f) El contenido de materia orgánica medio del horizonte A es de 2.88 % con un coeficiente de variación de alrededor de 40 %. Los valores máximos y mínimos hallados oscilan entre 4.6 y 1.43 %
g) Los valores de CIC, saturación de bases, cationes de intercambio y conductividad eléctrica determinados en laboratorio resultaron dentro de un rango de +/- 25% de los valores encontrados por INTA para esta Serie.
h) Los horizontes AC y C de las calicatas y pozos de observación relevadas, presentan a su vez, características similares a las descriptas por INTA para la serie Bolívar.

Delimitación de áreas homogéneas. Ubicación de áreas de manejo diferenciales.

Se seleccionaron todas las unidades cartográficas con aptitud agrícola como un primer criterio de separación de áreas homogéneas (Cuadro 2). Del total de área con aptitud agrícola, la serie Bolívar ocupa más del 70%, reafirmando la vocación agrícola de la mencionada serie.

Seguidamente se determinaron en estas áreas agrícolas 23 unidades muestras de aproximadamente 200 has cada una, representativas del uso de la tierra y su tenencia. Para realizar la selección en relación a la tenencia se tuvo en cuenta el criterio de la Municipalidad de Daireaux que establece dos grupos de tenencia: grandes productores, con superficies mayores a 600 ha y pequeños productores, asociados a los grupos PEC (Productores en Cambio) con superficies menores a 600 ha. En relación a la selección por sistemas de labranza, se tuvieron en cuenta: labranza convencional, labranza conservacionista, labranza cero y las intensidades de uso de los mismos.

TAREAS 3, 4 Y 5

Propiedades físicas, químicas y biológicas

Del análisis de las áreas muestras seleccionadas, representativas de la variabilidad físico-ambiental de aproximadamente 180.000 ha con actividades agropecuarias, se obtuvieron los siguientes resultados:

Para contar con una visión amplia regional de las propiedades físicas, químicas y biológicas de la serie Bolivar, se detallan en los Cuadros 3, 4 y 5 el porcentaje de arena total, materia orgánica, gomas microbianas, porcentaje de agregados mayores a 0,84 mm, fósforo, pH y estabilidad estructural (CDMP).

Cuadro 3: Frecuencia porcentual de contenidos de arena del horizonte A encontrada dentro de la región norte del partido de Daireaux, en paisajes asociados a la Serie Bolívar.

Contenido de arena	Porcentaje de casos	Superficie aproximada (ha)
Mayor a 75%	18,7 %	25.000
Entre 65 % y 75 %	57,8 %	77.000
Menor a 65 %	23,4 %	30.000

Cuadro 4: Valores de arena total, materia orgánica (MO), porcentaje de agregados mayores a 0,84mm, gomas microbianas, fósforo extractable, pH y cambio en el diámetro medio ponderado (CDMP), en los primeros 10 cm, para la serie Bolivar localizada en el área de estudio.

	Arena Total	*MO*	*Agregados >0,84mm*	*Gomas*	*Fósforo*	*pH*	*CDMP*
Valor Medio	*69,41*	*2,81*	*52,28*	*0,739*	*7,75*	*6,35*	*1.056*
Valor Máximo	*80,57*	*4,6*	*75,8*	*0,99*	*18*	*7,3*	*2*
Valor Mínimo	*59,2*	*1,46*	*16,6*	*0,48*	*3*	*5,8*	*0,282*
Desvío Standard	*5,7315*	*0.805*	*15,4*	*0,133*	*3,36*	*0,424*	*0,502*
Coeficiente de Variación	*0,0825*	*0.28*	*0,29*	*0,18*	*0,43*	*0,068*	*0,48*
N	*107*	*377*	*326*	*366*	*100*	*92*	*61*

Cuadro 5: Valores Máximos, Mínimos y medios de MO, Gomas, agregados > a 0,84mm y pH discriminados según rangos de arenas totales.

		Rango de arenas totales (%)					
Propiedades		**59-63**	**63-67**	**67-71**	**71-75**	**75-80**	**Promedio**
MO (%)	**Promedio**	**3.40**	**2.97**	**2.89**	**2.63**	**2.49**	**2.87**
	Máximo	**4.5**	**4.3**	**4.0**	**3.6**	**4.6**	**4.2**
	Mínimo	**2.4**	**1.52**	**1.93**	**1.8**	**1.46**	**1.82**
Gomas microbianas ($mg\ g^{-1}$)	**Promedio**	**0.78**	**0.72**	**0.75**	**0.74**	**0.72**	**0.74**
	Máximo	**0.99**	**0.95**	**0.91**	**0.89**	**0.90**	**0.92**
	Mínimo	**0.50**	**0.48**	**0.48**	**0.56**	**0.48**	**0.50**
Agregados mayores a 0.84 mm (%)	**Promedio**	**63.13**	**58.76**	**53.04**	**47.93**	**40.47**	**52.66**
	Máximo	**75.76**	**75.31**	**75.24**	**71.00**	**72.00**	**73.86**
	Mínimo	**52.10**	**32.48**	**27.87**	**16.56**	**22.34**	**30.27**
pH	**Promedio**	**6.45**	**6.45**	**6.33**	**6.35**	**6.16**	**6.34**
	Máximo	**7.30**	**6.80**	**6.90**	**7.10**	**6.60**	**6.94**
	Mínimo	**6.10**	**6.10**	**5.80**	**5.80**	**5.80**	**5.92**

De las propiedades presentadas en los cuadros 4 y 5 se seleccionaron a la materia orgánica, porcentaje de agregados mayores a 0,84 mm y gomas microbianas para realizar un análisis discriminado por uso de la tierra.

Porcentaje de agregados mayores a 0,84 mm

Al separar los lotes según el uso de la tierra en: pastura, agricultura con labranza cero y agricultura con otros sistemas de labranza se observó lo siguiente (Cuadro 6):

De lo detallado en el cuadro se observa la incidencia del sistema de uso de la tierra (ganadería o agricultura) y del sistema de labranza empleado sobre el porcentaje de agregados no erosionables, siendo la agricultura bajo labranza cero y el uso ganadero son los que presentaron el mayor porcentaje de agregados no erosionables. También la variabilidad en los resultados obtenidos muestra la intensidad de uso asociado a su historia.

Cuadro 6: Porcentaje de agregados mayores a 0.84 mm discriminado por sistema de uso de la tierra.

	Agregados mayores a 0,84 mm (%)	
	Promedio	***CV***
Pradera	53	21
Labranza cero	53	27
Otras labranzas	45	37

La distribución por rangos de porcentaje de agregados mayores a 0,84 mm (parciales y acumulados) se representa en las figuras 3, 4 y 5.

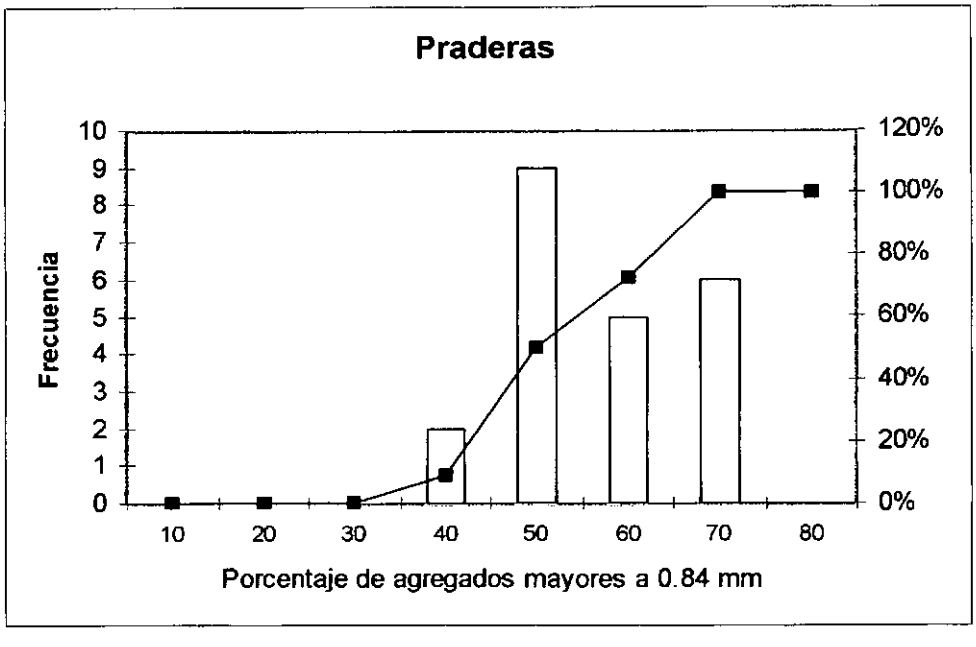


Figura 3: Rangos de frecuencia y frecuenta acumulada en la distribución de agregados mayores a 0.84 mm en praderas.

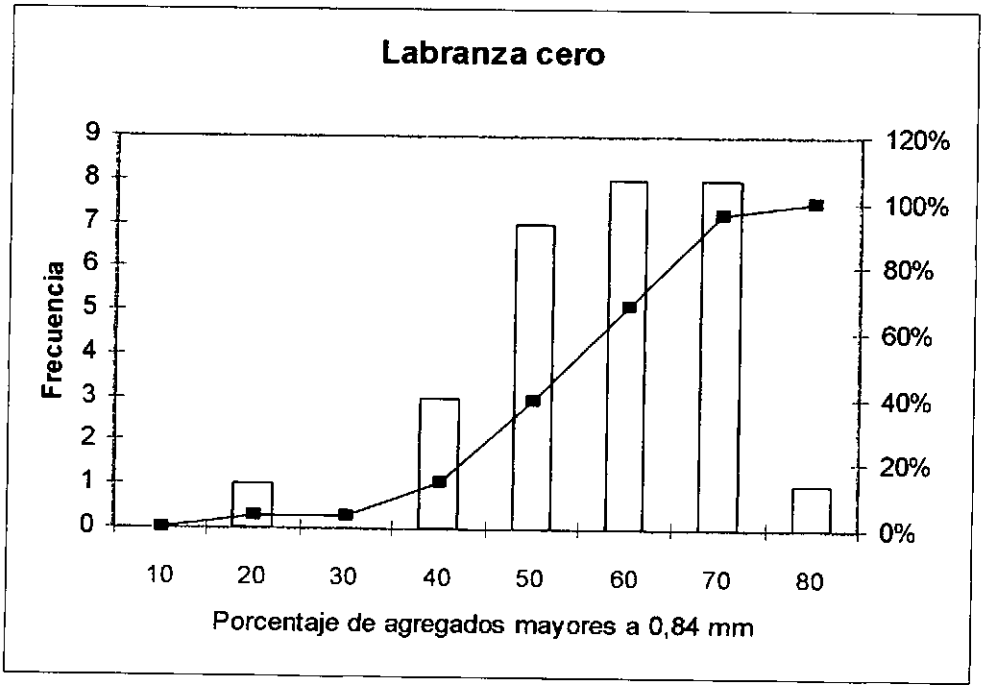


Figura 4: Rangos de frecuencia y frecuenta acumulada en la distribución de agregados mayores a 0.84 mm en siembra directa.

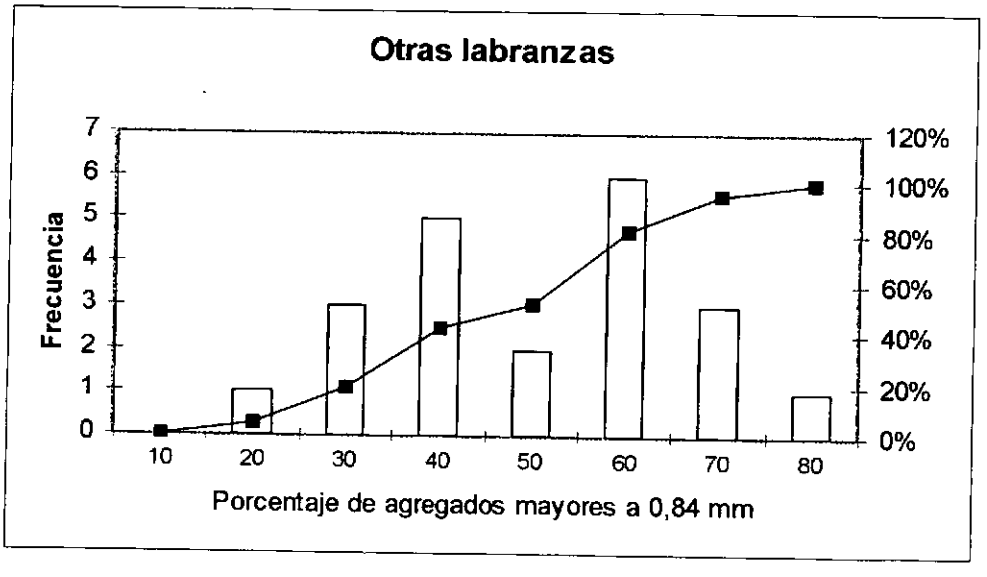


Figura 5: Rangos de frecuencia y frecuenta acumulada en la distribución de agregados mayores a 0.84 mm en otras labranzas.

Como se observa en las figuras 3, 4 y 5 la distribución es diferente en otras labranzas respecto a pradera y labranza cero ocurriendo estas diferencias sobre todo en los rangos de porcentajes menores. Esta distribución hace que mientras otras labranzas tengan un 43 % acumulado de los lotes hasta el rango de 40% de

agregados mayores a 0,84 mm, en praderas y labranza cero los porcentajes acumulados hasta la misma categoría fueron de 9 y 14% respectivamente. Esta distribución pone de manifiesto la fragilidad a la degradación física de los suelos y el efecto de las labranzas sobre los mismos.

Contenido de materia orgánica

El comportamiento de la materia orgánica en función del uso de la tierra se detalla en el cuadro 7.

Cuadro 7: Porcentaje de materia orgánica discriminado por sistema de uso de la tierra.

	Contenido de materia orgánica (%)	
	Promedio	***CV***
Pradera	3.22	20
Labranza cero	2.89	28
Otras labranzas	2.40	27

Al igual que lo observado con el porcentaje de agregados mayores a 0,84 mm los sistemas de labranza que mas remueven el suelo tuvieron los menores valores en el contenido de matera orgánica.

En las figuras 6a, 6b, 7 y 8 se muestra la distribución de frecuencias en el contenido de materia orgánica.

Esta distribución fue diferente entre otras labranzas respecto a praderas y labranza cero.

Mientras que en otras labranzas el 55 % de los casos presentaron contenidos de materia orgánica de 2,5% o menores, en praderas y labranza cero presentaron hasta 2,5% de materia orgánica el 13 y el 25% de los casos estudiados.

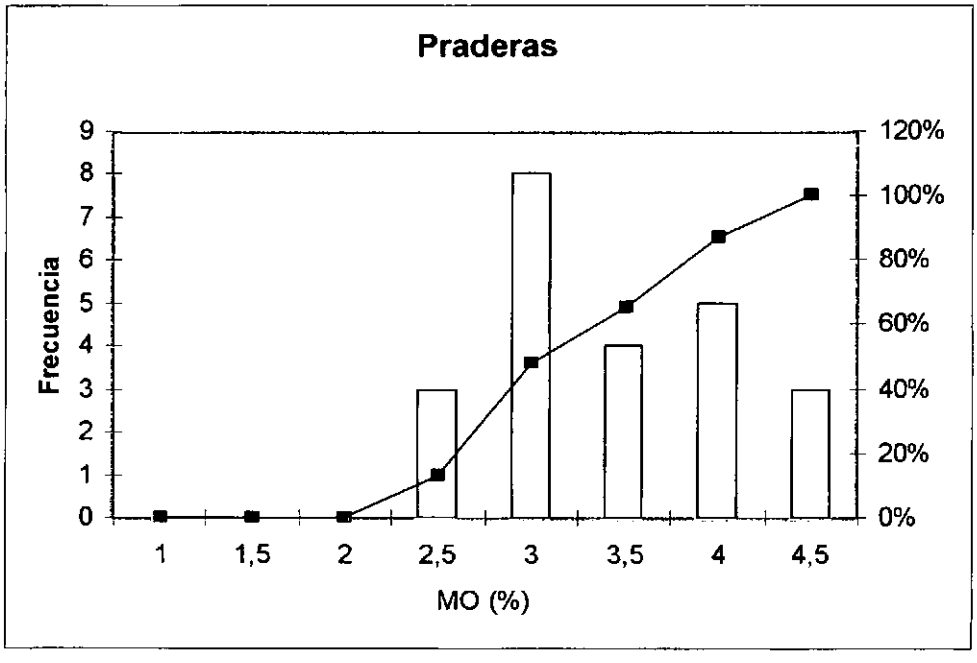


Figura 6a: Rangos de frecuencia y frecuencia acumulada en la distribución de materia orgánica en praderas.

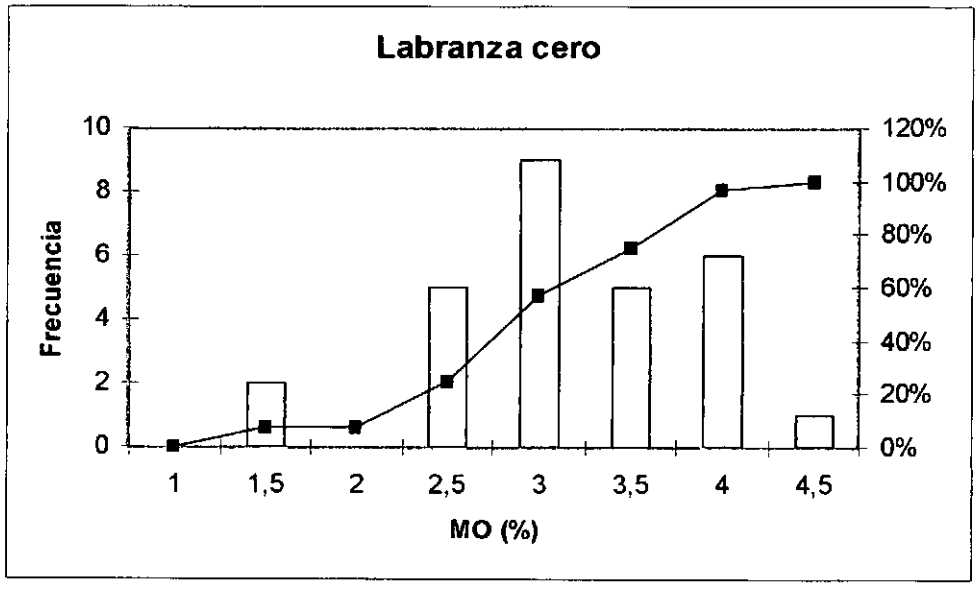


Figura 6b: Rangos de frecuencia y frecuencia acumulada en la distribución de materia orgánica en labranza cero.

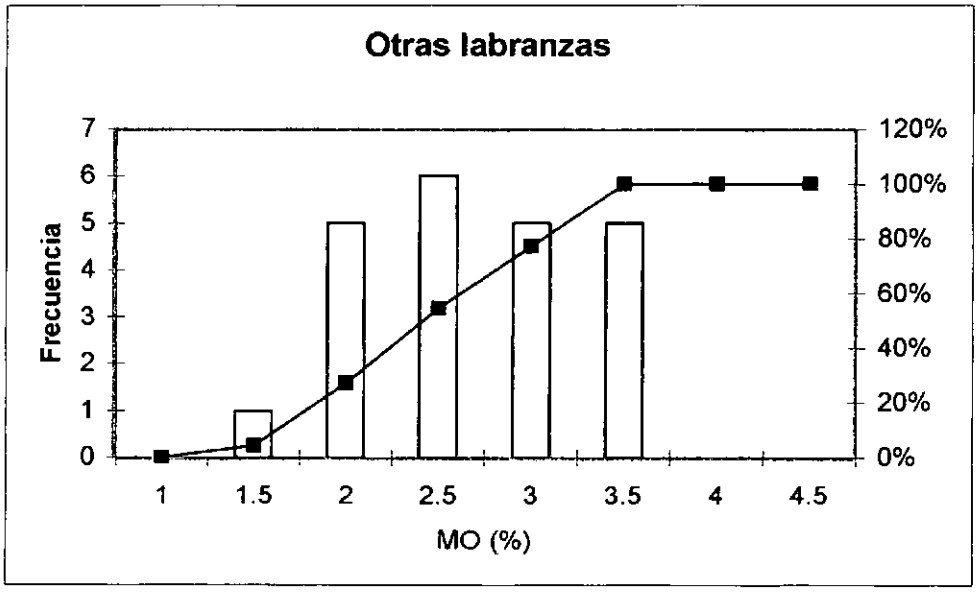


Figura 7: Rangos de frecuencia y frecuencia acumulada en la distribución de materia orgánica en otras labranzas.

Análisis de calidad de la Materia orgánica:

En el cuadro 8 se presentan los valores promedio de tres repeticiones de muestras compuestas correspondientes a: ácidos húmico y fúlvico, carbono liviano y materia orgánica. Se puede observar un patrón de comportamiento en la calidad de la materia orgánica asociado a la intensidad de uso de las tierras.

Cuadro 8 : Valores de acido húmico y fúlvico y sus relaciones, carbono liviano y materia orgánica

Intensidad de Usos de la Tierra	A. Húmico mg/g	A. Fúlvico mg/g	Relación H/F	Relación F/H	% Carbono Liviano	Materia orgánica
L. Convencional	1,18	1,45	1,149	1,24	0,32	1,48
L. Conservacionista	1,84	1,39	1,36	0,75	0,57	3,26
Labranza Cero	1,88	1,55	1,22	0,84	0,63	3,2
Pradera	1,78	1,63	1,09	0,94	0,50	3,25

A medida que se intensifica la mecanización de los suelos aumenta la relación fúlvico/húmico disminuyendo el porcentaje de carbono liviano y el porcentaje de materia orgánica. Esto estaría dado por el aumento de la macroporosidad artificial generado por el sistema de labranza convencional.

Contenido de Gomas microbianas

En el cuadro 9 se observa el contenido de gomas microbianas a partir de distintos usos de la tierra.

Cuadro 9: Contenido de gomas microbianas discriminado por sistema de uso de la tierra.

	Contenido de gomas microbianas	
	Promedio	***CV***
Pradera	0.76	16
Labranza cero	0.76	16
Otras labranzas	0.66	21

En las figuras 8, 9 y 10 se muestra la distribución en el contenido de gomas microbianas.

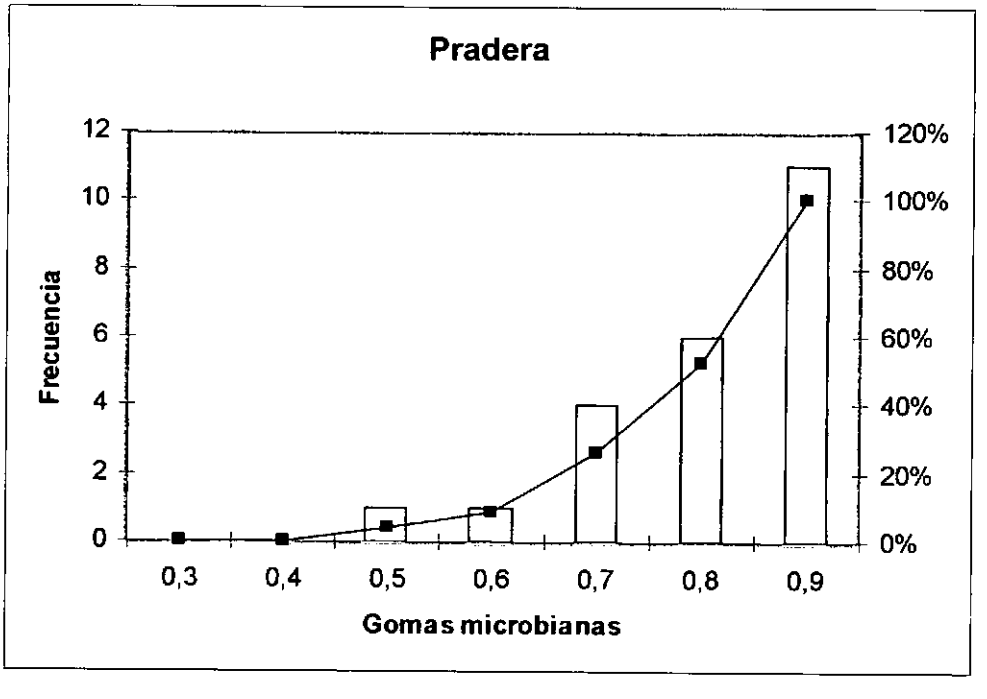


Figura 8: Rangos de frecuencia y frecuencia acumulada en la distribución de gomas microbianas en praderas.

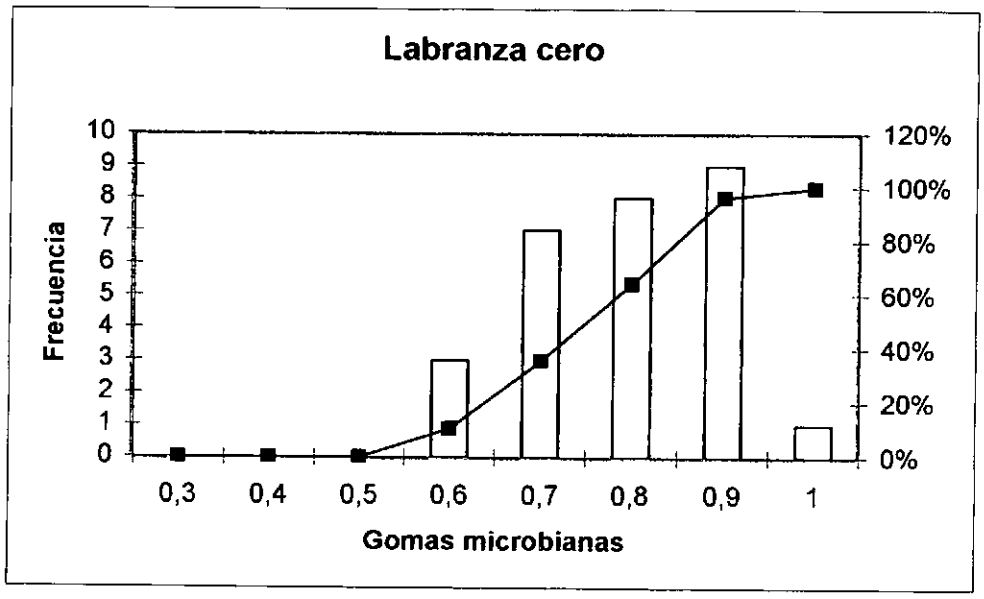


Figura 9: Rangos de frecuencia y frecuencia acumulada en la distribución de gomas microbianas en labranza cero.

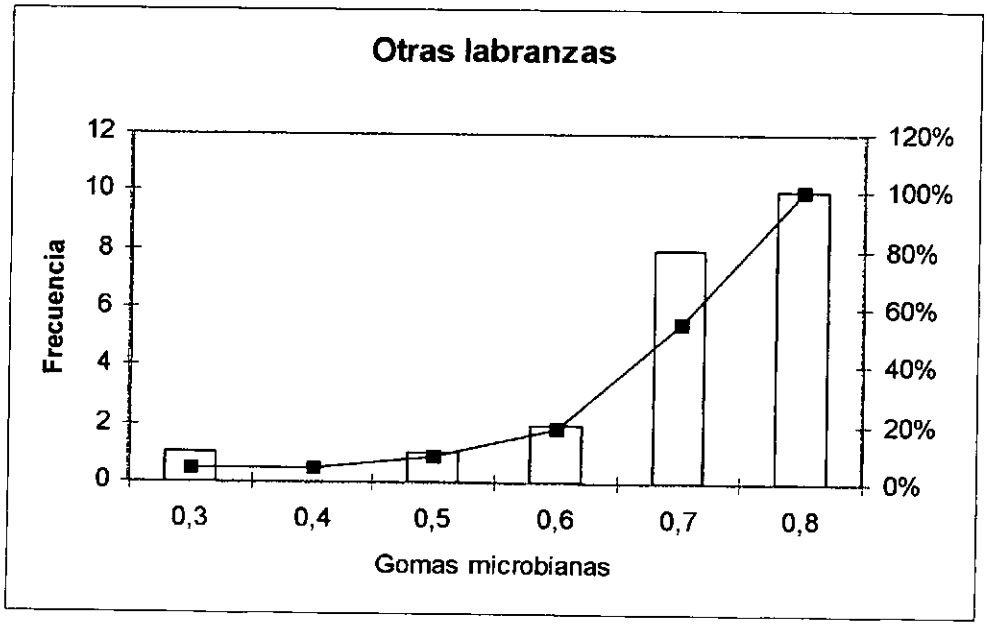


Figura 10: Rangos de frecuencia y frecuencia acumulada en la distribución de gomas microbianas en otras labranzas.

Esta propiedad se comportó en forma similar al porcentaje de agregados mayores a 0,84 mm, dado que la diferencia se manifiesta principalmente entre los sistemas de labranza que remueven más el suelo respecto a los otros usos de la tierra analizados.

Otras labranzas (convencional y conservacionistas) es un sistema de uso que determinó una reducción en las gomas microbianas, diferenciándose de las praderas y de la labranza cero.

Otras labranzas (convencional y conservacionistas) tiene un porcentaje acumulado del 55% para contenidos de gomas hasta 0,7 mientras que praderas y labranza cero acumularon el 26 y 36% de los casos respectivamente, hasta ese valor de gomas microbianas.

Efecto de la superficie de las explotaciones sobre el comportamiento de las propiedades estudiadas

En el cuadro 10 se presentan los valores medios de las variables estudiadas conjuntamente con algunos parámetros estadísticos, discriminados por tamaño de las explotaciones.

Cuadro 10: Valores medios de MO, gomas microbianas, agregados mayores a 0.84 mm, CDMP, fósforo extractable (PE) y pH discriminados por tamaño de explotación.

Tamaño de explotación	Estadística	MO (%)	Gomas microbianas (mg g^{-1})	Agregados > 0.84 mm	CDMP (mm)	Ph
Productores < 600 ha	Media	2.82	0.74	50.69	0.97	6.34
	DS	0.72	0.14	15.57	0.73	0.40
	CV	0.26	0.19	0.31	0.75	0.06
	Máximo	4.40	0.95	89.2	4.04	7.7
	Mínimo	1.21	0.37	12.80	0.19	5.6
Productores > 600 ha	Media	2.89	0.77	54.94	0.58	6.2
	DS	0.59	0.12	12.18	0.25	0.23
	CV	0.20	0.15	0.22	0.44	0.04
	Máximo	4.50	0.99	77.9	1.58	7.1
	Mínimo	2.00	0.48	30	0.28	5.8
Significancia		ns	ns	P<0.05	Ns	ns

Como se observa en este cuadro al realizar un análisis de los valores medios, la materia orgánica, el CDMP, gomas microbianas y el pH no muestran diferencias significativas entre tamaños de explotación, mientras que el porcentaje de agregados mayores a 0.84 mm resultó ser mayor en las explotaciones grandes. Debido a estos resultados se procedió a hacer un análisis mas detallado de los parámetros recientemente expuestos (Cuadro 11).

Cuadro 11: Valores mínimos de las propiedades edáficas correspondientes a los suelos del sector norte del partido de Daireaux con contenidos de arena de 60 a 80%. Profundidad de muestreo 0-10 cm. Superficie aproximada 130.000 ha

Propiedad edáfica	Productores > 600 ha	Productores < 600 ha	Diferencia porcentual	Productores > 600 ha	Productores < 600 ha	Diferencia porcentual
	Valor medio menos un desvío estandar			Valor mínimo observado		
Materia Orgánica %	2.30	2.10	9.25	2	1.21	65.00
Gomas microbianas	0.65	0.60	8.30	048	0.37	29.72
Agregados > 0.84 mm	42,76	35.12	21.75	30.00	12.80	134.00
CDMP	0.83	1.69	50.88	1.58	4.04	60.89

Como se observa en el mismo, al realizar este tipo de análisis se detectan algunas diferencias que no se observaban al trabajar solamente con los valores medios.

A pesar de esto este tipo de análisis amortigua las variaciones geoambientales de las distintas áreas de muestreo (textura) por lo cual resultó necesario tener en cuenta dicha fuente de variación en el comportamiento de los parámetros edáficos analizados.

Incidencia del contenido de arenas y del tamaño de las explotaciones en algunas propiedades edáficas.

Con el objetivo de comprender la incidencia del contenido de arenas totales sobre el contenido de materia orgánica, porcentaje de agregados mayores a 0,84 mm, estabilidad estructural (CDMP) y pH se realizaron análisis de regresión entre estas variables.

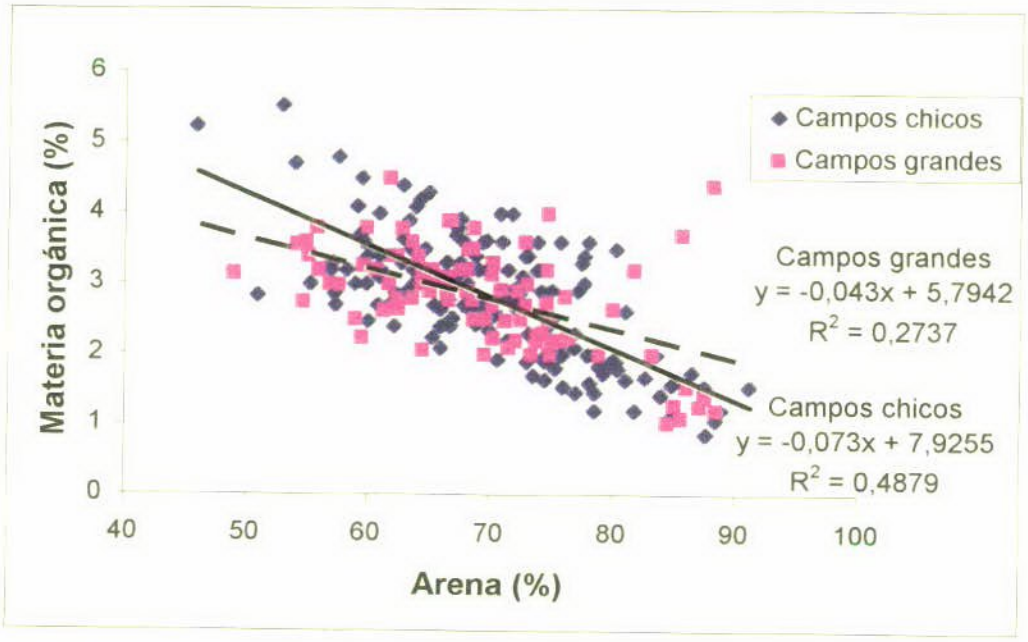


Figura 11: Relación entre el contenido de arena total con el contenido de materia orgánica discriminado por tamaño de explotación.

En la figura se observa, como ya se mencionó en el cuadro 5, una disminución del contenido de % MO con el aumento de la arena total independientemente del uso y la superficie de la tierra. Al analizar la incidencia del tamaño de explotación se observa que la tasa de disminución en el contenido del porcentaje de MO con el porcentaje de arenas es mayor en los campos chicos (< a 600 ha) que en los grandes (> a 600). A raíz de esta consideración los productores chicos son más eficientes en el manejo de la MO cuando el contenido de arena de los lotes es inferior al 70%. Los productores grandes tienen un comportamiento especular al anterior facilitado por su superficie lo que les permite una mayor intensidad de uso en ambientes con arenas por debajo del 70%. También se observa en la misma, que para el 70% de arenas (valor medio de arenas correspondiente a la serie Bolivar) hay un comportamiento indiferente en esta relación respecto al tamaño de la explotación, mientras que el tipo de uso de la tierra para un mismo contenido de arena es el responsable de las variaciones en el contenido de MO.

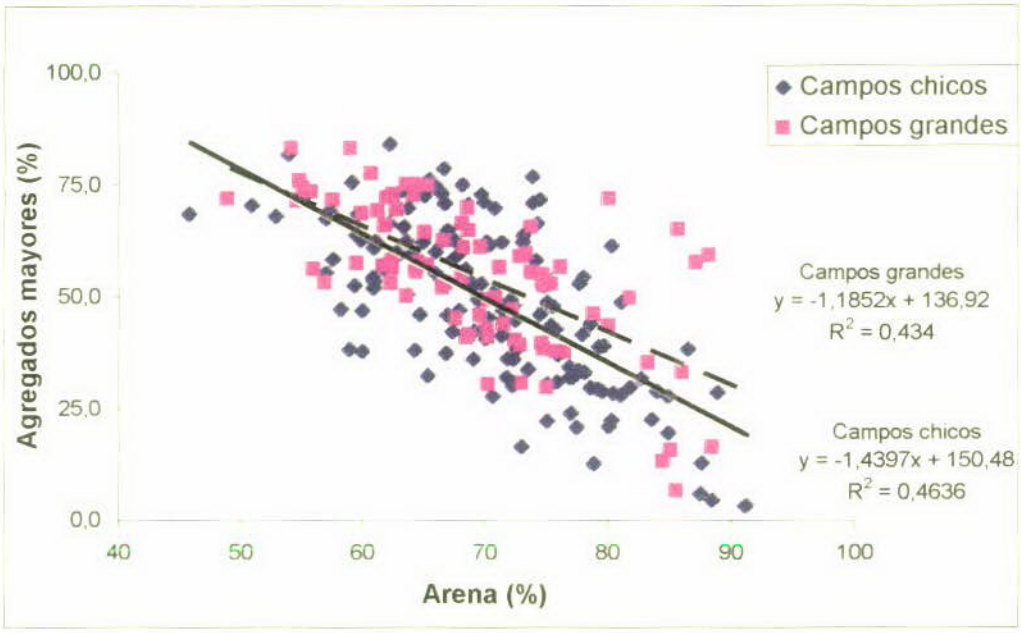


Figura 12: Relación entre el contenido de arena total y el porcentaje de agregados mayores a 0.84 mm.

En la Figura 12 se observa la relación entre el contenido de arena total y el porcentaje de agregados mayores a 0.84 mm discriminado por el tamaño de explotación. En el mismo se ve que el contenido de arena también gobierna la formación de agregados mayores a 0.84 mm con una tasa de cambio mayor a la observada en la Figura 11. Esto último esta asociado al bajo contenido de arcilla que presentan estos geoambientes. A su vez se observa que para un mismo contenido de arena el porcentaje de agregados mayores a 0.84 mm varía en función de otras variables (época de muestreo, materia orgánica, gomas microbianas). En esta Figura también se muestra que los establecimientos grandes mantienen una mejor condición física del sistema, la cual se explicaría a partir de la implementación de un esquema de rotación más adecuada. Lo recientemente mencionado también se presenta en la Figura 13.

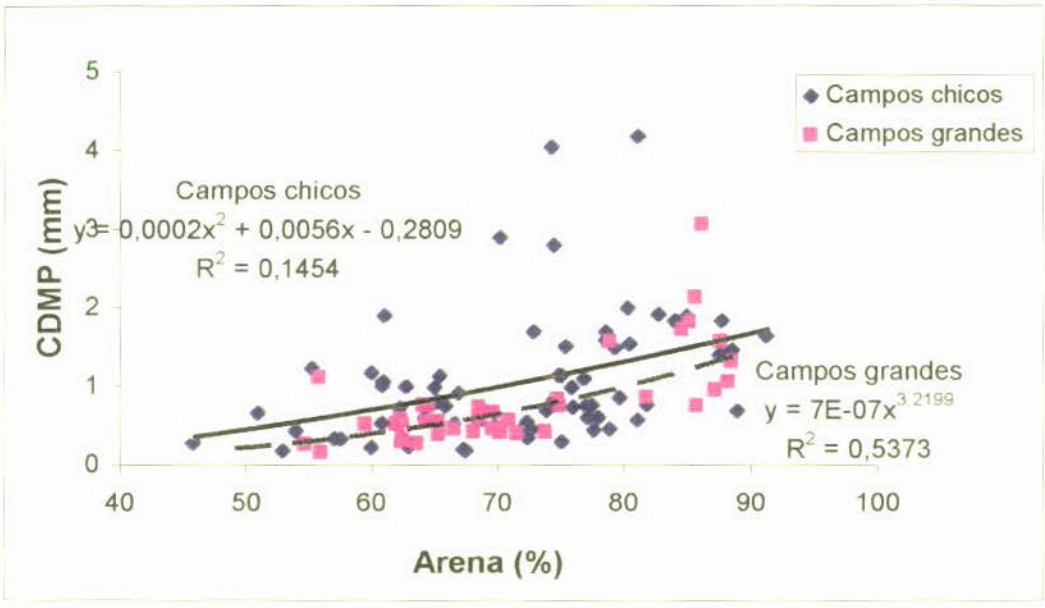


Figura 13: Relación entre el contenido de arena total y el CDMP

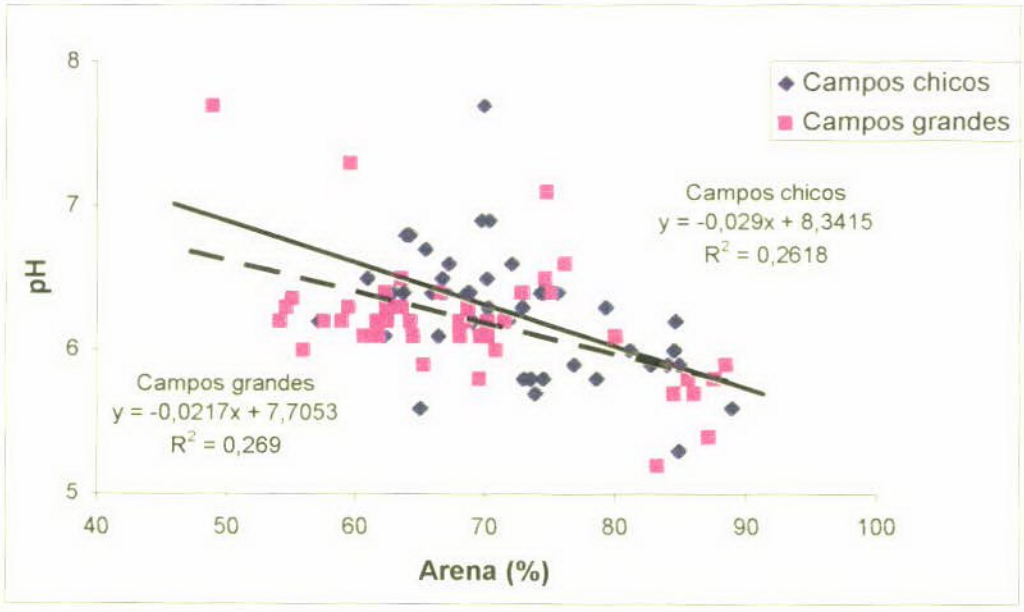


Figura 14: Relación entre el contenido de arena total y el pH

En la Figura 14 se muestra la relación entre el contenido de arenas totales y el pH del suelo discriminado por tamaño de explotación. En la misma se observa un proceso de acidificación más acentuado en la medida que aumenta el contenido de arena.

Incidencia del contenido de materia orgánica y el tamaño de las explotaciones en algunas propiedades edáficas

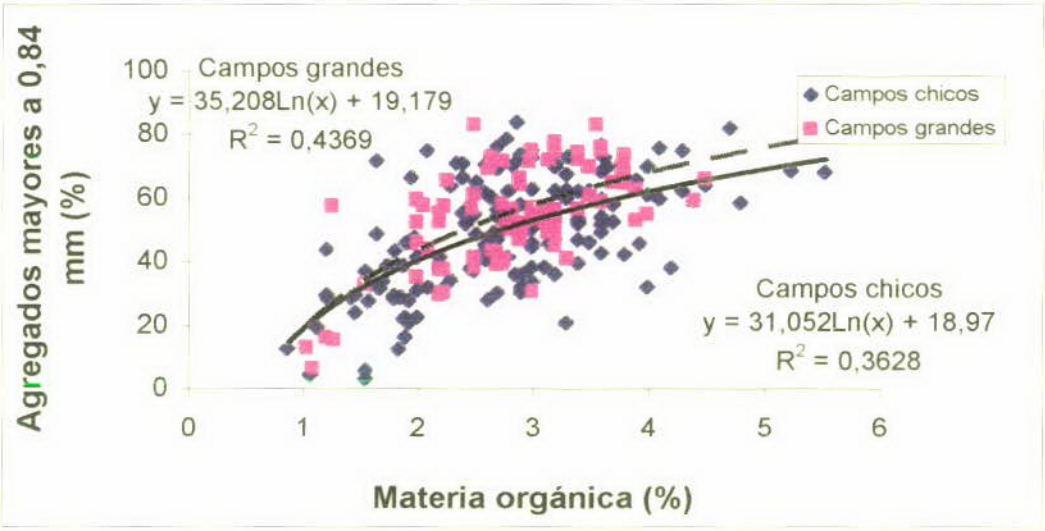


Figura 15: Relación entre el contenido de materia orgánica y el porcentaje de agregados mayores a 0.84 mm

En la Figura 15 se muestra la relación entre el contenido de materia orgánica y el porcentaje de agregados mayores a 0.84 mm discriminado por tamaño de las explotaciones. Como ya se mencionó anteriormente hay un aumento en el contenido de agregados mayores a 0.84 mm con el aumento del contenido de materia orgánica

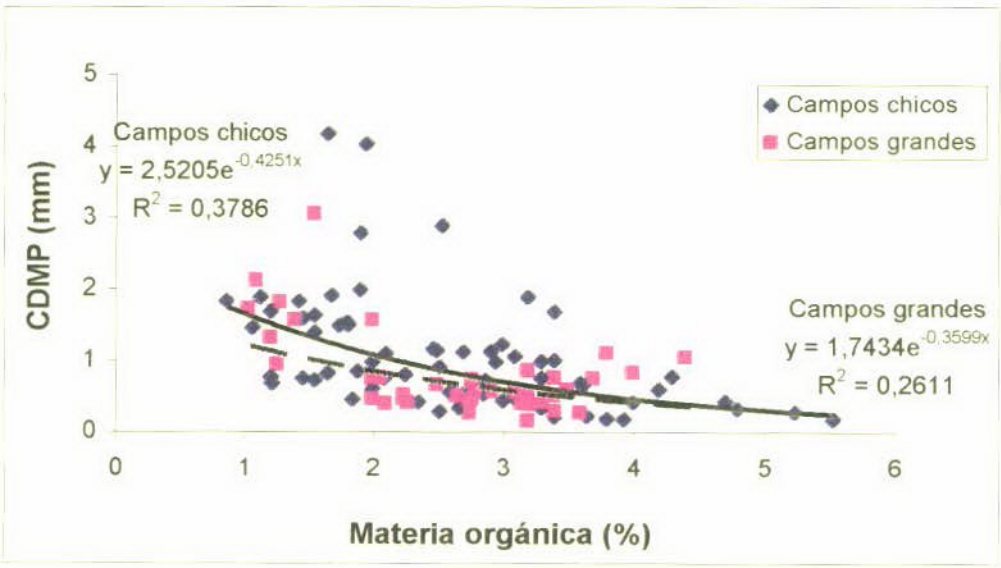


Figura 16: Relación entre el contenido de materia orgánica y el CDMP

. También se mencionó y se muestra en esta figura que los productores grandes son mas eficientes en el mantenimiento de la condición física del suelo para un mismo contenido de materia orgánica. El comportamiento mencionado con anterioridad se observa también al analizar la estabilidad estructural (Figura 16).

Tareas 6 y 7

COMPORTAMIENTO HIDROLÓGICO DE LA SERIE BOLIVAR

Contenido de agua del suelo hasta un metro de profundidad

En el cuadro 10 se observan los resultados obtenidos del contenido de agua del suelo para distintos sistemas de labranza con diferentes contenidos de materia orgánica.

De acuerdo al análisis realizado del comportamiento hidrológico de la serie Bolívar se visualiza que el uso de la tierra influye en el contenido de agua útil del suelo. Aquellos lotes que tuvieron mayor contenido de materia orgánica superficial presentaron un incremento entre el 12 y 26% del contenido de agua útil en relación a la situación con menor contenido de materia orgánica (Cuadro 12) .

Cuadro 12: Contenido de agua a: Capacidad de campo (CC), marchitez permanente (MP) agua útil (AU) y contenido de materia orgánica (Mo) según distintos sistemas de uso de la tierra.

MO (%)	CC (mm)	MP (mm)	AU (mm)	Sistema de uso de la tierra
3.57	178.88	95.66	83.22	Labranza cero
3.26	175.71	82.55	93.16	Labranza Conservacionista
1.76	146.33	72.15	74.17	Labranza convencional

También se pudo observar que en situaciones con contenidos de arena total superior al 80 % (Serie Pirovano y 25 de Mayo) el perfil almacena 55 mm menos de agua hasta el metro de profundidad respecto de la Serie Bolivar.

En el cuadro 13 se presentan los resultados de un análisis de correlación entre algunos parámetros edáficos y contenido de agua gravimétrica a distintas retenciones.

Cuadro 13: Análisis de correlación de distintas propiedades y características edáficas con el contenido de agua gravimétrica a distintos valores de retención hídrica.

	arena	limo	arcilla	0 kPa	33 kPa	1500 kPa	carbono	macroporos	Agua útil	Arcilla + limo	Dap
arena	1,000										
limo	**-0,860**	1,000									
arcilla	**-0,692**	0,492	1,000								
0 kPa	**-0,642**	**0,816**	0,356	1,000							
33 kPa	-0,296	**0,675**	-0,232	**0,683**	1,000						
1500 kPA	**-0,735**	**0,900**	0,482	**0,711**	0,589	1,000					
carbono	**-0,630**	**0,793**	0,081	**0,814**	**0,708**	**0,883**	1,000				
macroporos	-0,586	0,469	**0,710**	**0,714**	-0,024	0,408	0,393	1,000			
Agua útil	0,199	0,043	**-0,703**	0,217	**0,712**	-0,149	0,215	-0,385	1,000		
Arcilla + limo	-1,000	**0,875**	**0,852**	**0,689**	0,277	**0,810**	**0,630**	**0,677**	-0,365	1,000	
Dap	0,364	-0,507	-0,461	-0,484	-0,310	-0,534	-0,284	-0,364	0,085	-0,562	1,000

Como se ve en el mismo el contenido de arena condicionó negativamente el contenido de agua a saturación y en el punto de marchitez permanente.

Por su parte el limo y el carbono orgánico favorecieron positivamente el contenido de agua a las distintas succiones mátricas analizadas.

En la Figura 17 b, c se observa que ante pequeñas modificaciones en el contenido de arena suceden grandes variaciones en la macroporosidad y en el punto de marchitez permanente, no ocurriendo lo mismo cuando se evalúa el contenido de agua a saturación (Figura 17 a). Este comportamiento permite predecir que en los períodos de lluvias intensas estos geoambientes pierden parte de su agua a través de percolación profunda (riesgo de contaminación de napas) o se anegan temporariamente en los ambientes planocóncavos.

Contrariamente el contenido de carbono (Figura 17 d, e, f) favorece la acumulación de agua en los distintos puntos retención analizados. Esto demuestra la importancia del carbono orgánico en el manejo del agua en estos sistemas de baja retención hídrica (Hapludoles énticos y Udipsament típicos).

A partir de esta descripción se puede decir que si bien existe una aceptable correlación entre las variables estudiadas estas se comportan en forma no lineal, lo que marca el grado de complejidad del sistema bajo estudio. Para comprender este comportamiento lleva a un estudio mas detallado para poder explicar el funcionamiento hídrico del sistema analizado.

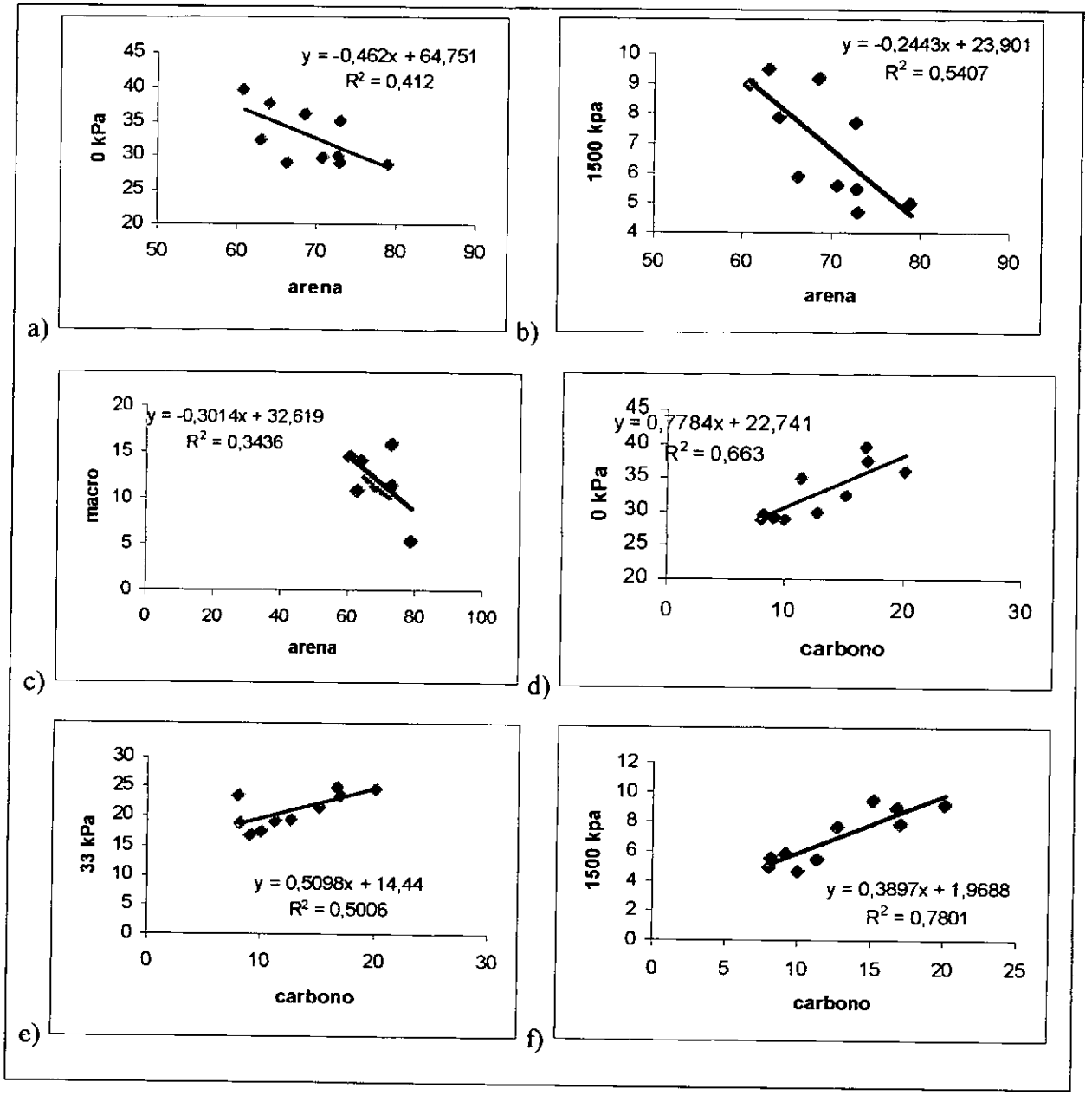


Figura 17: Regresiones entre arena y carbono y contenido de agua a distintas succiones mátricas: a) arena/saturación, b: arena/punto de marchitez permanente, c) carbono/saturación, d) carbono/capacidad de campo, e) carbono/punto de marchitez permanente y f) arena/macroporosidad.

Infiltración del agua en el suelo

Se analizó la velocidad de infiltración del agua en el suelo mediante el empleo a campo de un simulador de lluvia en las áreas de muestreo con distintos sistemas de labranza. En la Figura 14 se observa el promedio de las observaciones realizadas.

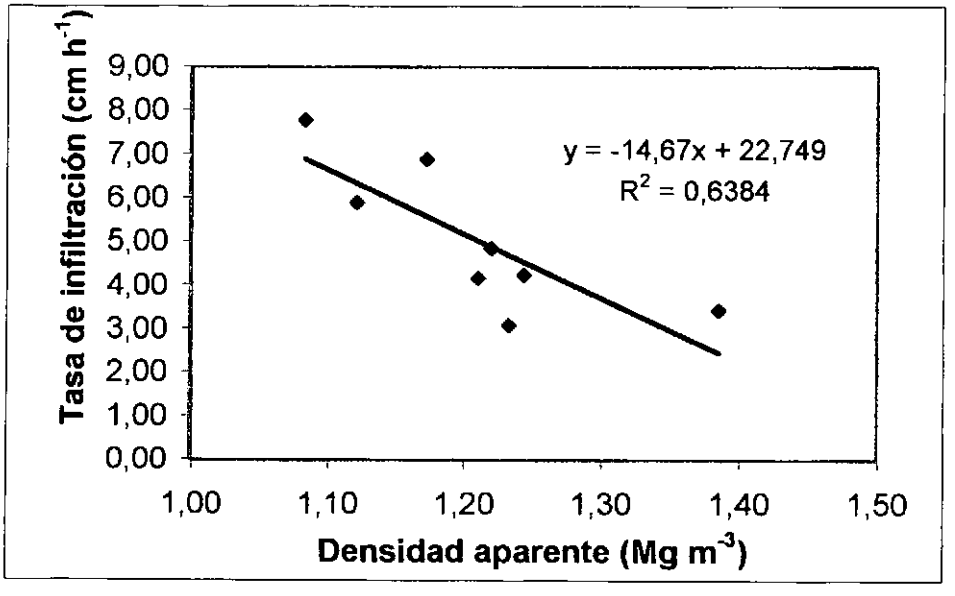


Figura 18: Relación entre los valores medios densidad aparente hallados en la serie Bolívar y su tasa de infiltración, para distintos sistemas de uso de la tierra.

La figura 14 muestra que el estado de degradación del suelo, estimado a partir de la densidad aparente de los primeros centímetros, influye en la entrada de agua al mismo. Los valores de densidad aparente menores corresponden a los sistemas que están llevados bajo siembra directa mientras que los valores de mayor densidad corresponden a los sistemas convencionales bajo agricultura continua.

Balance hidrológico

A partir de la información climática serie 1922-1980 y la correspondiente al período 1980-2000 (Servicio Meteorológico Nacional), se estimaron los balances hídricos aplicando un modelo de la Cátedra de Climatología Agrícola (FAUBA). A continuación se presentan los resultados del mismo.

Cuadro 15: Balance hidrológico utilizando lluvias medias del periodo 1922-1980 y considerando una capacidad de almacenaje de 100 mm

BALANCE HIDROLOGICO CLIMATICO							LATITUD	-37	-22		C.C:	100	
Mes	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Año
Temp (°C)	23,5	22,9	19,9	16,4	13,2	8,2	7,9	9,6	12,2	15,0	18,0	22,0	15,7
Pp	75,0	78,0	110,0	67,0	48,0	37,0	13,0	27,0	49,0	84,0	88,0	80,0	756,0
ETo	140,0	119,0	96,0	59,0	39,0	23,0	24,0	30,0	44,0	68,0	91,0	130,0	863,0
Ck	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	
ETc	140,0	119,0	96,0	59,0	39,0	23,0	24,0	30,0	44,0	68,0	91,0	130,0	863,0
Pp - ETc	-36,3	19,8	34,1	28,5	20,6	43,8	42,3	41,1	51,1	29,3	3,0	-16,6	
ALM	22,5	14,9	28,9	36,9	45,9	59,9	53,7	52,1	57,1	73,1	70,9	43,0	
ERc	95,6	85,6	96,0	59,0	39,0	23,0	19,2	28,6	44,0	68,0	90,2	107,9	756,0
DEF	44,4	33,4	0,0	0,0	0,0	0,0	4,8	1,4	0,0	0,0	0,8	22,1	107,0
EXC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Cuadro 16: Balance hidrológico utilizando lluvias medias del periodo 1922-1980 y considerando una capacidad de almacenaje de 165 mm

BALANCE HIDROLOGICO CLIMATICO							LATITUD	-37	-22		C.C:	165	
Mes	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Año
Temp (°C)	23,5	22,9	19,9	16,4	13,2	8,2	7,9	9,6	12,2	15,0	18,0	22,0	15,7
Pp	75,0	78,0	110,0	67,0	48,0	37,0	13,0	27,0	49,0	84,0	88,0	80,0	756,0
ETo	140,0	119,0	96,0	59,0	39,0	23,0	24,0	30,0	44,0	68,0	91,0	130,0	863,0
Ck	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	
ETc	140,0	119,0	96,0	59,0	39,0	23,0	24,0	30,0	44,0	68,0	91,0	130,0	863,0
Pp - ETc	-36,3	19,8	34,1	28,5	20,6	43,8	42,3	41,1	51,1	29,3	3,0	-16,6	
ALM	47,0	36,6	50,6	58,6	67,6	81,6	76,4	75,0	80,0	96,0	94,3	69,6	
ERc	97,7	88,3	96,0	59,0	39,0	23,0	18,3	28,4	44,0	68,0	89,7	104,6	756,0
DEF	42,3	30,7	0,0	0,0	0,0	0,0	5,7	1,6	0,0	0,0	1,3	25,4	107,0
EXC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

35

Cuadro 17: Balance hidrológico utilizando lluvias medias del período 1980-2000 y considerando una capacidad de almacenaje de 100 mm

BALANCE HIDROLOGICO CLIMATICO							LAT.	-37	-22		C.C:	100	
Mes	**ENE**	**FEB**	**MAR**	**ABR**	**MAY**	**JUN**	**JUL**	**AGO**	**SEP**	**OCT**	**NOV**	**DIC**	**ANUAL**
Temp (°C)	22.7	21.8	19.2	15.6	11.9	8.4	8.4	9.8	12.5	15.7	18.6	21.4	15,5
Pp	121	122	178	97	38	16	26	30	70	133	122	109	1062
ETo	140,0	119,0	96,0	59,0	39,0	23,0	24,0	30,0	44,0	68,0	91,0	130,0	863,0
Ck	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	
ETc	140,0	119,0	96,0	59,0	39,0	23,0	24,0	30,0	44,0	68,0	91,0	130,0	863,0
Pp - ETc	-36,3	19,8	34,1	28,5	20,6	43,8	42,3	41,1	51,1	29,3	3,0	-16,6	
ALM	67,3	70,6	100,0	100,0	98,9	91,8	93,3	93,5	100,0	100,0	100,0	81,1	
ERc	135,2	119,0	96,0	59,0	39,0	22,6	24,0	30,0	44,0	68,0	91,0	127,9	855,7
DEF	4,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,1	7,3
EXC	0,0	0,0	52,7	37,6	0,0	0,0	0,0	0,0	19,1	65,2	31,4	0,0	206,0

Cuadro 18: Balance hidrológico utilizando lluvias medias del período 1980-2000 y considerando una capacidad de almacenaje de 165 mm

BALANCE HIDROLOGICO CLIMATICO							LATITUD	-37	-22		Cap.Camp:	165	
Mes	**ENE**	**FEB**	**MAR**	**ABR**	**MAY**	**JUN**	**JUL**	**AGO**	**SEP**	**OCT**	**NOV**	**DIC**	**ANUAL**
Temp (°C)	22.7	21.8	19.2	15.6	11.9	8.4	8.4	9.8	12.5	15.7	18.6	21.4	15,5
Pp	121	122	178	97	38	16	26	30	70	133	122	109	1062
ETo	140,0	119,0	96,0	59,0	39,0	23,0	24,0	30,0	44,0	68,0	91,0	130,0	863,0
Ck	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	
ETc	140,0	119,0	96,0	59,0	39,0	23,0	24,0	30,0	44,0	68,0	91,0	130,0	863,0
Pp - ETc	-36,3	19,8	34,1	28,5	20,6	43,8	42,3	41,1	51,1	29,3	3,0	-16,6	
ALM	129,8	133,1	165,0	165,0	163,9	156,6	158,1	158,3	165,0	165,0	165,0	145,3	
ERc	136,9	119,0	96,0	59,0	39,0	22,8	24,0	30,0	44,0	68,0	91,0	128,7	858,4
DEF	3,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	4,6
EXC	0,0	0,0	50,2	37,6	0,0	0,0	0,0	0,0	18,9	65,2	31,4	0,0	203,3

36

De acuerdo a lo visualizado en los Cuadros 15 y 16 en los períodos con menor precipitación (serie 1922/1980) aun tomando en cuenta el perfil con un almacenaje de 100 mm no se llega a satisfacer la capacidad de almacenamiento de agua de los suelos analizados. Así mismo en ambos suelos (100 y 165 mm de recarga) debido a las características de la lluvias, en cuanto a cantidad de agua caída y su distribución, muestran déficit semejantes (107 mm).

Cuando se analiza el período más húmedo (serie 1980/2000) se comprueba que en los dos suelos se llega a cubrir su capacidad de almacenamiento, mientras que se reducen ostensiblemente los déficit respecto al período mas seco. Los excesos observados durante el período húmedo poseen baja frecuencia (dos meses de otoño y dos meses en primavera) y baja permanencia debido a que se pierden por percolación profunda, evapotranspiración y escurrimiento superficial.

ANALISIS DE CASOS

Se seleccionaron cuatro geoambientes con similar nivel tecnológico dentro de los cuales se pueden agrupar las situaciones 1 y 2 con contenidos de arena entre 65 y 70 % y 3 y 4 con arenas entre 80 y 84 %. Las mismas fueron seleccionadas de acuerdo a la distribución total de arenas que se encuentran dentro de la serie Bolivar y sus fases.

Cuadro 19: Secuencia de rotaciones y algunos parámetros edáficos en cuatro geoambientes con diferente contenido de arena

ROTACIONES												Arenas (%)	MO (%)	Agregados > a 0.84 mm
1	A/G	T	A/G	3P	M	G	M	S	M	S	T	65	2.43	55
2	8P	M	G	M	G	A/M	S	M	G	S	T	70	2.83	64
3	A/G	G	T	G	5P	G	M	S	M	G	G	84	2.18	50
4	T	3P	G	M	G	M	S	G	S	G	M	80	1.86	45

Siendo: A/G: avena – girasol P: pastura T: trigo M: maíz S: soja

Al analizar el cuadro podemos observar la incidencia de las rotaciones en el comportamiento de la materia orgánica y la formación de agregados mayores a 0.84 mm. Dentro del rango de arenas del 65 al 70% se observa el efecto de la duración de la pradera en el caso 2 (8 años) sobre la materia orgánica y los

agregados mayores a 0.84 mm aún luego de un período agrícola de 10 años. Este efecto redundó en un contenido mayor de la materia orgánica del 20% y de los agregados mayores a 0.84 mm del 17% respecto a la rotación del caso uno, en la cual su período bajo pradera fue de tres años.

En los casos 3 y 4 (ambientes de mayor contenido de arena) se observa claramente el efecto de la duración del período con cultivos de cosecha sobre el contenido de materia orgánica y el porcentaje de agregados mayores a 0.84 mm. Las diferencias encontradas son del 17 y 11 % a favor del caso con menor período de cultivos y mayor período bajo praderas para la materia orgánica y el porcentaje de agregados mayores a 0.84 mm respectivamente.

Este comportamiento de estos dos parámetros edáficos ante el uso mas conservacionista incide positivamente en el comportamiento hidrológico del sistema mejorando su capacidad de producción de materia seca.

CUANTIFICACION ECONOMICA DE LA PERDIDA DE MATERIA ORGANICA

De los estudios realizados dentro del marco de este proyecto se desprende la importancia del mantenimiento de las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos para mitigar las deseconomías internas generadas por el proceso de agriculturización regional.

Con el objetivo de valorar económicamente la internalidad generada por la pérdida de materia orgánica se muestra en las siguientes figuras el efecto de la disminución del 1 % de materia orgánica por procesos de agriculturización de las tierras en el área de estudio.

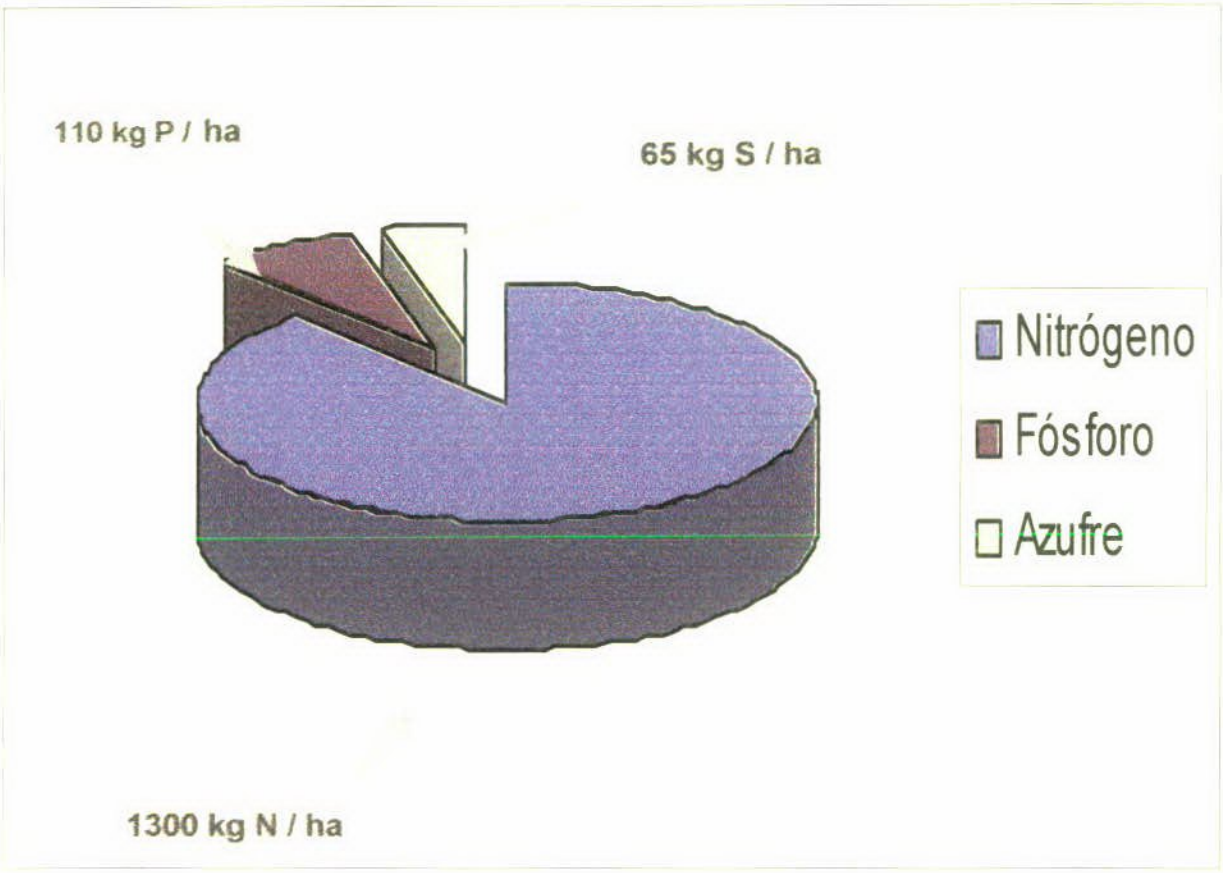


Figura 19 : Contenido de nitrógeno, fósforo y azufre expresados en kg/ha, que hay en 1 % de materia orgánica del suelo

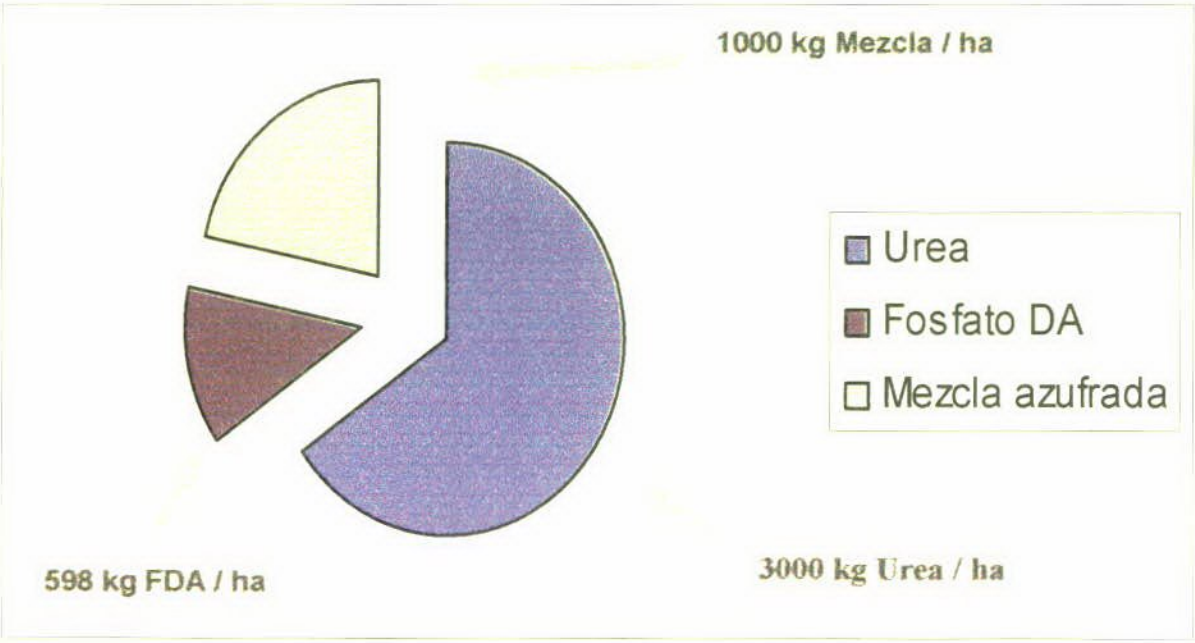


Figura 20 : Cantidad de fertilizantes nitrogenado, fosforado y azufrado expresados en kg/ha, que habría que aportar para compensar 1 % de reducción en la materia orgánica del suelo

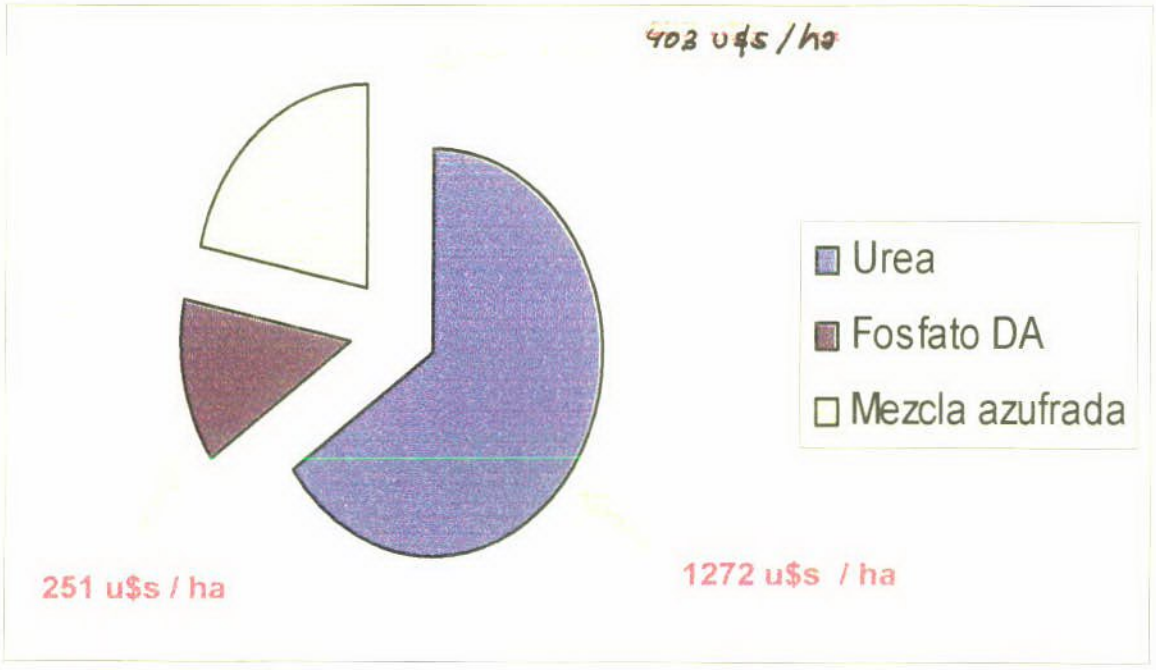


Figura 21: Cantidad de dinero en fertilizantes nitrogenado, fosforado y azufrado expresados en dólares por ha, que habría que aportar para compensar un 1 % de reducción en la materia orgánica del suelo

Si consideramos la información previamente analizada en este informe conjuntamente con lo presentado en las figuras 19, 20 y 21 se pone de relevancia la descapitalización de las tierras dentro del área de estudio, prácticamente el costo medio de una hectárea dentro de la región.

Tenemos que tener en cuenta a su vez otras funciones ambientales no siempre sencillas de cuantificar a la hora de un análisis de efectos de procesos de agriculturización. La disminución de la MO también incide en el manejo del agua pluvial, a partir de su incidencia en las propiedades físicas en estos ambientes arenosos con alta fragilidad a la degradación física, química y biológica de sus tierras. A su vez dicho parámetro favorece la formación de agregados mayores a 0,84 mm disminuyendo la vulnerabilidad del sistema a procesos de erosión eólica.

A su vez, si analizamos el efecto de la disminución de la materia orgánica (1%) en el rendimiento de los cultivos, ensayos realizados en la región por la Secretaría de Desarrollo de la Municipalidad de Daireaux para esta misma serie, muestran una disminución de 40 quintales de maíz y 18 quintales de trigo, en relación a valores máximos regionales. Esta disminución en el rendimiento

ocasionaría una disminución de ingresos del orden de los 12 millones de dólares. Como se comentara anteriormente, los productores menores a 600 ha son los que tienen en el agroecosistema la menor elasticidad en las tomas de decisiones. Este comportamiento aumenta la vulnerabilidad de los mismos a los procesos de degradación física, química, biológica y erosión eólica de sus tierras. Si consideramos su alta participación en la economía de la ciudad de Daireaux es de prioridad el diseño de estrategias para mantener una adecuada calidad de los suelos en la región para sostener el desarrollo urbano en el agroecosistema.

Tarea 8

Se realizaron vinculaciones de trabajo a través de Talleres, Seminarios, conferencias y charlas con diferentes actores sociales: Asociación de Apoyo al Desarrollo Local, PEC (Productores en Cambio) Grupos CREA, productores independientes, técnicos de INTA y representantes del sector educativo.

Las mismas contaron con numeroso público, entre 40 a 60 personas, que impulsaron la continuidad de este tipo de monitoreo continuo del estado del sistema agropecuario. Los resultados elaborados en las distintas jornadas de trabajo fueron transferidas a la comunidad por diferentes medios de la prensa oral y escrita del partido.

Uno de los resultados más significativos de estas actividades fue la elaboración conjuntamente con la Secretaría de Desarrollo de la Municipalidad de Daireaux de un "Programa de recuperación o mantenimiento de las propiedades de los suelos del Partido de Daireaux" a ser presentado al Gobierno de la Provincia de Buenos Aires para la obtención de fondos para la ejecución del mismo.

Se presenta a continuación las conclusiones generales y los objetivos del programa planteado anteriormente:

-Aumentar y/o mantener el contenido de M.O.%:

-aumentar el contenido de rastrojo (rotaciones con maíz, sorgo)

-introducción de cultivos protectores (abonos verdes con un uso diferencial de la producción)

-No hacer rollos con los rastrojos.

-Controlar el uso de las maquinarias

-Manejo adecuado de las pasturas y/o praderas naturales.

-Mejorar y/o mantener propiedades físicas del suelo:

-Eliminar las impedancias mecánicas, piso de arado y/o encostramientos superficiales.

-No labranzas de suelos con alta fragilidad natural (25 de Mayo, Pirovano)

-Manejo adecuado de las praderas, cuidar el sobrepastoreo.

-Disminuir las cargas y/o no pastorear los rastrojos.

-Mejorar la actividad biológica del suelo:

-Verificar los pH de los distintos lotes y realizar enmiendas en casos extremos

- Cuidar la inoculación de las leguminosas y realizar chequeos de los productos utilizados.

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES
BIBLIOTECA
Dr. Manuel Belgrano

Otras actividades complementarias:

Trabajo de concientización:

-Con profesionales

-Con productores

-Con Docentes primarios/secundarios

-Con medios de comunicación

-Realización de cursos teóricos/prácticos para alumnos primarios/secundarios

-Pasantías

CONCLUSIONES DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS

Generales

Las consecuencias ambientales asociadas a la actividad humana relacionada con la producción agropecuaria, ante el incremento de la intensidad de uso de la tierra, puso en evidencia la alta vulnerabilidad de los recursos naturales con especial hincapié en el suelo. La fragilidad de los ecosistemas determina la receptividad ecosistémica de los mismos debiendo desarrollarse tecnologías que permitan disminuir la vulnerabilidad de las distintas intensidades de uso de las tierras.

La fragilidad de los agroecosistemas correspondiente a posiciones altas dentro del Partido de Daireaux, se debe a que los suelos poseen una textura arenosa, en la que predominan los tamaños de arena muy fina, fina y media los cuales favorecen el proceso de erosión eólica, degradación física, química y biológica de los suelos. La

cantidad y distribución de las lluvias históricas (serie 1922-1980) no son lo suficientemente abundantes frente a la evapotranspiración, como para evitar la ocurrencia de períodos con importante déficit de humedad edáfica. Los vientos dominantes superan los 16 km/h, que son las intensidades que inciden directamente sobre el movimiento de partículas para aumentar las pérdidas por erosión eólica, asociado a los períodos de sequía o déficit en la recarga de los suelos.

El pulso climático del último período (serie 1980-2000), si bien enmascaró las fragilidades del sistema no fue suficiente para eliminar la influencia de los factores edáficos heredados (textura) los cuales siguen gobernando la respuesta de las propiedades del suelo.

Este comportamiento coloca a los pequeños productores en coyunturas espacio temporales que aumentan la vulnerabilidad de sus tierras, con pérdidas económicas que atentan contra su perdurabilidad en el agroecosistema.

Conclusiones asociadas a las tareas planteadas en este proyecto

- Del total del área con aptitud agrícola, la serie Bolívar ocupa más del 70%, reafirmando la vocación agrícola de la mencionada serie.
- La Serie Bolívar constituye la base edáfica fundamental que sostiene los sistemas productivos agropecuarios, en el sector norte del Partido de Daireaux.

- No se pudo identificar la serie Piedritas ya que en las calicatas y pozos de observación no se manifestaron las características morfológicas y analíticas descriptas por INTA para dicha serie.

- Los análisis de correlación a campo de las unidades cartográficas presentaron un paisaje acorde con el descrito por INTA en las cartas de suelo utilizadas en este estudio.

- Se ha observado a escala de detalle que algunos límites de las unidades cartográficas no coinciden con las observaciones hechas en algunos geoambientes

- La agricultura bajo labranza cero y el uso ganadero son los que presentaron el mayor porcentaje de agregados no erosionables (mayores a 0,84 mm).

- Al igual que lo observado con el porcentaje de agregados mayores a 0,84 mm los sistemas de labranza que mas remueven el suelo tuvieron los menores valores en el contenido de matera orgánica (labranza cero y pradera mayor del 2,8% y otras labranzas menor de 2,4%).

- A medida que se intensifica la mecanización de los suelos aumenta la relación fúlvico/húmico disminuyendo el porcentaje de carbono liviano y el porcentaje de materia orgánica.

- Otras labranzas (convencional y conservacionistas) es un sistema de uso que determinó una reducción en las gomas microbianas, diferenciándose de las praderas y de la labranza cero.

- Se observa una disminución del contenido de % MO con el aumento de la arena total independientemente del uso y la superficie de la tierra.

- La tasa de disminución en el contenido del porcentaje de MO con el porcentaje de arenas es mayor en los campos chicos (< a 600 ha) que en los grandes (> a 600).

- El contenido de arena gobierna la formación de agregados mayores a 0.84 mm, a mayor porcentaje de arena menor porcentaje de agregados.

- Para un mismo contenido de arena el porcentaje de agregados mayores a 0.84 mm varía en función de otras variables (época de muestreo, materia orgánica, gomas microbianas).

- El aumento en el contenido de materia orgánica produjo un aumento en el porcentaje de agregados mayores a 0.84 mm.

- Los lotes que tuvieron mayor contenido de materia orgánica superficial (> al 3 %) presentaron un incremento entre el 12 y 26% del contenido de agua útil en relación a la situación con menor contenido de materia orgánica (< al i,8 %).

- Se pudo observar que en situaciones con contenidos de arena total superior al 80 % (Serie Pirovano y 25 de Mayo) el perfil almacena 55 mm menos de agua hasta el metro de profundidad respecto de la Serie Bolivar.

- El limo y el carbono orgánico favorecieron positivamente el contenido de agua a las distintas succiones mátricas analizadas.

- Pequeñas modificaciones en el contenido de arena suceden grandes variaciones en la macroporosidad y en el punto de marchitez permanente, no ocurriendo lo mismo cuando se evalúa el contenido de agua a saturación

- El contenido de carbono (Figura 17 d, e, f) favorece la acumulación de agua en los distintos puntos retención analizados. Esto demuestra la importancia del carbono orgánico en el manejo del agua en estos sistemas de baja retención hídrica (Hapludoles énticos y Udipsament típicos).

- El estado de degradación del suelo, estimado a partir de la densidad aparente de los primeros centímetros, influye en la entrada de agua al mismo.

- Los valores de densidad aparente menores (1,2 a 1 Mg m^{-3}) corresponden a los sistemas que están llevados bajo siembra directa mientras que los valores de mayor densidad (> a 1,2 Mg m^{-3}) corresponden a los sistemas convencionales bajo agricultura continua.

- En los períodos con menor precipitación 756 mm (serie 1922/1980) aun tomando en cuenta el perfil con un almacenaje de 100 mm (Series 25 de Mayo y Pirovano) no se llega a satisfacer la capacidad de almacenamiento de agua de los suelos analizados

- En las Series 25 de Mayo/Pirovano y Bolivar (100 y 165 mm de recarga respectivamente) debido a las características de la lluvias, en cuanto a cantidad de agua caída y su distribución, muestran déficit semejantes (107 mm).

- Cuando se analiza el período más húmedo 1062 mm (serie 1980/2000) se comprueba que en las series estudiadas se cubre su capacidad de almacenamiento, mientras que se reducen ostensiblemente los déficit respecto al período mas seco.

- Los excesos observados durante el período húmedo poseen baja frecuencia (dos meses de otoño y dos meses en primavera) y baja permanencia debido a que se pierden por percolación profunda, evapotranspiración y escurrimiento superficial.

SUGERENCIAS DE PROYECCIÓN DEL TRABAJO

De acuerdo a los resultados obtenidos en este proyecto y si bien existe una aceptable correlación entre las variables estudiadas, dada la complejidad del sistema bajo estudio, sería deseable intensificar el estudio en forma mas detallada para algunas variables clave y para tipos definidos de utilización de la tierra. Uno de los parámetros mas importantes a tener en cuenta en ese próximo análisis sería el estudio de la dinámica hídrica ante cambios en el rango de arenas presentes y ante distintos usos de la tierra.

Bibliografía

Alvarez, R. Santanatoglia,O.J y Fernández N.F.,1984. Determinación colorimétrica de gomas microbianas del suelo. Ciencia del Suelo 2(2): 173-178

Alvarez, R. y Santanatoglia,O.J, 1986. La actividad biologica del suelo, medida a traves de la producción de CO2 y su relacion con algunas propiedades del mismo. Revista de Investigaciones Agropecuarias, INTA, 21 (1) 17-29.

Bonfils C.G. 1960. Suelos y erosión en la Región Pampeana semiárida. Rev. De Inv. Agrícolas. T XIII Nº 4. Buenos Aires.

De Leennher, L. and De Boodt, M., 1958. Determination of aggregate stability by the change in mean weight diameter. Proseedings of the International Synposium of Soil Structure. Ghent, Bélgica, 290-300.

Chagas C, Santanatoglia O, Gutierrez R. 1993a. Propiedades físicas y biológicas de un Argiudol Vértico erosionado bajo pradera. Investigaciones Agropecuarias. Prod.Prot. Veg. 8:80-87.

Chagas C, Santanatoglia O, Marelli H. 1993b. Acciones de las labranzas sobre algunas propiedades químicas y biológicas edáficas bajo monocultivo de maíz. Rev. Fac. de Agron.14(1):29-34.

Chagas C, Santanatoglia O, Castiglioni M. 1995. Tillage and cropping effects on selected properties of an Argiudoll in Argentina. Commun. Soil Sci. Plant. Anal. 26(5 y 6):643-655.

Diaz Zorita M, Buschiazzo D E, Peinemann N. 1999a. Soil organic mater and wheat productivity in the semiarid Argentine Pampas. Agron. J. 91: 276-279.

Diaz Zorita M, Grove J H. 1999b. Crop sequence effects on the properties of two soils from disparate temperate regions under continuous no-tillage management. Agron. Abstr. 91,281.

INTA SAGYP. 1989. Mapa de suelos de la Provincia de Buenos Aires. Escala 1:500000. pp 525.

INTA Carta de Suelos de la República Argentina. Hoja 3763 – 11. Girodias

INTA Carta de Suelos de la República Argentina. Hoja 3763 – 12. Daireaux.

INTA Carta de Suelos de la República Argentina. Hoja 3763 – 5. Mones Cazón.

INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria) 1990. Atlas de Suelos de la República

Klute A. (editor). 1986. Method of soil analysis. Part 1: Physical and mineralogical methods. Soil Sci. Soc. Am., Inc. Madison, Wisconsin, USA. 1188 pp.

Miaczynski C R O y Tschapek M. 1965. Los suelos de estepa de la región pampeana. Revista de Investigaciones Agropecuarias. Serie 3 Clima y Suelo. Vol II Nº 3. pp 79.

Page A. L. (editor). 1982. Method of soil analysis. Part 2: Agronomy Series Monograph No 9. ASA, Soil Sci. Soc. Am., Inc. Madison, Wisconsin, USA.

Richter, M. Mizuno, I. Aranguez, S. Uriarte, S. 1975. Densimetric fractionation of soil organo-mineral complexes . Journal of Soil Sci. 26 (2): 114- 123

Santanatoglia, O.J. y Fernandez, N., 1982. Modificación del método de De Leennher y De Boodt para el análisis de la distribución de agregados y efecto del tipo de embalaje y acondicionamiento de la muestra sobre la estabilidad estructural. Revista de Investigaciones Agropecuarias 17, 23-31.

Santanatoglia, O.J. y Fernandez, N., 1983. Estabilidad estructural y contenidos de gomas microbianas, bajo distintos tipos de manejo, en un suelo de la Serie Ramallo (Argiudol vertico). Ciencia del Suelo 1, 43-49

Santanatoglia O. y Alvarez R., 1986. Influencia de la materia organica y de la textura del suelo sobre el contenido de gomas microbianas.Revista de Investigaciones Agropecuarias, INTA, 21 (2) 45-56.

Santanatoglia O, Alvarez R, Daniel P, Brazzola G, Garcia R. 1989. Descomposición de rastrojo de trigo, respiración y biomasa microbiana bajo labranza convencional y siembra directa. Anales de edafología y agrobiología. Tomo XLVIII (5-12):787-798.

Santanatoglia O, Alvarez R, Diaz R, Borrero M, Demmi M. 1993. Contenido de carbono orgánico y biomasa microbiana en un suelo sometido a distintas intensidades de cultivo. Rev. Fac. de Agron. 14(2):157-160.

Steel, R.G.D., y Torrie, J.H., 1985. Bioestadística, principios y procedimientos. Ed. Mc Graw Hill. 2da edición, Latinoamericana SA. 334 pp.

USDA, 1975/1994.Soil Taxonomy. Agricultural Handbook No 436, pp 754.

USDA, Soil Survey Division Staff, 1993. Soil Survey Manual. Handbook No 18 . Washington DC. pp 437.