

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**DIAGNÓSTICO DEL ESTADO DEL RECURSO SUELO
EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN ORGÁNICA EN EL SUR DEL URUGUAY**

por

**Germán LUSCHER SUPERGA
Carlos OLIVERO RAFULS**

**Tesis presentada como uno de
los requisitos para obtener el
título de ingeniero agrónomo.**

**MONTEVIDEO
URUGUAY
2007**

Tesis aprobada por:

Director: -----
Ing. Agr. Margarita García

Ing. Agr. Alvaro Califra

Ing. Agr. Florencia Alliaume

Fecha: -----

Autor: -----
Carlos Alberto Olivero Rafuls

Germán Luscher Superga

AGRADECIMIENTOS

Apodu (Asociación de productores orgánicos del Uruguay) y a los productores que permitieron la realización de la tesis.

A todos los Investigadores y personal de INIA Las Brujas, que participaron del proyecto.

A los Docentes y Funcionarios de la Facultad de Agronomía, en particular Margarita, Florencia y Sully.

Al CEUTA y especialmente a Charo en gratitud al tiempo dispensado para acceder a la información de la biblioteca.

A nuestras Familias por el apoyo incondicional.

A los compañeros y a todos los que nos conocen.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
PAGINA DE APROBACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	VIII
1. <u>INTRODUCCION</u>	1
1.1 AGRICULTURA ORGANICA VS. CONVENCIONAL.....	1
1.2 FUNDAMENTACION DEL TRABAJO.....	2
1.3 SELECCION Y DEFINICION DEL PROBLEMA DE INVESTIGACION.....	3
1.4 OBJETIVOS.....	3
1.5 DESCRIPCION DEL TRABAJO.....	4
2. <u>REVISION BIBLIOGRAFICA</u>	6
2.1 ESTUDIOS DE CASO.....	6
2.1.1 <u>Alcance de la metodología de estudios de caso</u>	6
2.1.2 <u>Secuencia lógica de un estudio de casos</u>	6
2.2 PARAMETROS DE SUELO RELEVANTES PARA EL ESTUDIO.....	7
2.2.1 <u>Parámetros físicos de suelo</u>	7
2.2.2 <u>Parámetros químicos de suelo</u>	8
2.2.3 <u>Parámetros hídricos</u>	9
2.3 CARACTERISTICAS DE LOS SUELOS ESTUDIADOS.....	9
2.3.1 <u>Orden de suelos Melánicos</u>	9
2.3.1.1 Gran grupo Brunosoles.....	10
2.3.1.2 Gran grupo Vertisoles.....	12
2.3.2 <u>Orden suelos Saturados Lixiviados</u>	14
2.3.2.1 Gran grupo Argisoles.....	15
2.4 ANTECEDENTES DE DEGRADACIÓN DE LOS SUELOS DEL URUGUAY.....	16
2.5 INTRODUCCIÓN AL CONCEPTO DE SUELO EN PRODUCCIÓN ORGÁNICA.....	20
2.5.1 <u>Importancia del componente materia orgánica, sus efectos sobre el suelo y relaciones con otros parámetros de suelo</u>	21
2.6 INFLUENCIA DE LOS MANEJOS REALIZADOS SOBRE EL SUELO EN LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, QUÍMICAS Y BIOLÓGICAS.....	23

2.6.1	<u>Incorporación de enmiendas</u>	24
2.6.2	<u>Cobertura del suelo - utilización de abonos verdes</u>	25
2.6.3	<u>Efecto de laboreos</u>	27
2.7	INDICADORES VISUALES UTILIZADOS EN LA EVALUACIÓN DE LA SUSTENTABILIDAD DE LOS SUELOS.....	38
3.	<u>MATERIALES Y METODOS</u>	40
3.1	SELECCIÓN Y DEFINICIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACION.....	40
3.2	PLANIFICACION DE LA INVESTIGACION.....	40
3.3	COLECTA SISTEMICA DE DATOS.....	42
3.3.1	<u>La entrevista</u>	42
3.3.2	<u>La guía de campo</u>	42
3.3.3	<u>Metodología de relevamiento</u>	43
3.3.3.1	Indicadores de apreciación visual.....	43
3.3.3.2	Indicadores de laboratorio.....	48
3.3.4	<u>Elaboración de ficha técnica para cada caso</u>	49
3.4	INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS Y VERIFICACIÓN DE LA INTERPRETACIÓN.....	49
4.	<u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	51
4.1	CARACTERIZACIÓN DE SUELOS.....	51
4.2	CONTENIDO EN MATERIA ORGANICA Y SU RELACIÓN CON LOS MANEJOS Y ESTADOS DEL RECURSO.....	53
4.2.1	<u>Presentación y análisis del grupo No. 1</u>	55
4.2.1.1	Manejos realizados por productores incluidos en el grupo No. 1.....	56
4.2.1.2	Análisis de parámetros químicos de suelo para el grupo No. 1.....	59
4.2.1.3	Análisis de parámetros físicos de suelo para el grupo No. 1.....	61
4.2.1.4	Análisis de parámetros hídricos de suelo para el grupo No. 1.....	66
4.2.1.5	Diagnóstico del estado del suelo de cultivo para el grupo No.1.....	68
4.2.2	<u>Presentación y análisis del grupo No. 2</u>	69
4.2.2.1	Manejos realizados por productores incluidos en el grupo No. 2.....	69
4.2.2.2	Análisis de parámetros químicos de suelo para el grupo No. 2.....	71
4.2.2.3	Análisis de parámetros físicos de suelo para el grupo No. 2.....	72

4.2.2.4	Análisis de parámetros hídricos de suelo para el grupo No. 2.....	77
4.2.2.5	Diagnóstico del estado del suelo de cultivo para el grupo No. 2.....	78
4.2.3	<u>Presentación y análisis del grupo No. 3.....</u>	79
4.2.3.1	Manejos realizados por productores incluidos en el grupo No. 3.....	79
4.2.3.2	Análisis de parámetros químicos de suelo para el grupo No. 3.....	81
4.2.3.3	Análisis de parámetros físicos de suelo para el grupo No. 3.....	84
4.2.3.4	Análisis de parámetros hídricos de suelo para el grupo No. 3.....	88
4.2.3.5	Diagnóstico del estado del suelo de cultivo para el grupo No. 3.....	90
4.2.4	<u>Presentación y análisis del caso No. 12.....</u>	91
4.2.4.1	Manejos realizados en el caso No. 12.....	91
4.2.4.2	Análisis de parámetros químicos de suelo para el caso No. 12.....	92
4.2.4.3	Análisis de parámetros físicos de suelo para el caso No. 12.....	92
4.2.4.4	Análisis de parámetros hídricos de suelo para el caso No. 12.....	94
4.2.4.5	Diagnóstico del estado del suelo de cultivo para el caso No. 12.....	94
4.3	ANÁLISIS DE LAS DIFERENCIAS ENCONTRADAS POR TIPOS DE SUELO Y MANEJOS (ORGÁNICOS Y CONVENCIONALES).....	95
4.3.1	<u>Grupo Colonia y San José – Argisoles – formación Kiyú y Libertad.....</u>	95
4.3.2	<u>Grupo Montevideo – Brunosoles – formación Libertad.....</u>	96
4.3.3	<u>Grupo Montevideo – Vertisoles – formación Libertad.....</u>	97
4.3.4	<u>Grupo Canelones – Vertisoles – formación Libertad.....</u>	97
4.3.5	<u>Grupo Maldonado – Brunosoles – formación José Pedro Varela.....</u>	98
4.4	ANÁLISIS DE INDICADORES VISUALES DE SOSTENIBILIDAD DE SUELOS (IVSS).....	98
4.4.1	<u>Indicadores visuales de sostenibilidad generales (IVSG) del predio.....</u>	98
4.4.1.1	Predios que superan el umbral de sostenibilidad.....	99
4.4.1.2	Predios que se ubican en el umbral de sostenibilidad.....	100
4.4.1.3	Predios que se ubican por debajo del umbral de	

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Promedios y desvíos del % materia orgánica, % de arcilla y pH estimados para Brunosoles relevados en el Uruguay.....	11
2. Valores de agua retenida en Brunosoles (mm. /10cm).....	12
3. Valores de estabilidad estructural para Brunosoles imperturbados y cultivados.....	12
4. Valores de agua retenida en Vertisoles (mm. /10cm).....	13
5. Promedios y desvíos del % materia orgánica, % de arcilla y pH estimados para Brunosoles y Vertisoles relevados en el Uruguay.....	13
6. Valores de estabilidad estructural para Vertisoles imperturbados y cultivados.....	14
7. Promedios y desvíos del % materia orgánica, % de arcilla y pH estimados para Argisoles relevados en el Uruguay.....	15
8. Valores de agua retenida en Argisoles.....	16
9. Evolución del contenido de carbono/ha en la fracción lenta obtenida con el modelo Century para un suelo de textura pesada.....	17
10. Evolución del contenido de carbono/ha en la fracción lenta obtenida con el modelo Century para un suelo de textura media.....	17
11. Evolución del contenido de carbono en la fracción lenta obtenida con el modelo Century para un suelo de textura liviana.....	18
12. Intensidad promedio del proceso erosivo para suelos del Uruguay.....	19
13. Densidad de suelo (gr/cm ³), Porosidad Total (dm ³ /dm ³), macro y microporos (dm ³ /dm ³) en función de años de cultivo en siembra directa (SD).....	30
14. Distribución porcentual de agregados estables al agua con base al peso, en clases C1 (8-4.76 mm), C2 (4.76-2 mm), C3 (2.00-1.00mm), C4 (1.00-0.21 mm) y C5 (menos de 0.21 mm) en tres estaciones del año 1991 con tres manejos diferentes del suelo.....	33
15. Ubicación y manejos realizados para cada predio.....	42
16. Clasificación taxonómica de los suelos y descripción de sus características texturales para los suelos imperturbado (I) y perturbado (P) de cada predio.....	52
17. División en tres categorías definidas por las pérdidas o ganancias del porcentaje de materia orgánica entre las muestras de suelo perturbadas e imperturbadas.....	54
18. Parcelas de cultivo con aumentos del porcentaje de materia orgánica y disminuciones menores al 10% con respecto al suelo imperturbado.....	55
19. Manejo de suelos realizado por los productores del grupo No.1	

en el predio.....	56
20. Valores de parámetros químicos para el grupo No. 1 de muestras de suelo imperturbado (Impert.) y perturbado (Pert).....	60
21. Valores de densidad aparente, porosidad total, macroporos y microporos para muestras del suelo imperturbado y perturbado del grupo No. 1.....	62
22. Diámetro medio geométrico (DMG) de los agregados estables al agua (mm) para muestras de suelo imperturbado y perturbado en el grupo No.1.....	64
23. Distribución porcentual de los agregados estables en agua, con base en el peso, distribuido por clases de tamaño, para muestras de suelo imperturbado y perturbado del grupo No. 1.....	65
24. Agua disponible en suelo para muestras de suelo imperturbado y perturbado pertenecientes al grupo No. 1.....	67
25. Parcelas de cultivo con disminuciones de materia orgánica (respecto al suelo imperturbado) entre un 10 y 30%.....	69
26. Manejos realizados por el grupo No.2.....	69
27. Valores de parámetros químicos para muestras de suelo imperturbado y perturbado pertenecientes al grupo No.2.....	71
28. Valores de densidad aparente, porosidad total, macroporos, microporos para muestras de suelo imperturbado y perturbado pertenecientes al grupo No. 2.....	73
29. Diámetro medio geométrico (DMG) de los agregados estables al agua (mm) para muestras de suelo imperturbado y perturbado en el grupo No.2.....	74
30. Distribución porcentual de los agregados estables en agua, con base en el peso por clases de tamaño, para muestras de suelo imperturbado y perturbado del grupo No.2.....	75
31. Agua acumulada en el suelo para muestras de suelo imperturbado y perturbado para el grupo No. 2.....	77
32. Variaciones de materia orgánica entre suelo perturbado e imperturbado superiores al 30%.....	79
33. Manejo de suelos realizado por los productores del grupo No.3 en el predio.....	80
34. Parámetros químicos de suelo imperturbado y perturbado de los sitios del grupo No.3.....	82
35. Valores de densidad aparente, porosidad total, macroporos, microporos para muestras de suelo imperturbado y perturbado pertenecientes al grupo No. 3.....	84
36. Diámetro medio geométrico (DMG) de los agregados estables al agua (mm) para muestras de suelo imperturbado y perturbado pertenecientes al grupo No. 3.....	86
37. Distribución porcentual de los agregados estables en agua,	

con base en el peso por clases de tamaño para muestras de suelo imperturbado y perturbado pertenecientes al grupo No. 3.....	86
38. Agua acumulada en el suelo para muestras de suelo imperturbado y perturbado, pertenecientes al grupo No. 3.....	89
39. Manejos realizados en el caso No. 12.....	91
40. Valores de parámetros químicos para muestras de suelo imperturbado y perturbado, pertenecientes al caso No. 12.....	92
41. Valores de densidad aparente, porosidad total, macroporos, microporos para muestras de suelo imperturbado y perturbado pertenecientes al caso No. 12.....	93
42. Diámetro medio geométrico de los agregados estables al agua (mm) para muestras de suelo imperturbado y perturbado pertenecientes al caso 12.....	93
43. Distribución porcentual de los agregados estables en agua, con base en el peso por clases de tamaño para el caso 12.....	93
44. Agua acumulada en el suelo para muestras del suelo imperturbado y perturbado, pertenecientes al caso 12.....	94
45. Predios que superan el umbral de sostenibilidad de acuerdo a la clasificación IVSG (índices visuales de sostenibilidad general) de los predios.....	99
46. Predios que se encuentran entre 5 y 7, de acuerdo a la clasificación IVSG de los predios.....	100
47. Predios que se encuentran por debajo del umbral de sostenibilidad de acuerdo a la clasificación IVSG.....	101
48. Indicadores visuales de sostenibilidad de suelo (IVSS) en muestras imperturbadas y perturbadas, para predios que superan el umbral de sostenibilidad y valores de parámetros físicos de laboratorio.....	102
49. Indicadores visuales de suelo en muestras perturbadas e imperturbadas en predios que se encuentran en el límite del umbral de sostenibilidad y comparación con respecto a la densidad aparente y el porcentaje de macroporos.....	103
50. Indicadores visuales de suelo en muestras perturbadas e imperturbadas en predios que se encuentran por debajo del umbral de sostenibilidad y comparación con respecto a la densidad aparente y el porcentaje de macroporos.....	104

Foto No.

1. Condición buena. Puntuación = 10, buena distribución de agregados más finos sin terrones significantes.....	46
2. Condición moderada. Puntuación = 5, suelo conteniendo significantes proporciones de terrones firmes grandes y agregados finos.....	46
3. Condición pobre. Puntuación = 1, suelos dominados por agregados sumamente grandes; terrones muy firmes con muy pocos agregados finos.....	47
4. Condición buena. Puntuación = 10, el suelo tiene muchos macro-poros entre y dentro de agregados asociados a una buena estructura del suelo.....	47
5. Condición moderada. Puntuación = 5, suelo en el cual los macro-poros entre y dentro de los agregados han disminuido significativamente pero están presentes en el examen íntimo de terrones, mostrando una cantidad moderada de compactación.....	48
6. Condición pobre. Puntuación = 1, no se aprecian macro-poros en la muestra de tierra, los terrones de la prueba de estructura son macizos. La superficie del terrón es lisa con algunos agujeros, y puede tener ángulos afilados.....	48
7. Ejemplos de acopios de materiales para incorporar.....	56
8. Abono verde perteneciente al predio No. 6.....	57
9. Ejemplo de manejo de cobertura de suelo en productores orgánicos.....	57
10. Ejemplo de manejo de suelo descubierto en prod. convencionales.....	79
11. Laboreo a favor de la pendiente.....	80

Mapa No.

1. Intensidad del proceso erosivo para los suelos del Uruguay.....	19
--	----

1. INTRODUCCION

El presente trabajo se enmarca como uno de los requisitos indispensables para el otorgamiento del título de Ingeniero Agrónomo, de la facultad de Agronomía, Universidad de la República, Uruguay.

1.1 AGRICULTURA ORGANICA VS. CONVENCIONAL

En los siguientes párrafos se presentará de forma breve las diferencias a nivel estrictamente productivo entre la producción orgánica y convencional, no entrando en todos los aspectos que las mismas encierran.

La agricultura orgánica se basa en una visión global del predio y la forma de encarar los problemas. Comprende aquellos sistemas de producción agropecuaria que no utilizan productos químicos de síntesis y la base productiva se apoya en potenciar y manejar los sinergismos existentes en la naturaleza, minimizar el impacto sobre el medio ambiente y ser capaz de producir alimentos sanos y abundantes (Rodríguez y García, 2003).

En la producción orgánica se utilizan tecnologías de manejo de suelos que tienden a mantener las propiedades físico-químicas y la productividad. El principal objetivo de los manejos de suelo es el mantenimiento y el aumento de la materia orgánica. Se promueve la biodiversidad, como forma de autorregulación de las poblaciones que componen el agro ecosistema y se utilizan insumos que no dejan residuos contaminantes para el medio ambiente (Gliessman, 2001). Se promueve la utilización de recursos genéticos de polinización abierta (poblaciones locales).

En la producción convencional, existe una visión mas compartimentada del predio. La estrategia principal es el aumento y mantenimiento de los rendimientos (Garrido, 2006).

En este sistema de producción se utilizan para el control de plagas, enfermedades, control de malezas y fertilización, químicos de síntesis industrial.

Las técnicas utilizadas en el manejo de suelos se basan principalmente en el uso del laboreo continuo y el mantenimiento del suelo “limpio” para favorecer el crecimiento de los cultivos.

Se busca una especialización en la producción y en la elección de los rubros a plantar, pretendiendo simplificar las prácticas agronómicas. Los recursos genéticos utilizados en la producción tienden a incluir variedades e híbridos mejorados genéticamente, así como organismos genéticamente modificados (Transgénicos), desarrollados en general para otras condiciones climáticas (Riechman, 2000).

Estas prácticas traen aparejadas consecuencias secundarias no intencionadas, como la pérdida de biodiversidad, el deterioro del suelo, contaminación de fuentes de agua y altos costos sociales que se ven reflejados en la disminución de predios de producción familiar, riesgos en la salud y mayor dependencia de insumos externos (Altieri, 1999).

1.2 FUNDAMENTACIÓN DEL TRABAJO

Desde el “nacimiento” de la producción orgánica en nuestro país, los productores se han apoyado en distintas herramientas para el mantenimiento de la fertilidad de los suelos.

Estos manejos se basan en:

- El agregado de enmiendas orgánicas de origen animal o vegetal.
- Incluir en la rotación de cultivos los abonos verdes y praderas.
- Mantener el suelo con cobertura.
- Laboreos reducidos.
- Utilización de herramientas de laboreo vertical.

La adopción de estas técnicas se da de diferentes formas y grados dentro de los productores y en gran medida se basa en la experiencia práctica que los mismos han adquirido con los años.

En el Uruguay falta evaluación y análisis de los resultados de las diferentes alternativas de manejo que se vienen aplicando para la producción orgánica.

En el resumen del grupo de trabajo realizado en INIA Las Brujas, el 9 de junio del 2006 (INIA, 2006), donde participaron productores, técnicos (de instituciones y particulares) y estudiantes, se plantea como objetivo de investigación el validar los manejos de suelo que los productores orgánicos realizan (entre otros temas de estudio).

En este contexto, creemos necesario generar conocimiento que aporte a la evaluación y validación empírica de las prácticas de manejo generadas por los productores hortícolas orgánicos de la zona sur del Uruguay.

Se considera que es importante comenzar a relevar información a través de estudios de casos para conocer los manejos que algunos productores vienen llevando adelante en sus establecimientos y diagnosticar cual es el estado del recurso suelo en los predios.

Se pretende que a través del trabajo se puedan identificar temáticas que permitan la realización de investigaciones futuras.

1.3 SELECCIÓN Y DEFINICIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

De las temáticas que se consideran más importantes en la producción orgánica se pueden mencionar: el recurso suelo, la biodiversidad, los recursos fitogenéticos y la sanidad.

En la producción orgánica existen diferentes realidades en cuanto al manejo del recurso, asociadas a las zonas de producción, a los tipos de suelo y también a la cultura de las familias de productores.

En este trabajo se toma como tema de análisis el recurso suelo, entendiendo al mismo como parte de un sistema complejo en el que interactúa.

Se plantea realizar una investigación que permita un diagnóstico del recurso en los predios orgánicos seleccionados, utilizando para ello parámetros químicos, físicos e hídricos como indicadores de calidad de suelo.

Como hipótesis de trabajo, se plantea que: En los predios con historia de producción orgánica estudiados, se realizan manejos tendientes a mejorar la calidad de los suelos, por ello, estos presentan parámetros con buena aptitud agrícola.

1.4 OBJETIVOS

El objetivo general del trabajo es:

Realizar un diagnóstico del recurso suelo en los predios de producción orgánica en estudio, analizando las potencialidades de los productores para continuar con un manejo racional y responsable de los recursos y consolidar el proceso de recuperación de la calidad del suelo.

Los objetivos específicos son:

Relevar la historia de uso del suelo, caracterizar los sistemas de producción orgánica: intensidad de uso, prácticas conservacionistas, aportes de materiales orgánicos.

Caracterizar los suelos de los productores estudiados: descripción de los perfiles e indicadores de calidad de suelo.

Realizar un primer ajuste y validación de indicadores visuales de calidad de suelo como herramienta para ser utilizada en el futuro.

1.5 DESCRIPCION DEL TRABAJO

El estudio consiste en la descripción y análisis del estado de los suelos de los productores orgánicos, mediante la metodología de Estudio de Casos.

Para la comparación cualitativa se utilizan como “testigos”:

- Dentro del predio, suelos que han permanecido imperturbados durante al menos los 10 últimos años de producción.
- En cada zona de producción, predios convencionales que presentan suelos similares a los estudiados en los predios orgánicos.

Se trabajó en 17 productores hortícolas comprendidos en la región sur de Uruguay, en los departamentos de Colonia, San José, Montevideo, Canelones y Maldonado, 11 orgánicos y 6 convencionales.

La elección de los predios orgánicos fue realizada con el apoyo de la Asociación de Productores Orgánicos del Uruguay (APODU), buscando comprender dentro de los casos a estudiar, aquellos que abarcan las diversas realidades productivas.

La elección de los productores convencionales, fue realizada buscando suelos similares a los que presentan los productores orgánicos.

En todos los casos (orgánicos y convencionales) contaban con una historia de producción cercana a los 10 años.

El trabajo constó de 3 partes:

- Una revisión bibliográfica, una entrevista y una guía de campo, para la identificación de parámetros pertinentes a relevar en el trabajo.
- El trabajo de campo, realizado entre los meses de setiembre y diciembre de 2005, consistió en una visita a los predios, donde se realizaron entrevistas a los productores, se relevaron parámetros diversos del sistema de producción, se efectuaron descripciones de los suelos y se tomaron muestras para obtener información de parámetros físicos y químicos.
- Realización de los análisis de laboratorio.

Las conclusiones de este trabajo pretenden ser un aporte para demostrar la evolución de la calidad del suelo en los productores orgánicos y la validación de los manejos realizados; y también contribuir al avance de la selección de indicadores visuales de sustentabilidad.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 ESTUDIOS DE CASO

2.1.1 Alcance de la metodología de estudios de caso

La metodología de Estudios de Caso se define según Morray y Friedlander (1999), como: “un método de aprendizaje acerca de una situación compleja; se basa en el entendimiento comprensivo de dicha situación el cual se obtiene a través de la descripción y análisis de la situación la cual es tomada como un conjunto y dentro de su contexto.”

El análisis deriva de múltiples fuentes de datos: cuadros estadísticos, encuestas y/o cuestionarios de campo, entrevistas, etc. El análisis de los mismos es generalmente extensivo y la triangulación es la técnica clave de análisis utilizada, con el objetivo de asegurar la confiabilidad de las conclusiones. La validez de éstas, es el resultado de determinar causas y efectos, por medio de la correspondencia entre los diferentes tipos de fuentes de datos, dejando de lado explicaciones alternativas.

La verificación se obtiene a través del análisis de distintos tipos de datos: “Existen estrategias específicas para hacer comparaciones, tales como cotejar patrones, construir explicaciones, y efectuar revisiones temáticas” (Morray y Friedlander, 1999).

Los datos obtenidos por esta metodología no permiten la generalización para una población determinada. Por ello si se quiere llegar a la generalización de lo estudiado se debe recurrir a un muestreo probabilística, dentro de la población bajo estudio. Pero este procedimiento estadístico escapa a los fines que persigue el estudio de casos, que busca la significación y no la distribución de datos (Coria, citado por González, 2005).

2.1.2 Secuencia lógica de un estudio de casos

La secuencia lógica seguida en el desarrollo de una investigación de acuerdo con la estructura presentada por Yin (1994), es la siguiente:

- 1- Selección y definición del problema de investigación.
- 2- Planeamiento de la investigación.
- 3- Colecta sistémica de datos (selección de los casos y descripción de cada uno).
- 4- Interpretación de los datos y verificación de la interpretación.
- 5- Publicación de los hallazgos.

2.2 PARÁMETROS DE SUELO RELEVANTES PARA EL ESTUDIO

2.2.1 Parámetros físicos de suelo

La Densidad Aparente (DA), definida por Ruks et al. (1997) es la relación que existe entre el peso seco (105 °C) de una muestra de suelo, y el volúmen que esa muestra ocupa. Representa una medida del grado de compactación que pueden presentar los suelos.

La Estabilidad Estructural (EE), es definida como la capacidad del suelo de mantener el tamaño y la distribución de los agregados, luego de ser sometido a fuerzas perturbadoras (Sasals et al., 2006). Esta medida cuantitativa permite caracterizar la estructura del suelo.

Tisdall y Oades, citados por Sánchez et al. (2006) proponen la clasificación de agregados según su tamaño, y sugieren que los macroagregados son aquellos superiores a los 0,25 mm.

Diversos autores (Kemper y Rosenau, Angers y Mehuys, citados por Sasals et al., 2006) consideran que el tamaño de agregados entre 1-2 mm es el adecuado para medir el efecto de las prácticas agronómicas aplicadas sobre el suelo. Tamaños mayores a este rango se asocian a buenas condiciones de estabilidad estructural.

La Textura (T) representa el arreglo de las partículas (arena, arcilla y limo) del suelo y determinan el espacio poroso (Ruks et al., 1997).

La porosidad del suelo es el espacio no ocupado por sólidos. Dentro del espacio poroso se pueden distinguir macroporos y microporos.

Los macroporos no retienen el agua contra la fuerza la gravedad, y por lo tanto son los responsables del drenaje y la aireación del suelo, constituyendo además, el principal espacio en el que se desarrollan las raíces.

Los microporos son los que retienen agua, parte de la cual es disponible para las plantas.

La porosidad total es la suma de los macroporos y microporos. Las características del espacio poroso, dependen de la textura y la estructura del suelo (Ruks et al., 1997).

2.2.2 Parámetros químicos de suelo

La Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) representa la máxima cantidad de miliequivalentes de iones de carga contraria, que un material coloidal absorbe por cada 100 gramos de su peso (Zamalvide y García, 1997).

Es una medida que permite ver la capacidad que tiene un suelo para intercambiar nutrientes con los vegetales.

Según estudios realizados por Claro (2001) los rangos de CIC mas adecuados son aquellos superiores a 10 Cmol/l (centimol por litro).

Siguiendo la línea propuesta por Claro (2001) para el estudio de parámetros químicos, se eligió a las relaciones de cationes: Calcio (Ca), Magnesio (Mg) y Potasio (K) como elementos relevantes del equilibrio nutricional de las plantas.

Los rangos adecuados para un buen crecimiento vegetal sugeridos por Claro (2001) son los siguientes:

- Ca/Mg - 3 a 4
- Ca/K - 9 a 12
- Mg/K - 3 a 4

El pH del suelo está asociado a la presencia de Hidrógeno y Aluminio intercambiables. Está caracterizado como medida de la actividad de los iones Hidrógeno (Zamalvide y García, 1997). Permite reflejar la actividad química y biológica límites, para el crecimiento de las plantas y la actividad microbiana.

Claro (2001) propone como rango ideal de un suelo, valores de 5.5 a 6.5, donde la disponibilidad de macro y micronutrientes es óptima para los vegetales y la actividad de los microorganismos del suelo.

La materia orgánica es el conjunto de residuos vegetales y animales presentes en el suelo, que pueden estar en distinto grado de descomposición. Estos residuos son atacados por los organismos del suelo que se alimentan de ellos, liberando elementos mas simples y asimilables para las plantas.

La materia orgánica influye en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo (García, 2002).

Claro (2001) afirma que el porcentaje de materia orgánica de un suelo nos da cuenta de la fertilidad, estabilidad, grado de erosión y potencial productivo del mismo.

2.2.3 Parámetros hídricos

El Agua Disponible (AD) es el agua retenida entre Capacidad de campo y el Punto de marchitez permanente. Es la máxima cantidad de agua que la planta puede disponer para su absorción en un determinado perfil. No toda el agua es fácilmente disponible para las plantas.

La Capacidad de Campo (CC) es la cantidad de agua máxima que el suelo puede retener, medida a las 48 hs después de una lluvia o riego (el contenido de agua continúa descendiendo a medida que pasa el tiempo pero mas lentamente).

Por otro lado Durán (2000) la define como el agua gravitacional de escurrimiento lento, que ocupa poros entre 30 y 8,6 :m retenida con energía entre 0,1 y 0,3 bars.

El Coeficiente de Marchitez Permanente (CMP) es el contenido de agua a 15 bars. Su valor depende del tipo de suelo. Este es el límite de tensión hasta el cual una planta de Girasol puede extraer agua.

2.3 CARACTERÍSTICAS DE LOS SUELOS ESTUDIADOS

Los suelos relevados pertenecen a los órdenes de suelos Melánicos y de suelos Saturados Lixiviados.

Dentro de los melánicos a los grandes grupos Brunosoles y Vertisoles. Dentro de los Saturados Lixiviados a los Argisoles.

2.3.1 Orden de suelos Melánicos

El orden de suelos melánicos ocupa la mayor extensión en nuestro país, siendo dominantes o codominantes en la mayoría de las asociaciones de tierras altas. La propiedad común a todos ellos es la presencia de un horizonte Melánico y por debajo de este uno Argilúvico, pudiendo existir horizontes Cámbicos o directamente un horizonte C. El perfil característico de estos suelos es: A-B-C y menos frecuentes A-C o A-R.

Presentan una fertilidad natural y productividad altas. El drenaje es bueno o moderadamente bueno.

En su mayoría presentan acumulación secundaria de carbonato de calcio en el horizonte C o en el B inferior.

Dentro del perfil los colores oscuros son dominantes, en especial en los horizontes superficiales. En el horizonte A los colores más característicos son el pardo grisáceo muy oscuro, pardo oscuro o muy oscuro y negro. En el horizonte B los colores son similares a los del A y en ocasiones ligeramente agrisados, debido principalmente al exceso de humedad que presenta en algunos momentos del año (responsable de la aparición de concreciones de FeMn).

La parte inferior del horizonte B se aclara en la medida que se acerca al C de forma gradual. El color del horizonte C varía de acuerdo al material generador, pero lo más frecuente es que se encuentre en la gama del pardo.

En lo que refiere a textura estas varían en el horizonte superficial entre media o fina. En el subsuperficial y en el subsuelo fina o muy fina. Pero también se pueden encontrar suelos de texturas medias a gruesas (franco arenosa y franco arcillo arenosa) en Brunosoles Subéutricos y Dístricos.

Los materiales generadores pueden ser muy diversos, pasando por rocas sedimentarias, ígneas o metamórficas.

Los suelos Melánicos ocurren en muy distintos tipos de terrenos, pero lo más normal es que se presenten en aquellos de pendiente suficiente para permitir el escurrimiento superficial (suelos ondulados). En estos terrenos predominan las formas cóncavas y convexas.

2.3.1.1 Gran grupo Brunosoles

Son suelos que se caracterizan por presentar: un color oscuro, alto contenido de materia orgánica (derivado de la presencia de un horizonte melánico), elevada saturación de bases, texturas medias o algo pesadas, drenaje bueno o moderadamente bueno y no presentar reacciones extremas (ni muy ácidas, ni muy alcalinas).

En lo que a la secuencia de horizontes refiere, éstos presentan una secuencia tipo A-B-C en la que el B es un argilúvico y el C posee acumulaciones secundarias de carbonato de calcio. En algunos perfiles esta descripción se modifica por la no existencia de un B textural o la presencia de un horizonte B cámbico en su lugar.

En el horizonte C la acumulación de carbonato de calcio no aparece en los suelos originados a partir de rocas ígneas o metamórficas precámbricas y en algunos perfiles desarrollados sobre rocas sedimentarias pre-pleistocénicas.

Según Duran (1985), el límite inferior de 2% de materia orgánica (M.O.) para los Brunosoles, sería aceptable a las condiciones de nuestro país. El contenido de materia

orgánica en el horizonte superficial varía entre 2.5 y 8.0% y es inferior a 6.5 o 7.0 para la mayoría de los perfiles. Si esta variación es subdividida en las clases que integran el gran grupo, se puede apreciar que los Brunosoles Eutricos presentan niveles más altos de materia orgánica que los Subéutricos y Dístricos. De acuerdo con Durán (1985), en un estudio de 69 perfiles (36 Eutricos y 33 Subéutricos) observó un contenido de materia orgánica de 5.7% de los Brunosoles Eutricos y de 3.8% para los Subéutricos. Si se analizan los Brunosoles Dístricos estos no tienen diferencias significativas respecto de los Subéutricos.

Cuadro No. 1: Promedios y desvíos del % Materia orgánica, % de arcilla y pH estimados para Brunosoles relevados en el Uruguay.

Suelos	Indicador	M. O. (%)	Arc. (%)	pH
Brunosoles (64 datos)	Media	4.8	28.3	5.9
	Desviación Típica	1.6	6.9	0.6

Otra de las características relevantes de este gran grupo es su carácter isohúmico, determinado por la disminución gradual del contenido de humus en profundidad, asociado a la exploración radicular por parte de la vegetación (mayor en superficie y más limitada en profundidad). Esta disminución gradual de la materia orgánica es diferente para las clases, siendo esta aún más gradual en Brunosoles Subéutricos y Dístricos que en Eutricos. Éste factor trae aparejado mayores niveles de fertilidad y de actividad biológica en Brunosoles Eutricos, ya que una mayor proporción de la materia orgánica total está presente en el horizonte superficial de estos suelos.

En lo que refiere a la mineralogía de las arcillas, en los Brunosoles Eutricos se observa que dominan la montmorillonita y la illita, observándose en algunas regiones la presencia de caolinita en bajas cantidades y presentan valores de CIC superiores a 20 meq/100 gr.

En los Subéutricos existe dominancia de la illita, existiendo también la montmorillonita y metahalloysita; pero esta característica puede variar de acuerdo a la unidad de suelo. Presentan valores de CIC mayores a 10 meq/100 gr., siendo este valor el límite con los Brunosoles Dístricos.

Los valores de capacidad de campo, coeficiente de marchitez permanente y agua disponible, para muestras imperturbadas de Brunosoles de la zona de Montevideo y Canelones, se presentan en el cuadro a continuación.

Cuadro No. 2: Valores de agua retenida en Brunosoles (mm. /10cm).

Suelo	CC	CMP	AD
Brunosoles	38.00	18.00	20.00

Referencias de cuadro: CC: Capacidad de campo | CMP: Punto de marchitez permanente
AD: Agua disponible

Fuente: modificación de los autores sobre información aparecida en García, citado por Durán (1985)

En lo que respecta a la estabilidad estructural (evaluada mediante el índice de inestabilidad de Henin) para este gran grupo, la misma fue evaluada por Kaemmerer y Sacco, citados por Durán (1985) y presentaba los valores que se observan en el cuadro siguiente.

Cuadro No. 3: Valores de Estabilidad Estructural para Brunosoles Imperturbados y Cultivados.

Suelo	Campo Natural	Campo Cultivado
Brunosoles Eutricos	1.90	2.79
Brunosoles Subéutricos	2.78	5.60

Fuente: Durán (1985).

2.3.1.2 Gran grupo Vertisoles

Este gran grupo se extiende por todo el país, pero se encuentran principalmente en las zonas sur y suroeste, centro, centro-sur y noroeste del territorio nacional.

Ocurren mayoritariamente en relieves suavemente convexos, incluyendo interfluvios y laderas altas.

La secuencia de horizontes puede ser en los Vertisoles Háplicos A-C, donde el A se extiende hasta 80 cm. Si existe un horizonte B, éste es de carácter estructural pero no argilúvico, ya que los mismos por definición no presentan este horizonte.

En los Vertisoles Rúpticos existe el doble perfil cuya profundidad varía según su relación con el microrelieve de ondas característico de estos suelos. En la parte convexa del relieve el perfil es A-C, extendiéndose el A hasta 15-25 cm. de profundidad. En la parte cóncava del microrelieve el suelo es mucho más espeso, alcanzando hasta 80-130 cm. de profundidad y la secuencia de horizontes es A-C, A-(B)-C o A-Bt-C siendo las 2 últimas las más frecuentes.

En lo que refiere al color, los mismos son de color oscuro, generalmente negro y de texturas finas, incluso en el horizonte superficial. El alto contenido de arcilla y la naturaleza montmorillonítica de ésta, son responsables de las propiedades físicas, mecánicas y químicas particulares de estos suelos. Siendo los mismos muy plásticos y pegajosos cuando están mojados y muy duros cuando secos. El rango de humedad en que permanecen friables es estrecho, limitando los períodos en que se encuentran aptos para el laboreo.

El contenido de arcilla en los Vertisoles es elevado, normalmente mayor a 35 %. Los valores de capacidad de intercambio catiónico son altos, generalmente mayores a 30 meq/100 gr.

La capacidad de retención de agua de estos suelos es muy elevada. Los valores de capacidad de campo, coeficiente de marchitez permanente y agua disponible para muestras imperturbadas de Vertisoles de la zona de Montevideo y Canelones se presentan en el cuadro a continuación

Cuadro No. 4: Valores de agua retenida en Vertisoles (mm. /10cm).

Suelo	CC	CMP	AD
Vertisoles	39.10	21.32	17.78

Referencias de cuadro: CC: Capacidad de campo | CMP: Punto de marchitez permanente
AD: Agua disponible

Fuente: modificación de los autores sobre información aparecida en García, citado por Durán (1985)

En el siguiente cuadro se observan datos de los 2 grandes grupos presentados, de relevamientos realizados por diversos autores para el Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (MGAP.DSF) y elaborado por Durán (1985).

Cuadro No. 5: Promedios y desvíos del % Materia orgánica, % de arcilla y pH estimados para Vertisoles relevados en el Uruguay.

Suelos	Indicador	M. O. (%)	Arc. (%)	pH
Vertisoles profundos (28 datos)	Media	6.4	38.3	6.2
	Desviación Típica	1.9	9.2	0.6

Fuente: modificación de los autores sobre información aparecida en García, citado por Durán (1985)

En lo que respecta a la estabilidad estructural para este gran grupo la misma fue evaluada (mediante metodología de índice de inestabilidad de Henin) por Kaemmerer y

Sacco, citados por Durán (1985) y presentaba los valores que se observan en el cuadro siguiente.

Cuadro No. 6: Valores de Estabilidad Estructural para Vertisoles Imperturbados y Cultivados.

Suelo	Campo Natural	Campo Cultivado
Vertisoles	1.48	1.61

Fuente: modificación de los autores sobre información aparecida en García, citado por Durán (1985)

2.3.2 Orden suelos Saturados Lixiviados

Los suelos de este orden son fruto de un proceso de lixiviación mecánica que los llevó a la formación de un horizonte argilúvico muy desarrollado. Presentan una diferenciación textural alta donde la secuencia de horizontes es A-Bt-C muy bien definidos en lo que refiere a color, textura y estructura.

La saturación en bases se mantiene elevada.

La presencia del horizonte argilúvico representa una limitante severa en el drenaje interno. Esta característica favorece la existencia de fenómenos de hidromorfismo temporario, que se manifiesta en colores grisáceos, moteados y concreciones de hierro y manganeso, en los horizontes profundos.

Cuando el relieve es plano o de pendiente muy escasa, también el escurrimiento está limitado y el agua de las precipitaciones ingresa casi totalmente al suelo si no se evapora. Esta agua de precolación se acumula sobre el horizonte B muy poco permeable (argipán), saturando temporariamente la base del horizonte A, la que toma un color más claro debido a su menor contenido de materia orgánica.

Se encuentran en muchas zonas del país, al menos como suelos asociados y ellos son particularmente frecuentes en el este y sureste.

El material formador, es normalmente de naturaleza sedimentaria aunque puede consistir, en algunos casos, de alteraciones provenientes de rocas ígneas y metamórficas.

En todos los casos es normal que estos suelos se encuentren en terrenos planos o suavemente ondulados.

2.3.2.1 Gran grupo Argisoles

Este gran grupo se caracteriza por presentar suelos texturalmente bien diferenciados, con una secuencia de horizontes A-Bt-C, en la que el horizonte Bt es un argipán de textura fina y estructura gruesa y compacta. El horizonte A es melánico u ócrico y sólo excepcionalmente úmbrico.

La alteración y lixiviación químicas no son muy intensas como se aprecia a través del pH, que no llega a ser muy ácido.

Las arcillas que en ellos se encuentran son illitas o montmorillonitas. Los contenidos de arcilla del horizonte A son muy variables, pudiendo oscilar entre 10 y 25 %, siendo significativamente inferiores a los encontrados en Brunosoles. Debido a estos contenidos de arcilla presentes, la textura generalmente es franca, franco limosa y franco arenosa.

La acumulación de materia orgánica puede ser importante pero no tan dominante como en los suelos melánicos.

El horizonte B normalmente presenta evidencias de hidromorfismo temporario, aunque no muy acentuado, que deben atribuirse a su conductividad hidráulica lenta y su estructura compacta. Este hidromorfismo se manifiesta en colores de matriz agrisados y en presencia de moteados y concreciones de hierro manganeso.

En el siguiente cuadro se observan los datos de relevamientos realizados por diversos autores para el Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (MGAP.DSF) y elaborado por Durán (1985).

Cuadro No. 7: Promedios y desvíos del % Materia orgánica, % de arcilla y pH estimados para Argisoles relevados en el Uruguay.

Suelos	Indicador	M.O. (%)	Arc. (%)	pH
Argisoles (20 datos)	Media	3.3	17.7	5.6
	Desviación Típica	1.1	5.2	0.5

Fuente: modificación de los autores sobre información aparecida en García, citado por Durán (1985)

Valores de capacidad de campo, coeficiente de marchitez permanente y agua disponible para muestras imperturbadas de Argisoles de la zona de Montevideo y Canelones.

Cuadro No. 8: Valores de agua disponible en Argisoles.

Suelo	CC	CMP	AD
Argisoles	32.00	11.33	20.67

Referencias de cuadro: CC: Capacidad de campo | CMP: Punto de marchitez permanente
AD: Agua disponible

Fuente: modificación de los autores sobre información aparecida en García, citado por Durán (1985)

2.4 ANTECEDENTES DE DEGRADACIÓN DE LOS SUELOS DEL URUGUAY

Según estudios realizados por el MGAP la mayor parte de los fenómenos erosivos y de degradación de los suelos del país, ocurrieron previamente a la década del 80 (Baethgen et al., 2000). En esta investigación se estimaron los contenidos de carbono para distintos suelos del país, mediante la utilización del modelo de simulación Century.

Los resultados obtenidos muestran que al comienzo del período considerado, los suelos pesados tendrían un stock de materia orgánica reducida a 57% con 10 años de agricultura previa y 42% con 20 años, en relación a la situación prístina.

En el caso de un suelo medio, dichas reducciones llegarían a 49 y 32%, y en el del suelo liviano a 33 y 18% del contenido del suelo prístino, respectivamente.

En el mismo trabajo se estimó que los suelos perdieron entre el 40 y el 80% de su contenido original de carbono en la fracción lenta previo a la década del 80.

En la etapa (1975-1990) el proceso de pérdida de carbono se enlentece y/o detiene, y en una segunda etapa (a partir del 1990) las prácticas de manejo conservacionistas (inclusión de pasturas, reducción de laboreo), permiten una lenta recuperación del stock de materia orgánica.

De igual manera, se observa una disminución de la tasa de erosión. La recuperación del stock de materia orgánica y la reducción de la tasa de erosión, responden al incremento de la proporción del área de cultivos, que pasó a realizarse en rotación con pasturas y a la reducción del laboreo, e incremento del uso de siembra directa.

Todos los escenarios relevados en el estudio, presentan valores finales de carbono en el suelo, que son aproximadamente el 50% del valor en la condición prístina. Por otro lado los contenidos estimados de carbono en el suelo en el año 2000, son

similares o levemente superiores a los de 1975 (incrementos que varían entre 0% y 8% con relación a los de 1975).

Cuadro No. 9: Evolución del contenido de carbono/há en la fracción lenta obtenida con el Modelo Century para un suelo de textura pesada.

20 años de Agricultura Previa							
Carbono (g C/m ²)	6046	2761	2590	2678	2703	2850	3150
Erosión (Mg/ha año)	15.0	15.0	10.9		7.5	4.4	2.3
Erosión Total	14.3	11.9	6.6		4.3	2.2	0.9
10 años de Agricultura Previa							
Carbono (g C/m ²)	6046	4044	3433	3307	3198	3259	3506
Erosión (Mg/ha año)	15.0	15.0	10.9		7.5	4.4	2.3
Erosión Total	14.3	11.9	6.6		4.3	2.2	0.9
Sin Agricultura Previa							
Carbono (g C/m ²)	6046	6046	5746	4929	4528	4350	4473
Erosión (Mg/ha año)	15.0	15.0	10.9		7.5	4.4	2.3
Erosión Total	14.3	11.9	6.6		4.3	2.2	0.9

Fuente: modificación de los autores sobre información aparecida Beathgen et al. (2000)

Cuadro No. 10: Evolución del contenido de carbono/há en la fracción lenta obtenida con el Modelo Century para un suelo de textura media.

20 años de Agricultura Previa							
Carbono (g C/m ²)	5018	1721	1623	1688	1778	1965	2254
Erosión (Mg/ha año)	18.1	18.1	13.0		8.9	5.2	2.8
Erosión Total	17.2	14.3	7.9		5.1	2.6	1.0
10 años de Agricultura Previa							
Carbono (g C/m ²)	5018	2950	2451	2379	2371	2450	2655
Erosión (Mg/ha año)	18.1	18.1	13.0		8.9	5.2	2.8
Erosión Total	17.2	14.3	7.9		5.1	2.6	1.0
Sin Agricultura Previa							
Carbono (g C/m ²)	5018	5016	4636	3947	3528	3311	3291
Erosión (Mg/ha año)	18.1	18.1	13.0		8.9	5.2	2.8
Erosión Total	17.2	14.3	7.9		5.1	2.6	1.0

Fuente: modificación de los autores sobre información aparecida Beathgen et al. (2000)

Cuadro No. 11: Evolución del contenido de carbono en la fracción lenta obtenida con el Modelo Century para un suelo de textura liviana.

20 años de Agricultura Previa							
Carbono (g C/m ²)	3275	570	595	720	846	1035	1246
Erosión (Mg/ha año)	50.8	50.8	36.5		25.0	14.8	7.9
Erosión Total	48.4	40.3	22.3		14.4	7.5	2.9
10 años de Agricultura Previa							
Carbono (g C/m ²)	3275	1420	1098	1097	1142	1285	1485
Erosión (Mg/ha año)	50.8	50.8	36.5		25.0	14.8	7.9
Erosión Total	48.4	40.3	22.3		14.4	7.5	2.9
Sin Agricultura Previa							
Carbono (g C/m ²)	3275	3275	2783	2311	2077	2077	2256
Erosión (Mg/ha año)	50.8	50.8	36.5		25.0	14.8	7.9
Erosión Total	48.4	40.3	22.3		14.4	7.5	2.9

Fuente: URUGUAY. MGAP (2004).

En relevamientos de suelos realizados recientemente en la zona de Montevideo rural, (sobre predios de producciones intensivas) se han observado reducciones promedio de 40% en el porcentaje de materia orgánica de los suelos (Blum et al., 2006).

En estudios realizados por URUGUAY. MGAP (2004) que se presentan en el cuadro No. 12 y en el mapa No. 1 se aprecia la erosión presente en distintas cuencas hidrográficas del país y en particular la elevada degradación de los suelos de la zona sur del país.

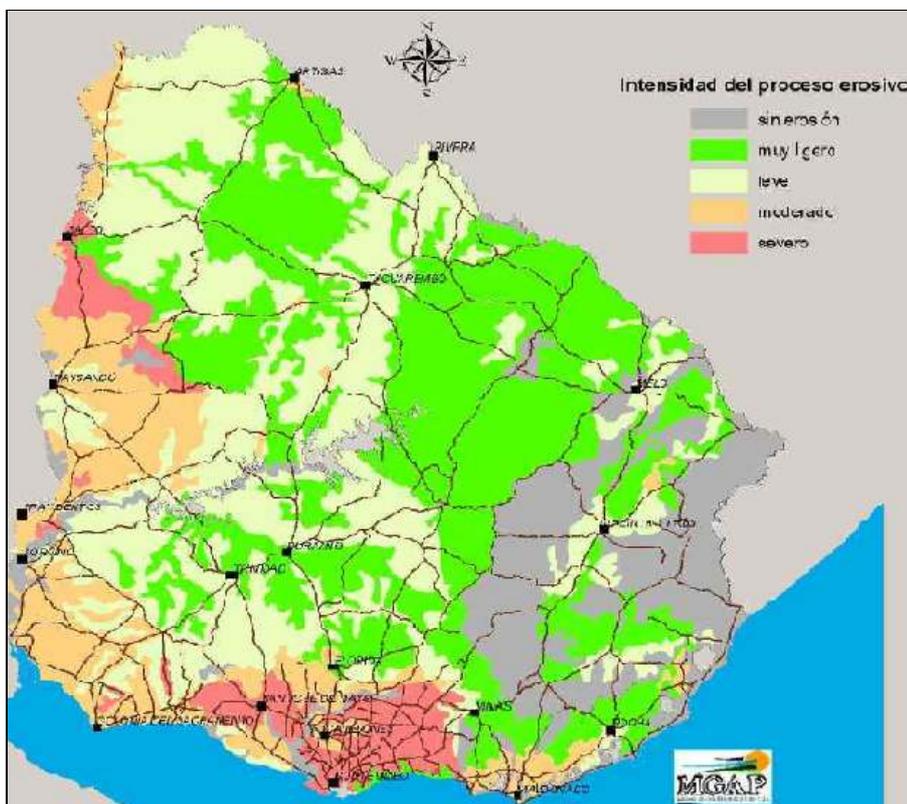
Cuadro No. 12: Intensidad promedio del proceso erosivo para suelos del Uruguay.

INTENSIDAD PROMEDIO DEL PROCESO EROSIVO		
CUENCA	PROMEDIO	INDICE*
Alta del Río Negro –Sur	Ligero	19
Laguna Merín	ligero	26
Alta del Río Negro –Norte	ligero	46
Baja del Río Negro –Sur	Leve	68
Océano Atlántico	Leve	93
Alta del Río Uruguay	Leve	126
Baja del Río Negro –Norte	Leve a moderado	152
Baja del Río Uruguay	moderado	194
Río Santa Lucía	moderado	199
Río de la Plata –Oeste	moderado	216
Río de la Plata –Este	moderado a severo	306
TOTAL	Leve	100

Fuente:URUGUAY. MGAP (2004).

* Base 100 / Indice Promedio a nivel Nacional.

Mapa No.1: Intensidad del proceso erosivo para los suelos del Uruguay.



2.5 INTRODUCCIÓN AL CONCEPTO DE SUELO EN PRODUCCIÓN ORGÁNICA

Diversos autores especializados en producción orgánica definen al suelo como se presenta a continuación:

“Es un suelo del que se pueden obtener cultivos, sanos y de alto rendimiento, con un mínimo de impactos negativos sobre el medio ambiente. Que brinda propiedades estables al crecimiento y salud de los cultivos haciendo frente a condiciones variables de origen humano y natural.” (Magdoff, citado por Nicholls y Altieri, 2003).

“El suelo es el medio donde millones de microorganismos encuentran su hábitat y realizan un trabajo de degradación y mineralización de los restos orgánicos e inorgánicos” (Salas, 1992)

“Es una cobertura rica en vegetales, tierra blanda, porosa, permeable al agua y al aire, con humedad permanente, diversidad de raíces mucha materia orgánica, intensa actividad biológica (Salas, 1992).

De las definiciones presentadas anteriormente se desprenden las características que debe tener un suelo de buena calidad para permitir y mantener el crecimiento vegetal en el tiempo. Estas características se expresan en las propiedades físicas y químicas del suelo y están influenciadas por un componente vivo, compuesto por microorganismos, la meso y macrofauna y los vegetales.

Debido al carácter dinámico de la calidad de suelo, esta puede cambiar en un corto o largo plazo de acuerdo a prácticas de manejo, por lo que se hace necesario el monitoreo del sistema suelo (Acevedo et al., 2005).

El NRCS, citado por Acevedo et al. (2005) considera que para contar con un suelo de calidad agronómica, se debe tener en cuenta:

- La textura del suelo, que debe permitir la retención y el transporte de agua y minerales. También influye en el riesgo de erosión.
- La profundidad de suelo para estimar el potencial productivo y de erosión.
- La capacidad de infiltración y densidad aparente que influye en el potencial de lixiviación, productividad y desarrollo radicular.
- La capacidad de retención de agua relacionada al contenido de humedad, transporte y erosión.
- La estabilidad de agregados relacionado al potencial de erosión e infiltración de agua.
- La materia orgánica que da cuenta de la fertilidad, estabilidad, grado de erosión y potencial productivo del suelo.
- El pH que refleja la actividad química y biológica límites, para el crecimiento y la actividad microbiana.

Los manejos realizados sobre el suelo para la producción de alimentos afectan las características mencionadas. Existen diversos manejos que han llevado al deterioro de los suelos a lo largo de los años y también aparecen otros manejos llamados conservacionistas, que apuntan a detener o atenuar el deterioro de los suelos en producción.

2.5.1 Importancia del componente materia orgánica, sus efectos sobre el suelo y relaciones con otros parámetros de suelo

Según Doran y Parkin, citados por Bayer y Guilherme (1999) la materia orgánica por ser un atributo dinámico y tener gran influencia sobre las condiciones químicas, físicas y biológicas del suelo, es un parámetro adecuado para evaluar el efecto de los

sistemas de manejo del suelo sobre la capacidad productiva y la sustentabilidad de la actividad agrícola.

En trabajos realizados por Blum et al. (2006) se afirma que el parámetro materia orgánica es evaluado por distintos autores como principal indicador de calidad de suelo.

La cantidad y calidad de la materia orgánica puede cambiar las propiedades del suelo. Un suelo que tiene gran cantidad de materia orgánica tendrá una mejor agregación y tenderá a ser menos denso, permitiendo un mejor manejo y penetración de las raíces. Debido a la estructura superficial mas estable tendrá tasas superiores de infiltración y será capaz de resistir a la fuerza dispersiva del impacto de las gotas de lluvia (Primavesi, 1984).

Primavesi (1984) valora la importancia de la materia orgánica como aporte a las propiedades químicas y biológicas.

A nivel químico:

- Forma complejos estables con cobre, Mn, Zn y otros cationes polivalentes (quelatación), mejorando así la disponibilidad de micronutrientes para las plantas superiores y los protege para evitar su conversión en formas menos disponibles.
- Es la principal fuente de la CIC, desde 20 a 70% de la CIC es debida a ella. 300 a 1400 meq /100 gramos.
- Poder Buffer, permite al suelo mantener una reacción uniforme frente a cambios de PH y también ayuda a proteger a las plantas de los efectos de toxicidad por aluminio y otras sustancias químicas.

A nivel biológico:

- Estimula el crecimiento de las raíces y el cultivo (al margen de la influencia nutricional directa).
- La conjunción de los efectos físicos, nutricionales y químicos otorgan a las plantas que se desarrollan en suelos ricos en materia orgánica, menor susceptibilidad al daño de las plagas y enfermedades (Nicholls y Altieri, 2003).

A lo largo de los años han sido estudiados los efectos de la materia orgánica sobre las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos, resaltando su importancia como componente de los suelos.

Otros autores (Salinas-García et al., citados por Alguacil et al., 2005) además de remarcar su efecto sobre las características mencionadas resaltan su efecto positivo sobre la estructura de los suelos.

Souza y Cogo, Machado et al., Roose et al., Silva y Mielniczuk, citados por Ferreira et al. (2001) afirman que las alteraciones realizadas sobre el equilibrio del ecosistema, provocan cambios en la dinámica de la materia orgánica y los efectos son generalmente negativos sobre las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos, llevando a la disminución de la estabilidad de los agregados, al aumento de la densidad y disminución de la macroporosidad, tamaño de los agregados y tasa de infiltración de agua, además de la reducción del complejo de cargas y actividad biológica.

La degradación de la calidad del suelo esta directamente relacionada a la disminución del tenor de materia orgánica del suelo y a la compactación por el tráfico (Dalla Rosa, Blancaneaux et al., citados por Ferreira et al., 2001).

Bayer y Mielniczuk, citados por Bayer et al. (2002) afirman que la degradación de la materia orgánica del suelo tiene un efecto negativo principalmente en la Cic, disponibilidad de nutrientes, estabilidad de los agregados y actividad microbiológica.

Vidor, citado por Krabbe et al. (1994) asevera que a través de la acción ejercida por las hifas de los hongos o por la producción de polisacáridos extracelulares por las bacterias o también por los mocos intestinales de las lombrices y otros representantes de la meso y macrofauna del suelo, puede ocurrir un aumento en la agregación de las partículas del suelo y con eso una mejoría en sus propiedades físicas.

En estudios realizados en nuestro país (García et al., 2001) se cita la importancia del componente materia orgánica sobre la estabilidad estructural del horizonte superficial.

En lo que refiere a la retención de agua esta aumenta con los niveles de materia orgánica pudiendo alcanzar valores de hasta 20 veces su peso en agua. Los suelos arenosos con niveles más altos de materia orgánica, tienen mayor cantidad de pequeños poros para almacenar agua disponible para las plantas. Los suelos mas arcillosos tienen un mejor drenaje interno cuando las cantidades de m.o. son altas, que cuando estas son menores (Salas, 1992).

2.6 INFLUENCIA DE LOS MANEJOS REALIZADOS SOBRE EL SUELO EN LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, QUÍMICAS Y BIOLÓGICAS

Diversos autores (Primavesi 1984, Ferreira et al. 2001, Nicholls y Altieri, 2003) citan como manejos más influyentes sobre la calidad del suelo, a la incorporación de enmiendas orgánicas, la presencia o no de suelo desnudo durante largos períodos, al laboreo (tipo e intensidad del mismo) entre otros manejos.

Según Mendosa et al. (2001) las transformaciones necesarias para sustituir las técnicas convencionales por ecológicas, conllevan un período de reconversión. Del estudio se desprende que un 16% logran aplicar los manejos en un período de uno a dos ciclos de cultivo, 48% de los productores les lleva de dos a tres ciclos y un 25% les insume más de tres ciclos incorporar las prácticas conservacionistas.

2.6.1 Incorporación de enmiendas

En nuestro país los productores tienen adquiridas como prácticas comunes realizar la incorporación de algún tipo de abonos orgánicos, siendo muy variables los tipos de material y la forma de aporte.

En muchos casos se incorpora la vegetación que creció durante el período de barbecho antes de comenzar el nuevo cultivo. En otros casos, se hacen aportes con cantidades y frecuencias muy variables de estiércol de pollo o de gallina como forma de aporte de nutrientes (Blum et al., 2006).

Shaver et al., citados por Tripathi et al. (2006) reportaron que cada tonelada por há de residuo agregada sobre un período de 12 años reducía la densidad en 0.01 mg/m³ e incrementaba la porosidad efectiva en un 0.3%, y cada g/kg de carbono orgánico, aumentaba la proporción de macroagregados en un 4.4% en la capa de 0-25 mm.

Sanchez et al. (2006) evaluaron los efectos de la adición de enmiendas orgánicas en la densidad aparente, la distribución y estabilidad de agregados y el carbono total, encontrando que la densidad aparente disminuyó con el incremento de las dosis. Se dieron cambios en la estructura con dosis de 40 y 60 tt/há aumentando la porosidad total y el porcentaje de macroporos. También se observó un desplazamiento de los agregados estables al agua hacia los fraccionamientos de mayor tamaño, principalmente en aquellos que recibían mayores dosis.

En trabajos realizados por Alguacil et al. (2005) se encontró que el carbono orgánico de los residuos puede afectar la densidad aparente de un suelo y mejora su estabilidad estructural.

En lo que refiere a la retención de agua del suelo, López y Avalos (2004) encontraron aumentos significativos de la misma con la incorporación de compost.

Castillo et al. (2004) afirman que de los estudios realizados, los contenidos de materia orgánica del suelo fueron estadísticamente superiores en los tratamientos con enmiendas y produjo cambios favorables en la estabilidad de los agregados, la porosidad total y la resistencia a la penetración de las raíces.

En una investigación para evaluar la potencialidad del bio abono y el estiércol de bovino, como agentes mejoradores de las propiedades físicas del suelo, Seguel et al. (2003) demostraron que en un corto plazo se dio una disminución de la densidad aparente y un aumento de la porosidad total, especialmente los macroporos. El agua disponible no presentó diferencias entre tratamientos, mientras que la infiltración de agua aumentó con la aplicación de enmiendas. A su vez se observó en este estudio un incremento de la estabilidad de agregados.

En términos gravimétricos, las aplicaciones de M.O. (estiércol bovino y bio-abono) promovieron un incremento de retención de agua en toda la curva, pero debido a la menor DA (Densidad aparente) generada en dichos tratamientos, la disponibilidad de agua fue similar, sin diferencias significativas entre los tratamientos. Dependiendo de la intensidad del laboreo, existió un ligero incremento en la disponibilidad y retención de agua cuando se realizaron dos aplicaciones de MO, especialmente a bajas presiones (Seguel et al., 2003).

En este mismo trabajo (Seguel et al., 2003) el principal efecto de los residuos orgánicos se encontró en la mayor cantidad de macroporos, lo que favorecería una mejor aireación e infiltración de agua. Se pudo apreciar la mayor macroporosidad en los tratamientos que recibieron mayores contenidos de materiales orgánicos. En cuanto a la intensidad de aplicación, también existió un efecto positivo al incorporar durante dos años consecutivos.

Torres et al. (2006) comparó dos sistemas de manejo para evaluar el impacto del uso de la tierra a través de indicadores químicos: convencional con fertilización química, laboreo reducido con fertilización orgánica y se tomó como testigo un suelo bajo monte nativo. Los resultados arrojaron que el sistema convencional presentó la mayor degradación con menores niveles de materia orgánica y capacidad de intercambio catiónico (CIC). El manejo alternativo (orgánico) presentó menores niveles de degradación de materia orgánica y valores de CIC similares al monte nativo.

Los fertilizantes y en especial los amoniacales, pueden producir efectos secundarios indeseables como la disminución del pH de los suelos (Schwab et al., citados por Echeverría et al., 2001). Para un suelo Argiudol típico de Balcarce, se registró una caída de 0,39 unidades de pH, luego de recibir durante ocho años 120 kg N ha⁻¹ bajo la forma de urea (Fabrizzì et al., citados por Echeverría et al., 2001).

2.6.2 Cobertura del suelo - utilización de abonos verdes

En el trabajo realizado por Doglioti et al. (2006) sobre diseño, implementación y evaluación de sistemas de producción hortícolas sustentables, se propone como

principales herramientas las rotaciones de cultivos, actividades entre cultivos como abonos verdes y cultivos forrajeros, entre otros manejos.

Bravo et al. (2004) con el objetivo de evaluar las diferentes especies de cobertura sobre las propiedades físicas de un suelo cultivado con Maíz, demostró que los índices de densidad aparente, distribución de tamaños de poros y agua disponible, después de dos años, fueron mantenidos o mejorados en todas las coberturas y demostró la factibilidad de implantación de los sistemas de manejos.

Las raíces de las plantas incrementan la estabilidad de los agregados que las rodean (Lynch y Bragg, citados por Alguacil et al., 2005) a través de distintos mecanismos de interacción. Raíces e hifas de hongos micorríticos asociados pueden formar una red tridimensional que atrapa las pequeñas partículas de suelo en agregados.

Astier et al. (2006) afirma que los abonos verdes contribuyen a la conservación de la materia orgánica, propiedades biológicas, físicas y químicas del suelo.

Esto es comprobado por Frye (1999), donde en ensayos realizados con incorporación de abonos verdes incrementó significativamente el rendimiento en grano de los cultivos subsiguientes, también se observó un aumento en el suelo de la materia orgánica.

Calegari y Peñalva (1994) consideran a los abonos verdes fundamentales para el mantenimiento y o mejoría de las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo. Los efectos más importantes se pueden enumerar en:

- Mejorar la agregación del suelo.
- Mantener y elevar el contenido de materia orgánica, a través del aporte de fitomasa voluminoso y continuo a lo largo de los años.
- Aumentar la capacidad de retención y mantenimiento del agua por el mejoramiento de las condiciones del suelo (por incremento de materia orgánica y la presencia de cobertura como mulch).

Altieri (1999) piensa que desde el punto de vista de manejo, dentro de los componentes básicos de un agroecosistema sustentable, la cubierta vegetativa, es una medida efectiva de conservación del suelo y el agua. Dentro de estas prácticas se cuenta con: cero-labranza, cultivos con "mulches" y mantenimiento el suelo cubierto.

En ensayos realizados en diferentes suelos del Uruguay por Victora et al. (2000) se encontró que en suelos sin presencia de cobertura, la erosión hídrica produjo pérdida de suelo y de materia orgánica. En suelos de mayor fertilidad natural y fracciones finas se obtuvieron sedimentos con mayores niveles de materia orgánica, mientras que en suelos de textura más gruesa se obtuvieron mayor cantidad de sedimentos pero con

niveles más bajos de materia orgánica. La cobertura vegetal redujo promedialmente las pérdidas de suelo en casi 50 veces, en relación a las pérdidas ocurridas con suelo desnudo. Esto se debe fundamentalmente a la disminución de la carga de sedimentos en el escurrimiento.

Otros estudios llevados adelante por Frye (1999), demostraron que el uso de abonos verdes produjo un incremento en la materia orgánica y varios elementos del suelo.

De acuerdo a Wischmeier y Smith, citados en Garrido (2006), cuando se considera sólo el factor lluvia, la pérdida de suelo por unidad de área de suelo desnudo es directamente proporcional al producto de dos características de la lluvia: la energía cinética y la máxima intensidad durante un período de 30 minutos. Este producto es usado para expresar el potencial de erosión de la lluvia.

Carvalho et al. (1995) demostró que el contenido de materia orgánica de un suelo a lo largo del tiempo era mayor en un 40% en sistemas que incluían rotaciones comparado con un monocultivo.

En relevamientos realizados en la zona hortifrúcticola de Montevideo por Blum et al. (2006) los productores manifiestan que realizan un uso intensivo y continuo de la tierra, sin la posibilidad de hacer rotaciones con un cultivo mejorador del suelo, como ser abonos verdes o un cultivo más permanente como las praderas.

En ensayos realizados por Espinoza (2004) la incorporación de residuos de leguminosa incrementó la mineralización de C y estimuló la actividad y masa microbiana comparado con el resto de residuos aplicados. Los resultados indican que residuos de leguminosa con mínima labranza contribuyeron a incrementar los macroagregados y las fracciones lábiles de C en un suelo tropical altamente meteorizado.

2.6.3 Efecto de laboreos

Según trabajos realizados por Roldán et al., Izquierdo et al., citados por Alguacil et al. (2005), se concluye que la calidad y la cantidad de la materia orgánica perteneciente a un suelo, normalmente varía de forma lenta, y se requiere muchos años (5-10 años), para detectar los cambios producidos por las prácticas de manejo. Lo amplio de los cambios en la materia orgánica están controlados principalmente por la actividad microbiana y son influenciados por el tipo y el grado de laboreo del suelo.

El manejo de laboreo convencional incluye el uso de arados de vertedera o de discos, rotovador y otras herramientas de labranza de inversión. Glisanz y Arboleya

(2006) afirman que estos implementos causan un deterioro en las propiedades físicas del suelo.

A nivel de los implementos de labranza, cada uno posee características intrínsecas al diseño y la forma en que realizan el movimiento del suelo que los lleva a provocar perturbaciones diferenciales (FAO, 2000).

El proceso de compactación en la superficie del suelo es común en la preparación convencional del suelo (Da Ros et al., 1996).

El arado de vertedera (o reja) es uno de los más implementos clásicos de labranza, corta un prisma de suelo y le da vuelta aproximadamente 130°. Su acción mezcladora es muy limitada (FAO, 2000).

Mientras el disco no voltea tan perfectamente como la vertedera, está haciendo al mismo tiempo la labor de pulverizar y mezclar. Es una herramienta bastante universal y robusta. Sin embargo, bajo el concepto de una agricultura conservacionista y una labranza más cuidadosa y dirigida, los implementos de discos deben ser considerados muy críticamente. En el caso del arado de disco este lleva a una pérdida de estructura, una fuerte mineralización, una mayor erosión y pérdida de humedad y una peor infiltración de agua. En la dirección vertical el disco entra por su peso apoyándose sobre su filo, lo que lleva a una compactación en el punto de apoyo. En casos de uso excesivo del implemento, puede provocar la formación de capas muy compactadas debajo del horizonte de trabajo del implemento. Estas compactaciones inhiben la infiltración de agua (FAO, 2000).

El rotovador es un implemento que puede ser considerado crítico bajo situaciones de clima tropical por su fuerte impacto sobre la estructura del suelo y el alto riesgo de erosión relacionado con ello (FAO, 2000).

En el trabajo realizado por Blum et al. (2006) se menciona que los productores consideran que realizan un manejo de suelo adecuado. Se encontró que muchos productores utilizan como practica dejar en primavera y verano el suelo descubierto, bajo permanentes laboreos, dejando en barbecho los cuadros durante seis meses a un año. Estas prácticas son muy negativas desde el punto de vista de la conservación del recurso (Blum et al., 2006).

La preparación del suelo busca modificar la estructura, erradicar las malezas y manejar los residuos culturales, aumentando la porosidad total en la camada preparada (Burwell et al., citados por Bertol et al., 2000). No obstante, su principal efecto generalmente es reflejado en la pérdida de la calidad estructural del suelo (Carpenedo y Mielnickzuk, Silva y Mielnickzuk, citados por Bertol et al., 2000). Esto ocurre

principalmente porque la mayoría de las veces, la preparación del terreno es hecha con excesiva intensidad y con el suelo en condiciones de humedad inadecuada.

Bayer et al., citados por Alguacil et al. (2005) afirman que el laboreo del suelo causa una rápida pérdida de los niveles de materia orgánica llevando a una disminución de la actividad biológica, estabilidad de los agregados y reducción en la productividad de las cosechas.

Por otro lado Lynch y Bragg, también citados por Alguacil et al. (2005) afirman que existe una pérdida de materia orgánica posterior al laboreo y la misma es atribuida a la destrucción de los macroagregados y la subsecuente mineralización de la materia orgánica del suelo.

Lupi et al. (2002) encontró que el diámetro medio ponderado de los agregados fue afectado por la eliminación de los residuos. Los agregados mas pequeños se presentaron donde se aplicó la quema y el laboreo convencional. El índice de inestabilidad estructural, permitió observar el fuerte proceso de desestabilización que sufre el suelo ante la preparación del terreno con técnicas intensivas que no aportan materia orgánica (M.O.) fresca y pierden M.O. estable por mineralización.

Los descensos de la materia orgánica promovidos por el laboreo pueden ser responsables de la menor estabilidad de los agregados ocurrida en los suelos laboreados, sin embargo se han observado cambios en la estabilidad sin que se registren cambios en la materia orgánica (Puget et al., citados por Alguacil et al., 2005).

El laboreo conservacionista de un suelo se define como aquel que deja en el suelo como mínimo un 30% de residuos vegetales, mínimas intervenciones y utilizan herramientas de laboreo vertical (Glisanz y Arboleya, 2006).

El arado de Cincel, reestructura los suelos sin modificar notoriamente su estratificación. Permite dejar en cobertura la superficie con restos vegetales, no mezcla los diferentes estratos. Los cinceles, al introducirse en el suelo causan la compresión de este. El suelo finalmente escapa hacia arriba dejando una zona de rotura que parte de la punta del cincel aproximadamente en un ángulo de 45° en suelos secos. Por lo tanto, el cincel sirve para roturar el suelo (FAO, 2000).

Uribe y Rouanet (2002) con el objetivo de estudiar si el tipo de labranza afectaba el contenido de humedad en el perfil del suelo, comparó un sistema convencional de preparación de suelo con dos sistemas de cero laboreo: uno con quema y otro si quema, comprobando que desde el punto de vista de la retención de humedad en el perfil de un suelo Ultisol, es recomendable utilizar cero labranza sin quema de residuos.

La densidad de los suelos está relacionada con otras características de los suelos. Los suelos arenosos de baja porosidad tienen una mayor densidad (1,2 a 1,8 g/cm³) que los suelos arcillosos (1,0 a 1,6 g/cm³), los cuales tienen un mayor volumen de espacio de poros. La materia orgánica tiende a reducir la densidad suelo/masa debido a su propia baja densidad y a la estabilización de la estructura del suelo que resulta en mayor porosidad. La compactación causada por el uso inadecuado de equipos agrícolas, por el tráfico frecuente o pesado, o por el pobre manejo del suelo, pueden aumentar la densidad del suelo de los horizontes superficiales a valores que pueden llegar a 2 g/m³. La densidad de los suelos a menudo es usada como un indicador de la compactación (Garrido, 2006).

En el laboreo conservacionista existen una serie de variantes: Siembra directa, mínimo laboreo, laboreo en el surco, laboreo en zona, laboreo en franjas.

Con estos sistemas se controla la erosión, se mejora el control de malezas y enfermedades, mejora la infiltración, se reciclan nutrientes, se incrementa la porosidad del suelo y se evita el lavado de nutrientes (Glisanz y Arbolea, 2006).

Como beneficios adicionales aumenta la materia orgánica, disminuye los costos operacionales y permite una mayor flexibilidad en el manejo (Glisanz y Arbolea, 2006).

En horticultura el uso de la labranza cero o reducida, está teniendo sus primeros ensayos en el Uruguay (Glisanz y Arbolea, 2006) pero hasta a la actualidad no ha sido incorporada por los productores, se cree importante presentar los resultados obtenidos en otros rubros como forma de comparar manejos alternativos al laboreo convencional.

Da Ros et al. (1996) en su experimento encontró los resultados que se presentan en el cuadro No. 13 al estudiar los efectos de la siembra directa en años sucesivos.

Cuadro No. 13: Densidad de suelo (gr/cm³), Porosidad Total (dm³/dm³), macro y microporos (dm³/dm³) en función de años de cultivo en siembra directa (SD).

Años de cultivo bajo SD	DA	Por. Total	Macrop.	Microp.
Profundidad de 0-7 cm				
1	1.36	0.507	0.11	0.397
6	1.4	0.493	0.114	0.379
9	1.31	0.509	0.121	0.389
Profundidad de 7-14 cm				
1	1.31	0.489	0.108	0.381
6	1.4	0.505	0.128	0.377

9	1.4	0.49	0.102	0.388
Profundidad de 14-21 cm				
1	1.23	0.55	0.18	0.369
6	1.28	0.533	0.178	0.355
9	1.31	0.545	0.173	0.372

Fuente: modificación de los autores sobre información aparecida en Da Ros et al. (1996)

Según Eltz et al., citados por Da Ros et al. (1996), la mejor estructura del suelo en un sistema de siembra directa, puede ser observado en la reducción de los porcentajes de agregados en las clases de menor diámetro, y el aumento de las de mayor diámetro, estando relacionada al aumento del tiempo de cultivo en este sistema.

En las investigaciones realizadas por Da Ros et al. (1996), se encontró con relación al diámetro medio geométrico (DMG), que hubo un incremento con los consecutivos cultivos en siembra directa, siendo este aumento mas acentuado en los primeros años de instalación del sistema. En el área con seis y nueve años hubo un aumento de 1.47 a 2.02 mm, respectivamente en relación al área con un año de siembra directa.

Aumentos significativos en el tamaño de los agregados en siembra directa, comparado con la preparación convencional del suelo, fueron encontrados por Vierra y Muzilli y Campos et al., citados por Da Ros et al. (1996).

En experimentos realizados por Tripathi et al. (2006), se evaluó el efecto del laboreo y la incorporación de residuos durante 4 años, en suelos franco limo arcillosos. Se observó los mayores incrementos en la densidad aparente en el laboreo convencional, seguido por la preparación utilizando 4 pasadas de rotovador. En el laboreo reducido con 2 pasadas de rotovador y la siembra directa sin laboreo, se obtuvieron menores valores de D.A.

Alguacil et al. (2005), estudiando el uso del cero laboreo obtuvo resultados que muestran que el cero laboreo fue el más efectivo en la mejora de las propiedades físicas y bioquímicas y el incremento de la materia orgánica del suelo. Dichos efectos fueron más notables en la capa de suelo de 0 – 5 cm. En este mismo experimento se incrementaron los niveles de la enzima glomalina que sugieren que los incrementos de la estabilidad de los agregados en la parcela no laboreada se deben a la presencia de hongos.

La pérdida de materia orgánica promovida por el laboreo, puede ser responsable de la menor estabilidad de los agregados ocurrida en los suelos laboreados. No obstante,

cambios en la estabilidad de los agregados seguidas del uso de la tierra, han sido observados sin cambios en el contenido total de materia orgánica (Puget et al., citados en Alguacil et al., 2005).

Estos resultados pueden indicar que sólo algunas fracciones de la materia orgánica del suelo están involucradas en la estabilidad estructural o que la misma cambia más rápido que el carbono orgánico. Por ejemplo, en la fracción del carbono soluble en agua hay polisacáridos extracelulares, de bacterias y hongos, y mucilagos de raíces que actúan como agentes de unión de los agregados del suelo (Roldán et al., citados por Alguacil et al., 2005). En el estudio, el cero laboreo incrementó significativamente la acumulación de restos en la superficie del suelo, la cual enriqueció el suelo en materia orgánica lábil.

Ensayos realizados en el sur de Brasil por Alguacil et al. (2005) muestran el efecto de distintos manejos para un suelo arcilloso sobre los tenores de carbono orgánico del suelo. Estos resultados son concluyentes en que el aumento del laboreo trae aparejado disminuciones en los porcentajes de carbono orgánico. Analizando las parcelas con cero laboreo, el carbono orgánico aumentó aproximadamente un 300 % respecto del laboreo convencional, que consistió en dos pasadas de disquera al año a una profundidad de 200 mm.

En el suelo con barbecho cubierto, Ferreira et al. (2001) encontró que hubo una reducción de la densidad provocada por las raíces de las plantas que colonizaron la parcela durante el período. En lo referido a la porosidad los resultados mostraron que la misma no fue alterada hasta el segundo año de cultivo, cuando se compara con el testigo bajo monte nativo. Al tercer año se verificó una disminución de la porosidad de 7%.

Los datos presentados coinciden con Prevedello, citado por Ferreira et al. (2001), en que el uso inadecuado del suelo afectó la porosidad, teniendo como consecuencias la reducción del almacenaje, disponibilidad y transporte de la solución y el aire del suelo, los cuales no sólo dependen de la porosidad total, sino también y principalmente de cómo el espacio total es distribuido por tamaño.

Trabajos realizados por Bayer y Guilherme (1999) con el objetivo de evaluar el efecto de los sistemas de manejo del suelo sobre los tenores de materia orgánica, señalan que comparativamente con un suelo sobre monte nativo, se observó una reducción en torno del 60-70% de los tenores de materia orgánica en la camada superficial (0 – 2.5) del suelo, con la utilización de la preparación convencional. En promedio, en la camada de 0 – 10 ocurrió una reducción de 50% de los tenores de materia orgánica.

La alteración del uso y/o manejo del suelo, sustituyendo la preparación convencional del suelo por campo natural o laboreo reducido, resultan en una recuperación de los tenores de materia orgánica, probablemente debido a las menores

pérdidas por erosión y reducción de la tasa de descomposición de materia orgánica. La utilización de la siembra directa, durante 3 – 7 años, resultó en un incremento de los contenidos de materia orgánica entre 25 y 108 % en la camada de 0 – 2.5 cm. y 18 – 52% en la camada de 0 – 10cm, comparativamente a la preparación convencional del suelo (Bayer y Guilherme, 1999).

En ese mismo trabajo, los autores (Bayer y Guilherme, 1999) marcan que en las áreas sobre campo natural, la materia orgánica debe estar próxima a un contenido estable, debido al período de 30 años sobre este manejo. En las áreas sobre laboreo reducido (siembra directa), debido al corto período ocurrido de utilización del sistema, la materia orgánica se encuentra en un proceso de acumulación, cuya tasa se reducirá gradualmente a partir de los años próximos, hasta llegar a un contenido estable, determinado por la relación entre tasas de adición y de pérdida de materia orgánica del suelo.

También con el aumento de la movilización del suelo durante la preparación, hay una reducción en la estabilidad de los agregados y en el DMG de los agregados (Abrao et al., citados por Krabbe et al., 1994). Resultados similares hallaron Reinert et al., citados por Krabbe et al. (1994) al estudiar el efecto de diferentes métodos de preparación del suelo sobre la estabilidad de los agregados.

En lo que refiere a la estabilidad de los agregados Krabbe et al. (1994), observó que para diferentes sistemas de laboreo del suelo: no laboreado, convencional y monte natural, el último presentó mayores diámetros de agregados estables al agua, seguido de el no laboreado y el laboreo convencional. Los resultados de la distribución de agregados estables en agua, se presentan en el cuadro No. 14 para los diferentes manejos.

Al final del otoño, se presentaron en la clase de agregados con diámetro entre 8 – 4.76 mm, mayor proporción para el área de monte nativa; siembra directa y sistema convencional, respectivamente. En esta clase cuanto mayor es la cantidad de agregados remanentes en agua, mejores son las características físicas de un suelo.

En las demás clases (4.76 – 2.00 mm; 2.00 – 1.00 mm; 1.00 – 0.21 y < 0.21) fueron verificados valores menores para las áreas de mata natural y siembra directa, aunque en cultivo convencional y siembra directa, respectivamente, presentaron valores mas altos, existiendo diferencias significativas apenas en la clase < 0.21 mm, que indica peores características físicas.

Cuadro No. 14: Distribución porcentual de agregados estables al agua con base al peso, en clases C1 (8-4.76 mm), C2 (4.76-2 mm), C3 (2.00-1.00 mm), C4 (1.00-0.21 mm) y C5 (menos de 0.21 mm) en tres estaciones del año 1991 con tres manejos diferentes del suelo.

Estación	Manejo	Clase				
		C1	C2	C3	C4	C5
Otoño	1	38.1	14.8	8.5	21.8	16.7
	2	71.9	11.8	5.7	6.8	3.7
	3	44.1	16.6	10.1	17.6	11.7
	4	75.2	9.2	4	5.8	5.7
Invierno	1	26.9	14.9	10.3	28.8	10.1
	2	55.2	19.7	9.2	10.3	5.7
	3	24.4	17.4	10.2	27	17
	4	73.5	9.8	5	6.7	5
Primavera	1	20.8	14.6	12.4	30	22.1
	2	72.1	12.9	5.5	5.9	3.6
	3	32.2	15.7	11.9	25	15.3
	4	82.1	7.6	2.7	4	3.6

Fuente: modificación de los autores sobre información aparecida Krabbe et al. (1994)
Referencias: 1 Manejo convencional | 2 Siembra directa | 3 Siembra directa | 4 Monte nativo

Diversos autores citados por Bertol et al. (2000) hablan acerca de los efectos negativos del laboreo convencional sobre las características físicas e hídricas de los suelos. En este sentido se menciona que los sistemas de manejo convencional del suelo normalmente ocasionan degradación del suelo por la pérdida de la calidad estructural y aumento de la erosión hídrica, especialmente cuando es disociado de prácticas conservacionistas. La siembra directa constituye así una alternativa de manejo capaz de preservar las propiedades físicas y la capacidad productiva del suelo (Silva y Mielnicksuk, citados por Bertol, 2000) y reducir además las pérdidas por erosión hídrica (Bertol et al., citados por Bertol, 2000).

El aumento de la densidad del suelo acarrea disminución de la macroporosidad y porosidad total, lo que implica un aumento de la resistencia a la penetración de raíces en la zona radicular (Bertol, citado por Da Ros et al., 1996).

El proceso de compactación en la superficie del suelo es común en la preparación convencional del suelo (Da Ros et al., 1996).

La utilización de laboreo reducido (siembra directa) no causa aumento en la densidad del suelo, con el pasar de los años de cultivo en este sistema puede disminuir la densidad, aumentar la porosidad y el diámetro de los agregados (Bonfante, Campos et al., Albuquerque et al., citados por Da Ros et al., 1996).

Según Ker et al., citados por Ferreira et al. (2001), el uso intensivo del suelo normalmente induce a la compactación, con reducción de la porosidad total, disminuyendo así, la capacidad de absorción y retención de agua.

Los resultados encontrados por Ferreira et al. (2001) mostraron modificaciones morfológicas resultantes del cultivo continuo relacionadas a la transición y estructura del horizonte superficial. La transición pasó de gradual a clara en el horizonte Ap (horizonte A perturbado) de los perfiles cultivados. La estructura del horizonte superficial en la parcela sobre monte nativo se presentó como fuerte, pequeña y granular, mientras que el Ap en el suelo con un año de cultivo de soja presentó una estructura débil pequeña y granular y bloques subangulares, indicando que el laboreo ejerce un efecto inmediato sobre el grado de estructuración del suelo.

En este mismo trabajo los perfiles con 2 y 3 años de cultivo, donde se incluyó maíz en la rotación y en el suelo que se cultivó y dejó con vegetación espontánea, nuevamente se verificó que el cultivo proporcionó una ligera mejora con el pasar de los años, en el grado de la estructura del suelo, en relación al perfil con un año de soja, lo que puede ser atribuido al sistema radicular fasciculado del maíz. Todos los perfiles, excepto el perfil bajo vegetación nativa (consistencia suelta y blanda) se presentaron con consistencia ligeramente dura.

Con respecto a la densidad del suelo, Ferreira et al. (2001) encontró un aumento de la misma en los horizontes superficiales y subsuperficiales de los perfiles T1, con un año de cultivo (Soja); T2, con dos años de cultivo y T3, con tres años de cultivo (Soja-Maiz-Soja), provocadas principalmente por la acción de la maquinaria utilizada en el laboreo del suelo, por pulverización de los horizontes y su posterior reacomodo o por compactación mecánica (suela de arada).

Pereira et al., citados por Ferreira et al. (2001) observaron en suelos de textura arenosa que luego de 10 años de cultivo, la densidad del suelo varió de 0.88 mg/m³ a 1.03mg/m³ (variación de 0.15 mg/m³) con el efecto de un manejo intensivo del suelo, aumentando la densidad y causando limitaciones al desarrollo de las plantas (Kiehl, citado por Ferreira et al., 2001) y al crecimiento de las raíces.

En el suelo con barbecho posterior (Ferreira et al., 2001) hubo una reducción de la densidad provocada por las raíces de las plantas que colonizaron la parcela en el período de barbecho.

En lo referido a la porosidad los resultados de Ferreira et al. (2001) mostraron que la misma no fue alterada hasta el segundo año de cultivo cuando se compara con el testigo bajo vegetación nativa (Tn). Al tercer año se verificó una disminución de la porosidad de 7%.

Los datos presentados coinciden con Prevedello según cita Ferreira et al. (2001), en que el uso inadecuado del suelo afectó la porosidad, teniendo como consecuencias la reducción del almacenaje, disponibilidad y transporte de la solución y el aire del suelo, los cuales no sólo dependen de la porosidad total sino también y principalmente de cómo el espacio total es distribuido por tamaño.

Ferreira et al. (2001) concluye que el comportamiento para la porosidad fue similar al de la densidad, en el período de barbecho la porosidad recuperó los valores del monte nativo, ya que estos parámetros están inversamente relacionados. Existió un aumento de la microporosidad con los años de cultivo y consecuentemente una reducción de la macroporosidad.

Los factores que afectan la disponibilidad de agua para los cultivos son: la estructura del suelo, la textura y el tenor de materia orgánica (Klein y Libardi, 2000).

La compactación del suelo afecta principalmente la porosidad. Estudios demuestran que esta compactación puede afectar el agua disponible para las plantas, por ocurrir un aumento de la tensión con que esa agua es retenida en los poros (Baumer y bakermans, citados por Kein y Libardi, 2000).

Ferreira et al. (2001) analizando la curva de retención de agua, encontró un aumento en los valores retenidos a bajas tensiones (0.01 y 0.03 Mpa) en los perfiles T1 y T2 en relación al perfil Tn. Este hecho puede ser consecuencia del aumento de microporos. El aumento de los tenores de humedad acompañan inversamente los valores de densidad global, indicando que lo que está ocurriendo no es una alteración en el volumen total de suelo, sino una alteración en las relaciones entre micro y macroporos.

A partir del tercer año (T3) se verificó una reducción de los valores de agua retenida en las bajas tensiones, en relación al perfil sobre vegetación nativa (Tn), provocado por la disminución de la porosidad total.

Estos datos confirman lo encontrado por Prevedello, Ker et al., citados por Ferreira et al. (2001), en que la reducción de la porosidad afecta la retención de humedad de los suelos, siendo consecuencia directa del manejo inadecuado. En este estudio el

nivel crítico ocurrió luego del tercer año de cultivo. Después del período de barbecho, los valores de humedad a bajas tensiones retornan a valores próximos al perfil Tn, acompañando la reestructura física del suelo. Por otro lado, las capacidades de retener agua a altas tensiones, permanecen prácticamente inalteradas, porque están relacionadas a la textura del suelo y superficie específica de los minerales que lo componen; confirmando los resultados obtenidos por Salter y Williams, Petersen et al., citados por Ferreira et al. (2001).

El trabajo de Ferreira et al. (2001) concluye que el sistema convencional de manejo provocó cambios en las propiedades edáficas estudiadas, acarreado restricciones al sistema al tercer año de uso agrícola. Las propiedades físicas de densidad, porosidad y agua disponible fueron fuertemente influenciadas por el sistema de manejo. El tiempo de barbecho de 3 años no fue suficiente para recomponer las características edáficas del sistema sobre vegetación nativa, principalmente en términos de contenido y calidad de la materia orgánica disponible y de contenido de agua.

En otro experimento realizado por Klein y Libardi (2000) con el objetivo de evaluar el efecto de la densidad del suelo sobre la disponibilidad de agua a las plantas, dio resultados que mostraron que el aumento de la densidad en un Latosol rojo hasta 1.1 mg/m³ aumenta el almacenaje de agua en el suelo, así como su disponibilidad para los cultivos. Para valores superiores de densidad los parámetros citados disminuyen. Esto coincide con lo encontrado por Tormenta et al., citados por Klein y Libardi (2000).

Trabajando en este concepto, Da Silva y Kay, citados por Klein y Libardi (2000) observaron que la FUMML (faja de humedad menos limitante) era negativamente afectada por el aumento de la densidad y el tenor de arcilla de los suelos.

Estudiando los siguientes sistemas:

- Tratamiento testigo donde no se realizó ningún tipo de intervención.
- Tratamiento en seco: área de campo natural en 1959 y desde entonces usualmente cultivada con dos cultivos anuales. En el período de 1959 hasta 1991 fue manejado en un sistema convencional de preparación del suelo, luego de ese período fue utilizado un manejo conservacionista, intercalando siembra directa y laboreo reducido.
- Tratamiento irrigado: área de campo natural en 1981 para la instalación de sistema de riego de pivote central, y cultivada con cultivos anuales en sistema de manejo conservacionista, con siembra directa intercalando con arada profunda cuando se instalaba un cultivo de tomate (arada profunda en 1990 y 1992).

En el tratamiento testigo no se verificó resistencia a la penetración de raíces o que la porosidad fuese limitante. La FUMML varió, positivamente, de 0.0467 a 0.1121 m³/m³ con el aumento de la densidad del suelo de 0.92 a 1.03Mg/m³.

En el suelo bajo seco, la FUMML fue afectada en su límite inferior a partir de una densidad de 1.1Mg/m³, mientras que la porosidad de aireación en ningún momento fue limitante. A FUMML varió de 0.1172 a 0.0897m³.m³ y la densidad de 0.98 a 1.21 Mg.m³.

En el área irrigada hubo una limitación tanto de la resistencia a la penetración como de la porosidad de la aereación sobre la FUMML. La resistencia a la penetración pasó a ser limitante en la densidad del suelo de 1.06 Mg/m³, mientras que la porosidad fue a partir de 1.27 Mg/m³, la FUMML varió de 0.123 a 0.0276 m³.m³, mientras que la densidad varió de 1 a 1.30 Mg/m³, esto indica que los valores de densidad por encima del citado valor disminuyen drásticamente el volumen de agua disponible para las plantas.

Klein y Libardi (2000) concluyen que para el suelo estudiado, se puede afirmar que una densidad entre 1 a 1.1 Mg/m³ sería la ideal porque en esa condición la FUMML sería máxima, en torno de 0.12 m³/m³.

Glisanz et al. (2006) concluye de los ensayos realizados en el país, que el mínimo laboreo y cero laboreo en horticultura mejoran la calidad del suelo y contribuyen a un menor enmalezamiento en etapas tempranas del cultivo, entre otros beneficios.

2.7 INDICADORES VISUALES UTILIZADOS EN LA EVALUACIÓN DE LA SUSTENTABILIDAD DE LOS SUELOS

Desde un punto de vista de manejo, los componentes básicos de un agroecosistema sustentable incluyen:

- 1- Cubierta vegetativa como una medida efectiva de conservación del suelo y el agua, mediante el uso de prácticas de cero-labranza, cultivos con "mulches", uso de cultivos de cubierta, etc.
- 2- Suplementación regular de materia orgánica mediante la incorporación regular de abono orgánico y compost, y promoción de la actividad biótica del suelo.
- 3- Mecanismos de reciclado de nutrientes mediante el uso de rotaciones de cultivos, sistemas de mezclas cultivos/ganado, sistemas agroforestales y de intercultivos basados en leguminosas, etc.

4- Regulación de plagas asegurada mediante la actividad estimulada de los agentes de control biológico, alcanzada mediante la manipulación de la biodiversidad y por la introducción y/o conservación de los enemigos naturales.

Interpretar y predecir los efectos del manejo sobre la calidad del suelo a través de indicadores confiables y sensibles constituye una de las principales finalidades del estudio del suelo. Es necesario contar con indicadores para interpretar los diferentes datos de calidad de suelo como paso fundamental para definir sistemas de producción sustentables (Dalurzo et al., Michelena et al., citados por Rivero et al., 2003).

Altieri y Nicholls (2002) propone que estos indicadores deberían cumplir con las siguientes condiciones:

- 1- Ser relativamente certeros y fáciles de interpretar.
- 2- Que puedan reflejar cambios ambientales y el impacto de los cambios de manejo.
- 3- Ser capaces de integrar propiedades físicas, químicas y biológicas.
- 4- Poder relacionarse con procesos del ecosistema.

Cuando todas las mediciones que se realizan se basan en los mismos indicadores, los resultados son comparables y se puede apreciar la trayectoria de procesos en un mismo predio, así como comparar diferentes establecimientos. A su vez se pueden visualizar los atributos de plantas o de suelo, con respecto a un umbral preestablecido (Altieri y Nicholls, 2002).

En la actualidad, este tipo de indicadores de fácil medición pueden ser una herramienta interesante como complemento a los sistemas de garantía participativos.

Cada indicador se estima en forma separada, asignándole un valor que va de 0 a 10, siendo 1 el valor menos deseado, 5 un valor moderado y 10 el valor máximo para el atributo que se quiere medir.

Una vez que se les han asignado valores a los indicadores, se saca un valor promedio de calidad de suelo y de calidad del cultivo. Aquellos predios que presentan un valor por debajo de 5 estarán por debajo del umbral de sostenibilidad, y tendrán que realizar manejos tendientes a mejorar su performance. Los valores de los indicadores se pueden visualizar a través de un gráfico tipo ameba, donde aquellos valores menores a 5 se acercan al centro y cuanto más se acerca al diámetro del círculo más sostenible es el sistema. También este gráfico permite visualizar qué indicador dentro del conjunto está débil, permitiendo saber donde intervenir (Altieri y Nicholls, 2002).

En el ámbito internacional los indicadores visuales han tomado relevancia en los últimos años. Como ejemplo de esto podemos citar los trabajos realizados en el desarrollo y ajuste de indicadores en países como Argentina (Rivero et al., 2003) Costa Rica (para cafetales), California, Brasil (Altieri y Nicholls, 2002), Oceanía (Vaderstad y Soil Management Initiative, 2004), entre otros.

En nuestro país no se encontró información sobre la utilización de este tipo de sistema de evaluación de calidad de suelo y de cultivos.

Dentro de la metodología visual de diagnóstico y posicionamiento de los predios los indicadores más usados son:

- Estructura de la tierra y consistencia.
- Porosidad.
- Color Condición Buena.
- Número de moteados.
- Conteo de lombrices.
- Erosión.
- Cobertura del suelo.
- Porcentaje de materia orgánica.
- Capacidad de intercambio catiónico.
- Niveles de nutrientes.
- Profundidad.
- Rendimiento del cultivo.
- Rendimiento actual o potencial.
- Infestación de malezas.
- Apariencia del cultivo.
- Crecimiento del cultivo.
- Diversidad genética.
- Diversidad circundante.
- Sistema de manejo.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

Las etapas que se siguieron para la investigación fueron las recomendadas por Yin (1994) y se presentan a continuación:

- Selección y definición del problema de investigación.
- Planificación de la Investigación.
- Colecta Sistemática de Datos (selección de los Casos y descripción de cada caso).
- Interpretación de los Datos y verificación de la Interpretación.
- Publicación de los hallazgos.

3.1 SELECCIÓN Y DEFINICIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Dentro de los elementos que componen un sistema agrícola se eligió el suelo, por ser este un recurso natural no renovable y por tanto su uso y manejo trae consecuencias en el largo plazo.

Los mayores índices de degradación del recurso se concentran en la zona sur del país (URUGUAY. MGAP, 2004) donde a su vez se ubican la mayor parte de los predios hortícolas orgánicos.

La dependencia del recurso suelo en producción orgánica es mayor que en producciones convencionales por ser la principal fuente de aporte de nutrientes y de sanidad de los cultivos.

3.2 PLANIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Se plantea la siguiente hipótesis de trabajo: “los productores orgánicos con historia de producción orgánica, estudiados en la tesis, realizan manejos tendientes a mejorar la calidad de los suelos y por ello presentan buenos parámetros de calidad de suelos.”

Descripción de las etapas de planificación:

- Se realizó una preselección de productores, en base a historia de producción, zonas en las que se plantea el estudio, número de productores totales hortícolas por zona y los diferentes sistemas de producción (tamaño, canales de comercialización, orígenes sociales).

- Se presentaron los pre-candidatos a APODU, buscando en esta instancia que con la participación de los involucrados se llegara a la elección de los predios que representan de mejor manera la realidad del sector.
- Se seleccionaron 11 productores para la realización de los estudios de caso.
- La definición de los productores convencionales se hizo posteriormente en base a tipos de suelo, teniendo en cuenta que su producción se realice en suelos similares a los productores orgánicos, con historia de trabajo convencional (no menor a 10 años), que fuese además un productor representativo y que tuviese la disposición para participar en el estudio.
- Se realizó una revisión bibliográfica para la recopilación y generación de “herramientas” que apoyen la colecta sistémica de datos durante el trabajo de campo (entrevista, guía de campo y planilla para la descripción del perfil del suelo) y se fueron definiendo indicadores a ser relevados.
- Se elaboró una entrevista que aporte datos pertinentes al estudio, que releven: ubicación del predio y características generales, organización de la producción y comercialización, recursos (naturales, mano de obra e implementos y maquinaria), organización de los cultivos, descripción del manejo de suelos y comentarios que el productor quisiera expresar en la entrevista.
- Se elaboró una Guía de Campo que consta de una serie de indicadores visuales de campo (Altieri 2002, Väderstad and Soil Management Initiative 2004) y un manual de procedimiento para la toma de muestras para la elaboración de indicadores de suelo (físico, químico y biológico) que se evalúan posteriormente.
- Dentro de los indicadores visuales de campo se incluyen: la sistematización de la chacra, diversidad natural circundante, cobertura de suelo, erosión, competencia por malezas, apariencia y crecimiento del cultivo, estructura, porosidad y descripción del perfil de suelo
- Se confeccionó un calendario tentativo de salidas a desarrollarse entre los meses de setiembre y noviembre.
- Se realizaron las salidas de campo y se cumplieron las tareas de entrevistar a los productores, completar la guía de campo y toma de muestras.

A continuación se presenta en el cuadro No.15, una descripción de los sistemas de manejo y ubicación de los predios estudiados.

Cuadro No. 15: Ubicación y manejos realizados para cada predio.

Caso	Ubicación (Depto.)	Manejo
1	Colonia	Orgánico
2	Colonia	Convencional
3	San José	Orgánico
4	San José	Orgánico
5	San José	Convencional
6	Montevideo	Orgánico
7	Montevideo	Convencional
8	Montevideo	Orgánico
9	Montevideo	Convencional
10	Montevideo	Orgánico
11	Montevideo	Orgánico
12	Canelones	Orgánico
13	Canelones	Orgánico
14	Canelones	Convencional
15	Maldonado	Orgánico
16	Maldonado	Orgánico
17	Maldonado	Convencional

Referencias: Depto.: Departamento

3.3 COLECTA SISTÉMICA DE DATOS

3.3.1 La entrevista

La entrevista fue utilizada para recabar información en forma verbal, a través de las preguntas propuestas (ver anexo 9.1). Quién responde es la persona responsable del manejo del predio, en forma individual.

En la entrevista se obtienen datos generales del productor y del predio, historia y manejo del cuadro en estudio y apreciaciones del productor.

3.3.2 La guía de campo

La guía de campo fue empleada para caracterizar determinados aspectos generales del predio y de las características del suelo: diversidad natural circundante, sistematización de la chacra, cobertura del suelo, erosión, competencia de malezas, sanidad, apariencia y crecimiento del cultivo, descripción del perfil de suelo, estructura, y porosidad.

La guía de campo se utilizó como manual de procedimiento para la toma de muestras de suelo (químico, físico e indicadores visuales) para obtención de información primaria (ver Anexo).

3.3.3 Metodología de relevamiento

3.3.3.1 Indicadores de apreciación visual

La metodología utilizada para el relevamiento visual de indicadores fue una adaptación de la metodología VSA (Váderstad and Soil Management Initiative, 2004) y de la metodología de evaluación de calidad de suelo y salud de cultivos en el sistema agroecológico de café sugeridos por Altieri (Altieri y Nicholls, 2002).

A continuación se describe cada uno de los indicadores:
Indicadores del Predio:

Sistematización del predio

Este indicador se evaluó de forma subjetiva con la discusión previa entre el equipo de trabajo, estableciendo puntuaciones entre 1 y 10, asignando puntuación 1 a los predios que no presentan sistematización, con situaciones de pendientes generalmente mayores a 2,5% o menores a 0.5 %, 5 para aquellos que presentan escasa sistematización y 10 para los predios que muestran mayor grado de sistematización.

Diversidad natural circundante

La evaluación de este indicador se llevó a cabo teniendo en cuenta las diferentes poblaciones de vegetales: cortinas rompevientos, cultivos hortícolas, frutales, fajas empastadas, verdeos, praderas permanentes, otras. Se evaluó el porcentaje que ocupa cada una en el predio, como se distribuye y como se enmarca en el paisaje circundante. Se le asignaron puntuaciones entre 1 y 10, estableciendo el puntaje de 1 a los predios que presentaron escasas poblaciones de tipos de plantas (por ejemplo: sólo cultivos), 5

aquellos que incluían más de cuatro poblaciones en forma equilibrada y 10 a los que presentaban más de 6 poblaciones vegetales. También se le asignó 10 a los predios que se encontraban rodeados de un campo natural con un radio de 1 kilómetro, considerando que la mayor influencia es ejercida por la diversidad de dicho hábitat.

Cobertura del suelo

La cobertura del suelo se evaluó asignándole puntuaciones entre 1 y 10, estableciendo el puntaje de 1 para los suelos descubiertos, 5 para los suelos con 50% cubierto con residuos, hojarasca o cubierta viva y 10 con coberturas mayores a 50 % del suelo con cobertura viva o muerta.

Erosión

Se evaluó asignando puntuaciones entre 1 y 10. En caso de encontrar erosión severa, notando arrastre de suelo y presencia de cárcava y zanjas, se adjudicó el valor 1, en los casos de erosión evidente pero baja 5, y donde no se apreciaban mayores signos de erosión 10.

Indicadores del cultivo:

Competencia de malezas

Se evalúa con puntuaciones entre 1 y 10, con el siguiente criterio de asignación valores: 1 a los cultivos estresados por malezas, 5 a aquellos con presencia media de malezas y que sufren algo de competencia, y 10 para los cultivos que se sobreponen a las malezas no causando problemas.

Apariencia del cultivo

Se evalúa con puntuaciones entre 1 y 10, estableciendo valores de 1 a aquellos cultivos que presentaban un aspecto clorótico o descolorido con signos severos de deficiencia de nutrientes, valores de 5 para los cultivos verde claro con algunas decoloraciones, y 10 para los que tenían follaje de color verde intenso, sin signos de deficiencia.

Crecimiento del cultivo

Se evalúa con puntuaciones entre 1 y 10, los valores establecidos en el campo designados como 1 corresponden a los cultivos poco densos, de crecimiento pobre, tallos y ramas cortas y quebradizas, con poco crecimiento de follaje nuevo. Los valores de 5 fueron para cultivos más densos pero no muy uniformes, con crecimientos nuevos y

ramas y tallos aun delgados. El valor 10 se reservó para cultivos densos, uniformes, con buen crecimiento, ramas y tallos gruesos y firmes.

Indicadores del suelo

Se definió como un suelo imperturbado dentro de los predios al suelo que, según la información aportada por el productor, se encontraba dentro de una zona donde nunca se trabajó la tierra (excluyendo caminería). Se tomó a éste como referencia de suelo en equilibrio y que mantiene las características originales sustentables en el tiempo

Las muestras de suelo fueron tomadas en el suelo imperturbado y en un cuadro del predio elegido por su historia de cultivos hortícolas.

Descripción del perfil de suelo

La extracción del perfil de los suelos fue realizada con taladro holandés y su descripción se basó en la apreciación visual y en el relevamiento de las fuentes de información ya existentes en la temática. Los colores de horizontes fueron comparados con los presentados en la tabla de Munsell (Munsell, 1994).

Estructura

El procedimiento para relevar el indicador fue el siguiente:

- Se removió un cubo de 20 cm. de suelo con una pala.
- Se dejó caer la muestra de la tierra un máximo de tres veces de una altura de un metro (altura de cintura) hacia la base firme en una caja de plástico. Si los terrones grandes no se separan después de la primera o segunda caída, se dejan caer individualmente (una vez o dos veces). Si el terrón se divide en las unidades pequeñas después de la primera o segunda tirada, no necesita dejarse caer de nuevo. No se deja caer cualquier terrón de tierra más de tres veces.
- Se ordenaron los terrones de mayor a menor, proporcionando una medida de la distribución de los agregados por tamaño.
- Se comparó la distribución resultante de los agregados con las siguientes tres fotografías.

Foto No.1: Condición Buena. Puntuación = 10, Buena distribución de agregados más finos sin terrones significantes.



Foto No. 2: Condición Moderada. Puntuación = 5, Suelo conteniendo significantes proporciones de terrones firmes grandes y agregados finos.



Foto No. 3: Condición Pobre. Puntuación = 1, Suelos dominados por agregados sumamente grandes; terrones muy firmes con muy pocos agregados finos.



La operación se realizó con tres muestras para el suelo imperturbado y dos muestras para suelo perturbado, utilizando el promedio como dato.

Porosidad

Para relevar este indicador se utilizó la siguiente técnica:

- Se tomaron varios terrones de la prueba de estructura del suelo.
- Se examinó la muestra para la porosidad de la tierra, comparando con las siguientes tres fotografías.

Foto No. 4: Condición Buena. Puntuación = 10, el suelo tiene muchos macro-poros entre y dentro de agregados asociados a una buena estructura del suelo.



Foto No. 5: Condición Moderada. Puntuación = 5, suelo en el cual los macro-poros entre y dentro de los agregados han disminuido significativamente pero están presentes en el exámen íntimo de terrones, mostrando una cantidad moderada de compactación.



Foto No. 6: Condición Pobre. Puntuación = 1, no se aprecian macro-poros en la muestra de tierra, los terrones de la prueba de estructura son macizos. La superficie del terrón es lisa con algunos agujeros, y puede tener ángulos afilados.



La operación se realizó con tres muestras para el suelo imperturbado y dos muestras para suelo perturbado, utilizando el promedio como dato.

3.3.3.2 Indicadores de laboratorio

Químicos: los análisis químicos se realizaron de acuerdo con las siguientes metodologías:

Porcentaje de materia orgánica- Carbono Orgánico calculado por el método de Tinsley (Black, 1965) y multiplicado por factor 1.72.

pH en agua y KCl por método potenciométrico (Black, 1965).

Fósforo calculado por método Bray (Black, 1965).

Ca, Mg, K, Na por método de acetato de amonio pH 7 (Black, 1965).

Acidez titulable método de Ca (C₂H₃O₂)₂ y titulación potenciométrica Black 1965).

CIC pH7 método bases más acidez titulable (Black, 1965).

Físicos: los análisis físicos se realizaron de acuerdo con las siguientes metodologías:

Densidad aparente obtenida por la metodología propuesta por Black (1965).

La curva característica de agua en el suelo, se obtuvo a través de la metodología propuesta por Black (1965). Para la representación gráfica de las curvas se utilizó la ecuación de Van Genuchten. Para la presentación de los datos se utilizó el programa Curvaret

De las curvas características de agua en el suelo se obtuvieron los datos de A.D. y % Microporos.

La textura se hizo por la metodología de la Pipeta modificada (USDA, 1972).

El cálculo de la estabilidad estructural se realizó según el método de Kemper & Chepil modificado, siguiendo la metodología descrita en Black (1965).

Cálculo de porosidad total, $Pt = (1 - (DA/2,66)) * 100$

Calculo de Macroporos (%) = $Pt (%) - \text{microporos } (%)$.

3.3.4 Elaboración de ficha técnica para cada caso

Con los datos aportados por la entrevista, los indicadores visuales relevados en las visitas y los resultados de laboratorio de las muestras tomadas, se elaboró una ficha técnica para cada productor, de modo de resumir la información.

3.4 INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS Y VERIFICACIÓN DE LA INTERPRETACIÓN.

Para la discusión se utilizó la información contenida en la ficha técnica elaborada para cada caso (Ver apéndices 9.3.1. al 9.3.17.).

Teniendo en cuenta la importancia que presenta el componente materia orgánica en las características que determinan la calidad de los suelos, se utilizó la variación del porcentaje de este indicador (suelo imperturbado menos suelo perturbado), como eje para el análisis de los casos, conformando tres grupos.

Grupo No. 1: Predios que entre el suelo imperturbado y el suelo perturbado apreciamos ganancias y/o pérdidas menores al 10 % de la materia orgánica.

Grupo No. 2: Predios que entre el suelo imperturbado y el suelo perturbado apreciamos pérdidas entre 10 y 30 % de la materia orgánica.

Grupo No. 3: Predios que entre el suelo imperturbado y el suelo perturbado apreciamos pérdidas mayores a 30 % de la materia orgánica.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 CARACTERIZACIÓN DE SUELOS

De la revisión de la cartografía de suelos disponible (URUGUAY. MAP. DSF, 1976), junto a la descripción del perfil suelos y los resultados del análisis de laboratorio (Ver Apéndices del 9.3.1 al 9.3.17), se realizó la clasificación taxonómica de los suelos estudiados que se presenta en el cuadro No. 16.

Cuadro No. 16: Clasificación taxonómica de los suelos y descripción de sus características texturales para los suelos imperturbado (I) y perturbado (P) de cada predio.

Caso	Suelo	Unidad	Clasif. Text. *(I/P)	Tex. (%) Ar-Ac-L (I/P)
1	Arg.Subeutr. Melánico Abrúptico L.	Kiyú	Franco / Franco L.	38-23-39 / 33-5-62
2	Arg.Subeutr. Melánico Abrúptico L .	Kiyú	Franco / Franco	42-25-33 / 40-11-49
3	Argisol Subeutr. Melánico Abrúptico L.	Libertad	Franco / Franco L.	44-22-34 / 31-15-54
4	Argisol Subeutr. Melánico Abrúptico L .	Libertad	Franco L. / Franco	26-19-55 / 34-21-45
5	Argisol Subeutr. Melánico Abrúptico L .	Libertad	Franco L. / L. Ac.	35-9-56 / 52-5-43
6	Brun.Eutr.Típico L.Ac.	Libertad	Franco L. / Franco L	21-10-69 / 24-10-66
7	Brun.Eutr. Típico L.Ac.	Libertad	Franco L. / Franco L	18-18-64 / 17-21-62
8	Brun.Eutr. Típico L.Ac.	Libertad	S/ dato / Franco L.	S/ dato / 30-5-65
9	Vertisol Rúptico Lúvico L.Ac	Libertad	Franco L. / L. Ac.	36-11-53 / 25-19-56
10	Brun.Eutr.Típico L.Ac.	Libertad	L. Ac. / Franco L.	35-9-56 / 31-14-55
11	Vertisol Rúptico Lúvico L.Ac.	Libertad	Franco L. / Franco L	20-22-58 / 21-16-63
12	Vertisol Rúptico Lúvico L.Ac.	Libertad	S/ dato / Franco L.	S/ dato / 26-4-70

13	Vertisol Rúptico Lúvico L.Ac.	Libertad	Franco L. Ac. / Franco	17-27-56 / 18-31-51
14	Vertisol Rúptico Lúvico LAc	Libertad	Franco / Franco L.	27-24-49 / 27-21-52
15	Brun.Subeutr. Típico F	J.P.Varela	Arcillo L. / Franco L. Ac.	44-8-48 / 40-14-46
16	Brun.Eutr. (Subeutr.) Típico LAc	J.P.Varela	Franco L / Fr L	27-17-56 / 16-16-68
17	Brun.Eutr. (Subeutr.) Típico LAc	J.P.Varela	Franco L / Franco L Ac	24-13-63 / 27-8-65

Referencias: * Las muestras fueron tomadas de 0 a 20 cm.

Ar.: Arena | Arg.: Argisol | Eutr.: Eutricto | L.: Limo | Brun.: Brunosol
Subeutr.: Sueutricto | Ac.: Arcilla | Vert.: Vertisol

Los suelos relevados pertenecen a 3 grandes grupos: Argisoles, Brunosoles y Vertisoles. Estos grandes grupos se encuentran localizados en diferentes departamentos y unidades de suelos.

Los suelos estudiados en los predios 1 a 5 (comprendidos en los departamentos de Colonia y San José – Ver Cuadro No. 15) son Argisoles de la formación Kiyú y Libertad (URUGUAY. MAP. DSF, 1976) y se caracterizan por presentar textura franca y/o franco-limosa en su estado imperturbado

Los predios ubicados en el departamento de Montevideo (casos 6 al 11 – Ver Cuadro No. 15), pertenecen a la formación Libertad (URUGUAY.MGAP.DSF, 1976) y se clasifican como Brunosoles y Vertisoles. Los Brunosoles se localizan principalmente en la zona oeste (casos 7, 8 y 9) y sólo el caso 10 se encuentra en la zona noreste. Los Vertisoles se restringen a la zona noreste (casos 9 y 11).

La textura de los Brunosoles en su estado imperturbado es principalmente franco limosa.

En los predios del departamento de Canelones (casos 12, 13 y 14 - Ver cuadro No. 15) los suelos relevados son Vertisoles pertenecientes a la formación Libertad. La textura de los suelos imperturbados es franca a franco limo arcillosa.

En el departamento de Maldonado (casos 15, 16 y 17 – Ver cuadro No. 15) los suelos relevados en los predios son Brunosoles de la formación José Pedro Varela. Los suelos imperturbados presentan texturas franco limosas y arcillo limosas.

4.2 CONTENIDO EN MATERIA ORGÁNICA Y SU RELACIÓN CON LOS MANEJOS Y ESTADOS DEL RECURSO

Para la interpretación de los datos se decidió agrupar los casos estudiados en tres categorías, teniendo en cuenta la variación de materia orgánica entre el suelo imperturbado y perturbado. Los grupos se presentan en el cuadro No. 17.

Existe un caso que no se pudo agrupar, por falta del dato de materia orgánica del suelo imperturbado y se analizará por separado en el punto 4.2.4.

Cuadro No. 17: División en tres categorías definidas por las pérdidas o ganancias del porcentaje de materia orgánica entre las muestras de suelo perturbadas e imperturbadas.

Grupo	Caso	% Var.
1	1	94,5
	6	2,1
	13	-2,3
	8	-3,2
	3	-5,3
2	11	-14,3
	15	-14,8
	10	-20,2
	4	-28,4
3	7	-31,4
	17	-46,4
	16	-46,6
	14	-54,5
	9	-57
	2	-62,5
	5	-63,7

* % Var. / Porcentaje de variación de materia orgánica.

En el estudio se desconoce cual es el porcentaje de materia orgánica de la parcela de cultivo antes de iniciar con los manejos orgánicos de los predios.

Tomando en cuenta los trabajos realizados por Beathgen et al. (2000), es esperable encontrar pérdidas de 50 % de materia orgánica con respecto a la situación imperturbada.

Los relevamientos del Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (URUGUAY. MGAP, 2004) presentan a la zona hortícola sur con el mayor índice de degradación de suelos (Ver mapa No. 1).

Los datos aportados por Blum et al. (2006) estiman que la brecha entre los % de materia orgánica del suelo imperturbado y el perturbado es 40 % en los predios hortícolas de la zona sur.

La opinión mayoritaria de los productores orgánicos estudiados, sobre cómo se encontraba el recurso, antes de comenzar con los manejos conservacionistas es de que se encontraban degradados (Ver Apéndices 6.3.1, 9.3.3, 9.3.4, 9.3.6, 9.3.8, 9.3.10, 9.3.11, 9.3.13, 9.3.15, 9.3.16).

Teniendo en cuenta los trabajos mencionados y la opinión de los productores, estimamos que el porcentaje de materia orgánica en los suelos antes de comenzar con los manejos orgánicos, era 40 % inferior respecto al imperturbado.

4.2.1 Presentación y análisis del grupo No. 1

En el cuadro No. 18 se presentan los productores pertenecientes al grupo No. 1, ordenados de acuerdo a la magnitud de la variación del porcentaje de materia orgánica del suelo perturbado respecto al imperturbado.

Cuadro No. 18: Parcelas de cultivo que han aumentado el porcentaje de materia orgánica o que presentan disminuciones menores al 10% con respecto al suelo imperturbado.

Caso	Var. M.O. (%)
1	94,5
6	2,1
13	-2,3
8	-3,2
3	-5,3

Referencias: Var. M.O.: Variación porcentual de materia orgánica.

4.2.1.1 Manejos realizados por productores incluidos en el grupo No. 1

Los manejos fueron proporcionados en la entrevista y se resumen en las fichas elaboradas para cada caso (Ver Apéndices 9.3.1, 9.3.3, 9.3.6, 9.3.8 y 9.3.13). Con estos datos se elaboró el cuadro No. 19.

Cuadro No. 19: Manejo de suelos realizado por los productores del grupo No. 1 en el predio.

Caso	Laboreo	Incorp.	Ab. V.	R. Cult.	Cob.	C. Malezas
1	Vertical	Si	No	Si	Cubierto	Cultural
6	Vertical	Si	Si	Si	Cubierto	Cultural
13	Vertical	Si	Si	Si	Cubierto	Cultural
8	Inversión	Si	No	Si	Cubierto	Cultural
3	Inversión	Si	No	Si	Cubierto	Cultural

Referencias: Incorp.: Incorporaciones abono orgánico | Cob.: Cobertura de suelo
 Ab. V.: Abonos verdes | C. Malezas: Control de Malezas
 R. Cult.: Rotación de cultivos

Los predios pertenecientes al grupo No. 1 realizan manejos orgánicos (ver Cuadro No. 15).

En todos los casos pertenecientes a este grupo se incorporan enmiendas, hacen rotación de cultivos, mantienen el suelo cubierto y se realiza un control cultural de las malezas.

Los abonos orgánicos incorporados son de diversos orígenes, siendo el más común el estiércol de aves seguido del estiércol vacuno y de conejos (Ver Apéndices 9.3.3, 9.3.6, 9.3.8 y 9.3.13). En el caso 1 se utiliza como enmienda los restos descompuestos de silo de maíz (Ver Apéndice 9.3.1).

En general se realiza un manejo mínimo de los materiales incorporados, que consiste en el apilado de los restos en sitios establecidos donde se da un proceso natural de descomposición, sin aplicar ninguna técnica determinada.

En las fotos que se presentan a continuación se muestran dos ejemplos de cómo se acopian los materiales en dos de los predios.

Foto No. 7: Ejemplos de acopios de materiales para incorporar



Las cantidades incorporadas al suelo y los criterios son variables, no existiendo una línea clara dentro del grupo.

Los productores perciben como ventajas de la aplicación de los estiércoles, el aporte de nutrientes para los cultivos y la mejora de la estructura del suelo. Estas observaciones concuerdan con resultados obtenidos por Bayer y Mielniczuk, citados por Bayer et al. (2002).

La siembra de abonos verdes se lleva a cabo en los casos 6 y 13 (ver Apéndices 9.3.6 y 9.3.13). En los restantes se manifiesta el interés de realizarlo, asumiendo como limitante la falta de superficie para una rotación adecuada.

En estos predios se siembran avena y cebada como especies invernales y moha, sorgo, maíz y girasol como estivales.

En la foto que se presenta a continuación se aprecia un cuadro con abono verde perteneciente al predio No. 6.

Foto No. 8: Abono Verde perteneciente al predio No. 6



La incorporación se realiza primero cortando con chirquera, luego se deja secar y se entierra con distintos implementos (principalmente disquera – apéndices 9.3.6 y 9.3.13). Las profundidades de incorporación del abono van de los 5-10 cm. a los 20-30 cm.

Estos productores perciben que la utilización del abono verde en sus chacras mejora la estructura del suelo. Esta percepción coincide con Calegari y Peñalva (1994) quienes afirman que los abonos verdes son fundamentales para el mantenimiento y/o mejoría de las condiciones físicas del suelo.

Todos los productores del grupo utilizan los restos de cultivos hortícolas como abonos verdes, incorporándolos al suelo.

Con respecto a la cobertura del suelo, se permite la presencia de vegetación espontánea en la entrefila (controlando que no compita con el cultivo) y en las parcelas sin cultivar. La foto a continuación nos muestra un ejemplo representativo de los productores orgánicos respecto al manejo de suelo en cobertura.

Foto No. 9: Ejemplo de manejo de cobertura de suelo en productores organicos



En el caso 13 se cultiva trébol y lotus en entrefila. En los casos 6 y 13 la cobertura del suelo incluye abonos verdes y praderas (rotaciones de 5 años con carga de animales) en los cuadros en barbecho. En estos mismos casos se utiliza mulch de nylon para los cultivos de Frutilla y Tomate.

La protección del suelo con tapiz vegetal es considerada por Altieri (1999) favorable para la conservación del suelo.

Como criterio los productores del grupo No. 1 buscan realizar la menor intervención posible en la parcela. En el caso 1 el laboreo es manual (las dimensiones del predio lo permiten). En los casos 6 y 13 se utiliza el cincel. Los casos 3 y 8 utilizan principalmente herramientas de laboreo de inversión, con arado de discos.

Las técnicas utilizadas en estos casos para la preparación del suelo, se ajustan en la definición de laboreos conservacionistas de Glisanz y Arboleya (2006).

Bayer y Guilherme (1999), Alguacil et al. (2005), Tripathi et al. (2006) realizaron trabajos evaluando manejos que se pueden asimilar a los realizados por estos productores, concluyendo que a través de estas practicas se logran aumentar y mantener los niveles de materia orgánica.

En dos de los cinco casos pertenecientes al grupo (ver Cuadro No. 18, caso No. 1 y 6) el aumento de materia orgánica se verifica.

En los casos No. 13, 8 y 3 existe una diferencia menor a 5,4 % entre la materia orgánica entre el suelo imperturbado y la parcela de cultivo (ver Cuadro No. 18).

4.2.1.2 Análisis de parámetros químicos de suelo para el grupo No. 1

Con los datos de los análisis químicos presentados en la ficha para cada caso se elabora el cuadro No. 20 (Ver Apéndices 9.3.1, 9.3.3, 9.3.6, 9.3.8 y 9.3.13).

Cuadro No. 20: Valores de parámetros químicos para el grupo No. 1 de muestras de suelo imperturbado (Impert.) y perturbado (Pert).

Caso	Suelo	M.O. (%)	CIC pH 7 *	pH H2O	Ca/K	Ca/Mg	Mg/K
1	Impert.	4,36	18,5	6,7	10	4,4	2,2
	Pert.	8,48	24,4	6,1	5,9	2,6	2,3
6	Impert.	2,86	18,7	4,7	9,5	3,7	2,6
	Pert.	2,92	20,6	5,5	11,7	3,3	3,5
13	Impert.	4,69	38,5	6,57	32,5	5,8	5,6
	Pert.	4,58	42,5	6,69	11,5	4	2,8
8	Impert.	2,82	18	5,8	11,7	3,7	3,2
	Pert.	2,73	17,1	6,4	7,8	3,7	2,1
3	Impert.	3	14,5	6,3	7,1	3,5	2
	Pert.	2,84	21,9	5,7	10,5	2,5	4,2

Referencias de cuadro: M.O. (%): Porcentaje de materia orgánica. | Ca: Calcio
CIC: capacidad de intercambio catiónico Mg: Magnesio* meq/100 gr. | K: Potasio

Los niveles de M.O. del grupo presentan una recuperación respecto a los valores estimados como previos a los manejos orgánicos (40 % pérdidas de M.O. respecto al suelo imperturbado) (Beathgen 2000, URUGUAY. MGAP 2004, Blum et al. 2006).

En cuatro de los cinco casos, la CIC de la parcela de cultivo es mayor que en el suelo imperturbado.

Primavesi (1984) afirma que la materia orgánica presenta valores de intercambio altos que van de 300 a 1400 meq/100 gr. En los casos 1 y 6 la diferencia de CIC puede ser explicada por el mayor porcentaje de materia orgánica del suelo perturbado.

En los casos 13 y 3 se aprecian aumentos de la CIC con % de la materia orgánica menores al suelo imperturbado. Consideramos que los factores que influyen en estos resultados son producto del manejo orgánico del suelo. Una situación similar fue observada por Torres et al. (2006) en su investigación y demostró que los manejos de laboreo reducido y fertilización con enmiendas orgánicas producían valores similares e incluso mayores de CIC a un suelo imperturbado, sin alcanzar los niveles de materia orgánica del mismo.

En el caso 13 el aumento de la CIC está influenciado a su vez por un aumento de la fracción arcilla en la parcela de cultivo (ver cuadro No. 17).

En el caso 8 los valores de CIC disminuyen sensiblemente en el suelo perturbado, posiblemente afectado por el menor porcentaje de materia orgánica.

Torres et al. (2006) en sus trabajos de investigación, concluyó que el manejo orgánico presentó menores niveles de degradación de materia orgánica y valores de CIC similares a las parcelas imperturbadas, comparando con un sistema convencional.

Los valores de pH del suelo perturbado para este grupo no presentan valores extremos y no constituyen una limitante para el crecimiento de los vegetales ni para la actividad química y biológica.

Las relaciones entre cationes presentan una modificación de los valores observándose cambios con respecto al suelo imperturbado. Claro (2001) presenta como rangos ideales para el desarrollo de los cultivos los siguientes valores: Ca/K - 9 a 12, Ca/Mg - 3 a 4, y Mg/K - 3 a 4. El autor afirma que dentro de estos rangos no se producen desbalances nutricionales. Sólo en uno de los cinco predios (caso 6) las relaciones de cationes quedan comprendidas en estos valores. Los casos restantes presentan valores cercanos a estos rangos, por lo que consideramos que para el grupo no representa un problema.

4.2.1.3 Análisis de parámetros físicos de suelo para el grupo No. 1

Con los resultados de muestras de suelo perturbado e imperturbado tomadas en los predios y analizadas en laboratorio, se calcularon los indicadores físicos de calidad de suelo. Los mismos se presentan en el cuadro No. 21.

Cuadro No. 21: Valores de densidad aparente, porosidad total, macroporos y microporos para muestras del suelo imperturbado y perturbado del grupo No. 1.

Caso	Suelo	D.Ap.(g/cm3)	P.T. (%)	Macrop. (%)	Microp. (%)
1	Impert.	1,15	57	18	39
	Pert.	0,92	65	21	44
6	Impert.	1,38	48	11	37
	Pert.	1,02	62	35	27
13	Impert.	1,18	56	0	56
	Pert.	0,72	73	35	38
8	Impert.	1,27	52	23	29

	Pert.	1,17	56	26	30
3	Impert.	1,26	53	4	49
	Pert.	1,05	61	23	38
Prom.	Impert.	1,25	53	11	42
	Pert.	0,98	63	28	35

Referencias: D.Ap.: Densidad aparente | Macrop.: Macroporos | P.T.: Porosidad total
Microp.: Microporos | Prom.: Promedio

En todos los predios existe una disminución de la densidad aparente del suelo perturbado respecto al imperturbado, un aumento de la porosidad total y el porcentaje de macroporos, observándose una disminución en el porcentaje de microporos.

La densidad aparente en el suelo imperturbado, en promedio para el grupo, es de 1.25g/cm³, mientras que para el suelo perturbado la misma alcanza un valor de 0.98g/cm³.

La porosidad total representa en los suelos imperturbados del grupo un 53%, mientras que en la parcela de cultivo el valor representa un 63%. Los valores de macroporos son de 11% en los suelos imperturbados y de 28% en las parcelas de cultivo. Los valores de microporos representan un 42% y 35% para los suelos imperturbados y perturbado respectivamente.

Para todos los casos en las parcelas de cultivo, los valores de densidad aparente y macroporos se encuentran en valores muy adecuados para el crecimiento vegetal, demostrando la ausencia total de compactación del horizonte superficial.

Shaver et al., citados por Tripathi et al. (2006) reportó que cada tonelada por hectárea de residuo agregada sobre un período de 12 años, reducía la densidad en 0.01 g/cm³. Los productores pertenecientes a este grupo tienen como práctica sistemática la incorporación de enmiendas y como resultado obtienen una menor DA con respecto a su par imperturbado.

Con respecto al manejo de abonos verdes y el mantenimiento del suelo con tapiz vegetal, estudios realizados por Bravo et al. (2004) demostraron que los índices de densidad aparente y distribución de tamaños de poros, después de dos años, fueron mantenidos o mejorados con distintos cultivos utilizados como cobertura.

Teniendo en cuenta el trabajo anterior consideramos que los manejos realizados en los predios del mantenimiento del suelo en barbecho (ver Cuadro No. 19), contribuyen a la disminución de D.A. apreciada.

Los casos 6 y 13 al realizar rotaciones con praderas y abono verde disminuyen en forma significativa el movimiento de tierra y las alteraciones sobre el equilibrio del ecosistema. La reducción del laboreo mencionada tiene incidencia directa sobre la compactación del suelo (Garrido, 2006).

Como ya se mencionó, los valores de porosidad total y % de macroporos en la parcela perturbada son superiores en todos los casos a los valores que presenta el suelo imperturbado.

Prevedello, citado por Ferreira et al. (2001) presentó datos demostrando que, el uso inadecuado del suelo afectó la porosidad en forma negativa. Tomando en cuenta este trabajo y los valores logrados para este parámetro en el grupo No. 1, consideramos que los manejos que los productores realizan (ver Cuadro No. 19) influyen positivamente en la porosidad total.

En experiencias llevadas a cabo por Seguel et al. (2003) se concluye que el principal efecto de los residuos orgánicos se encontró en la mayor cantidad de macroporos y esto concuerda con el aumento del % de macroporos logrado en el grupo No. 1 donde los productores realizan incorporaciones de restos orgánicos en forma sistemática.

De las muestras de suelo se realizó el cálculo de la estabilidad estructural. La misma se evalúa a través de la distribución porcentual, del diámetro medio geométrico de partículas, y es una medida indirecta de la calidad del recurso suelo, a través de la fuerza de la estructura frente al impacto del agua. Los resultados obtenidos se presentan en el cuadro No. 22.

Cuadro No. 22: Diámetro medio geométrico (DMG) de los agregados estables al agua (mm) para muestras de suelo imperturbado y perturbado en el grupo No. 1.

Caso	1	6	13	8	3
DMG I	4,35	3,66	3,78	2,81	4,08
DMG P	4,58	2,50	2,86	2,25	3,35
Var. DMG(%)	5	-32	-24	-20	-18
Prom. Var.	-17,80%				

Referencias: Var. DMG (%) - Variación diámetro medio geométrico | I- Imperturbado
Prom. Var. - Promedio de variación | P-Perturbado

Los valores obtenidos para los suelos imperturbados coinciden con los valores encontrados para campo natural por García et al. (2001).

En el grupo existe una disminución promedio de 17.8% en el diámetro medio de los agregados en la parcela de cultivo. En 4 de los casos se da una disminución del DMG, mientras que en uno (caso 1), existe un aumento del parámetro.

Abrao et al., citados por Krabbe et al. (1994) alega que con el aumento del laboreo del suelo durante la preparación, hay una reducción en la estabilidad de los agregados y en el DMG de los agregados.

Resultados similares hallaron Reinert et al., citados en Krabbe et al. (1994), al estudiar el efecto de diferentes métodos de preparación del suelo sobre la estabilidad de los agregados.

El caso No. 1 logra aumentar este parámetro. Esto se debe principalmente al gran aporte de materia orgánica que recibe la parcela y las prácticas de laboreo con muy baja intensidad (los canteros se trabajan en forma manual) (Ver Apéndice 9.3.1).

En ensayos realizados por Krabbe et al. (1994), se observó que para diferentes sistemas de laboreo del suelo, el diámetro de los agregados era mayor a medida que se reducía la intensidad de laboreo.

En el cuadro No. 23 se presenta la distribución porcentual por peso de los agregados estables en agua, que complementa al valor de DMG.

Cuadro No. 23: Distribución porcentual de los agregados estables en agua, con base en el peso, distribuido por clases de tamaño, para muestras de suelo imperturbado y perturbado del grupo No. 1.

Caso	Suelo	8–2mm	2–1mm	1–0,5mm	0,5–0,25mm	0,25–0,1mm
1	Impert.	88%	9%	2%	0%	0%
	Pert.	93%	6%	1%	0%	0%
6	Impert.	73%	13%	10%	3%	0%
	Pert.	37%	27%	27%	7%	1%
13	Impert.	83%	14%	3%	0%	0%
	Pert.	36%	25%	20%	12%	8%
8	Impert.	42%	18%	21%	15%	4%
	Pert.	25%	30%	30%	11%	5%
3	Impert.	83%	14%	3%	0%	0%
	Pert.	67%	22%	11%	1%	0%
Prom.	Impert.	87,40%		7,80%		4,40%

Pert.	73,60%	17,80%	9%
-------	--------	--------	----

Referencias: Prom.: Promedio.

La distribución de los agregados en la parcela perturbada para los predios pertenecientes a este grupo, se concentra en tamaños mayores a 1 mm.

Esta concentración de los agregados indica la presencia de una buena estructura del horizonte estudiado (Sánchez et al., 2006). Diversos autores (Kemper y Rosenau, Angers y Mehuys, citados por Sasals et al., 2006) consideran que el tamaño de agregados entre 1-2 mm es el adecuado para medir el efecto de las prácticas agronómicas aplicadas sobre el suelo.

Consideramos que los manejos de incorporación de restos orgánicos, mantener el suelo con cobertura vegetal y disminuir los laboreos, empleados por los productores (ver Cuadro No. 19) causan el efecto positivo respecto a la distribución de los agregados.

Trabajos realizados por Lynch y Bragg, citados por Roldán et al. (2005) para otras condiciones llegaron a la conclusión de que las raíces de las plantas incrementan la estabilidad de los agregados que las rodean a través de distintos mecanismos de interacción.

Según Roldan et al., citados por Alguacil (2005), la cementación entre las partículas que componen los agregados está dada principalmente por la M.O. y la arcilla y en los horizontes más superficiales cobra mayor importancia relativa el componente de MO.

Experimentos realizados por Krabbe et al. (1994) para medir diferentes intensidades y frecuencias de laboreo concluyeron que los suelos imperturbados presentan mayores diámetros de agregados estables al agua, seguidos por aquellos suelos que reciben menor intervención y por último el laboreo convencional.

Para este grupo la disminución encontrada en la estabilidad estructural se encuentra dentro de parámetros aceptables, fruto de la incorporación de materia orgánica e intensidades de laboreo baja (por un manejo adecuado de las rotaciones). Esto lleva a una distribución de agregados en las clases de tamaño grande y medio, no apareciendo porcentajes elevados de agregados en las menores clases, que están estrechamente relacionados con las peores calidades de suelo (Krabbe et al., 1994).

4.2.1.4 Análisis de parámetros hídricos de suelo para el grupo No. 1

Con las muestras tomadas en los predios de los suelos imperturbado y perturbado y analizadas en laboratorio, se calcularon los parámetros hídricos en suelo, que se presentan en el cuadro No. 24.

Cuadro No. 24: Agua disponible en suelo para muestras de suelo imperturbado y perturbado pertenecientes al grupo No. 1.

Caso	Suelo	A.D.(mm/10cm)
1	Impert.	9,3
	Pert.	18,3
	Variación (%)	49
6	Impert.	8,6
	Pert.	17,8
	Variación (%)	107
13	Impert.	8,5
	Pert.	16,5
	Variación (%)	94
8	Impert.	6
	Pert.	13,5
	Variación (%)	125
3	Impert.	11,1
	Pert.	13,7
	Variación (%)	23
Prom.	Impert.	8,7
	Pert.	15,96
	Variación (%)	79,60

Referencias: A.D.: Agua Disponible | Prom.: Promedio

Los suelos imperturbados presentan un valor promedio de agua disponible de 8,7 mm/10 cm, mientras que en el suelo perturbado el valor pasa a ser de 15,96. Para el grupo en cuestión existe un aumento promedio del A.D.de 79.6%, en la situación perturbada respecto a la imperturbada.

Los factores que afectan la disponibilidad de agua para los cultivos son: la estructura del suelo, la textura, el tipo y cantidad de arcilla y el tenor de materia orgánica (Klein y Libardi, 2000).

En el caso 1 y 6, el aumento de la capacidad de retención de agua está asociado al aumento de la M.O. (ver Cuadro No. 20), coincidiendo con estudios realizados por (López y Avalos, 2004) donde encontró una relación directa entre el aumento de materia orgánica y el agua disponible.

En los casos 3, 8 y 13 también se producen aumentos en el agua disponible, explicado por los manejos de incorporación de residuos, laboreos reducidos y mantenimiento del suelo con cobertura vegetal.

Varios autores citan manejos similares a los llevados a cabo por los productores del grupo No. 1, como favorables para el aumento de la capacidad de retener agua en los suelos (Calegari y Peñalva 1994, Klein y Libardi 2000, Ferreira et al. 2001).

4.2.1.5 Diagnóstico del estado del suelo de cultivo para el grupo No. 1

En los predios donde no se encontraron cambios significativos en la materia orgánica y que pertenecen al grupo No. 1, los parámetros de las parcelas de cultivos presentaron un nivel adecuado de MO, alta CIC, pH adecuados para la producción y relaciones de cationes cercanas a la ideal. En cuanto a DA logran resultados muy satisfactorios disminuyendo en magnitud el valor, aumentan la porosidad total mejorando la relación macro y microporos. Los datos también muestran que los productores logran a través de sus manejos un DMG superior al resto y una buena distribución de los agregados en las categorías de mayor diámetro. Con respecto al agua acumulada en todos los casos se produce un aumento de la misma.

Los productores que presentaron las características superiores de calidad de suelo, y que se acercaron a los parámetros del suelo imperturbado, se caracterizaron por ser todos productores orgánicos que realizaban manejos con incorporación de materiales orgánicos, menores intervenciones en el laboreo, mantenimiento de suelo cubierto y rotaciones. En particular los mejores efectos se obtuvieron con la administración de grandes volúmenes de materia orgánica, la combinación de abonos verdes e incorporaciones de materiales de origen animal y las rotaciones con pradera.

De acuerdo al criterio de calidad de suelos presentado por la Nacional Resource Conservation Soil (NRCS), citado por Acevedo et al. (2005), podemos afirmar que los suelos de la parcela perturbada en los productores pertenecientes al grupo No. 1 tienen muy buena aptitud agrícola, presentando niveles altos de materia orgánica y capacidad de intercambio, acidez y relaciones de cationes adecuada.

La capacidad de retener agua es elevada. Los parámetros físicos alcanzan valores que se adaptan al buen desarrollo de los vegetales.

Poseen una muy buena estructura que previene el riesgo de erosión y permite la adecuada infiltración del agua de lluvia.

4.2.2 Presentación y análisis del grupo No. 2

El grupo No. 2 comprende a los productores que presentan una variación negativa del porcentaje de materia orgánica (suelo imperturbado menos perturbado) entre un 10 y 30%. A continuación se presentan los casos pertenecientes a este grupo ordenados de forma decreciente.

Cuadro No. 25: Parcelas de cultivo con disminuciones de materia orgánica (respecto al suelo imperturbado) entre un 10 y 30%.

Caso	Var. M.O. (%)
11	-14,3
15	-14,8
10	-20,2
4	-28,4

Referencia: Var. M.O. (%): Variación de Materia Orgánica (%).

4.2.2.1 Manejos realizados por productores incluidos en el grupo No. 2

A través de los datos proporcionados en la entrevista y que se resumen en las fichas elaboradas para cada caso (Ver Apéndices 9.3.4, 9.3.10, 9.3.11 y 9.3.15), se obtuvo la información referida a los manejos de suelo del grupo No. 2 y se presenta en él a continuación.

Cuadro No. 26: Manejos realizados por el grupo No. 2.

Caso	Laboreo	Incorp.	Ab. V.	R. Cult.	Cob.	C.Malezas
11	Vertical	Si	No	Si	Cubierto	Cultural
15	Vertical	Si	No	Si	Cubierto	Cultural
10	Vertical	No	Si	Si	Cubierto	Cultural
4	Vertical	Si	Si	Si	Cubierto	Cultural

Todos los predios incluidos en este grupo realizan manejos orgánicos (ver Cuadro No. 15).

En los predios pertenecientes a este grupo se incorporan enmiendas, se hace rotación de cultivos, se mantiene el suelo cubierto y se realiza un control cultural de las malezas.

El grupo se caracteriza por utilizar herramientas de laboreo vertical donde se destaca el cincel como la más utilizada.

La enmienda más utilizada por el grupo es el estiércol de aves fermentado, sin un manejo específico de las pilas. El caso 10 no incorpora material de origen animal.

Los productores que incorporan estiércol, consideran que en las parcelas de cultivo se ha mejorado la estructura del suelo y el estado de los cultivos. Estas apreciaciones concuerdan con trabajos realizados por diversos autores (Primavesi 1984, Ferreira et al. 2001, Nicholls y Altieri 2003).

Los volúmenes de residuos incorporados al suelo y los criterios de decisión son variables, no existiendo una línea clara dentro del grupo No. 2.

Los abonos verdes son utilizados por 2 productores (casos 10 y 4), los cuales utilizan especies de invierno, avena, cebada y trigo, y de verano crotolaria, moha, milheto (pasto italiano). La incorporación se realiza en ambos con disquera y la profundidad mencionada es superficial (25 cm). Los productores visualizan una mejoría de la estructura y aumento de la mesofauna del suelo como resultado de la técnica.

Todos los productores del grupo utilizan los restos de cultivos hortícolas como abonos verdes, incorporándolos al suelo.

Los productores del grupo No. 2 manifiestan la observación de una mejoría en el estado de los suelos de sus predios. Al decir de los productores: "... se detuvo la curva descendente de degradación y ahora está en una curva ascendente lenta de mejoramientos..."; "...el suelo está más profundo, más esponjoso, no presenta problemas de enfermedades..."; "...más sueltos, mejor para trabajar...".

Los manejos de incorporaciones (estiércoles y abonos verdes) y mantenimiento del suelo cubierto, llevados adelante en todos los casos del grupo, son citados como medidas que aumentan la materia orgánica del suelo (Calegari y Peñalva, 1994).

Las técnicas utilizadas en los predios pertenecientes a este grupo no difieren de las aplicadas por el grupo No. 1 (ver Cuadro No. 19), y coinciden con manejos definidos por Glisanz y Arboleya (2006) como laboreos conservacionistas.

Bayer y Guilherme (1999), Alguacil et al. (2005), Tripathi et al. (2006), realizaron trabajos evaluando manejos que se pueden asimilar a los realizados por estos productores, concluyendo que a través de estas practicas se logran aumentar y mantener los niveles de materia orgánica.

Teniendo en cuenta los estudios anteriormente mencionados podemos apreciar que los manejos que realizan los productores del grupo No. 2 no alcanzan los niveles del suelo imperturbado, (Ver Cuadro No. 25) si bien se aprecia una recuperación con respecto a los porcentajes de M.O. estimados por Beatghen et al. (2000), Blum et al. (2006) para los suelos cultivados (40 % menos de M.O. respecto a la situación imperturbada).

Según Roldán et al., Izquierdo et al., citados por Alguacil et al. (2005), son requeridos de 5 a 10 años para comenzar a obtener resultados en la recuperación de un suelo que ha sido deteriorado

Es posible también que varios de los manejos realizados en el campo hayan sido insuficientes o que no se haya realizado una aplicación sistemática de los mismos para lograr un proceso de recuperación con mayor éxito (en la entrevista manifiestan que muchas de las aplicaciones se realizan “a ojo” o en la cantidad y momento que pueden adquirir el material).

4.2.2.2 Análisis de parámetros químicos de suelo para el grupo No. 2

Con las muestras relevadas en los suelos imperturbado y perturbado durante la visita a los predios pertenecientes a este grupo (Ver Apéndices 9.3.4, 9.3.10, 9.3.11 y 9.3.15), se presenta el cuadro No. 27.

Cuadro No. 27: Valores de parámetros químicos para muestras de suelo imperturbado y perturbado pertenecientes al grupo No. 2.

Caso	Suelo	M.O. (%)	CIC pH 7	pH H2O	Ca/K	Ca/Mg	Mg/K
11	Impert.	4,2	39	6,1	40,5	3,2	12,7
	Pert.	3,6	29,1	7,1	19,5	2,6	7,4
15	Impert.	3,57	16,7	5,7	8,4	1,8	4,6
	Pert.	3,04	5,1	7	-	-	1,4
10	Impert.	2,63	18,6	6,5	9,1	4,5	2
	Pert.	2,1	15,4	6,9	7,3	2,6	3
4	Impert.	3,34	18,6	5,9	5,9	4,4	1,3

Pert.	2,39	23,2	7	21,7	2,1	10,2
-------	------	------	---	------	-----	------

Los porcentajes de M.O. del grupo No. 2 son mayores a las diferencias estimadas antes de comenzar con el manejo orgánico (Beathgen 2000, URUGUAY. MGAP 2004, Blum et al. 2006), por lo que consideramos que se logra una recuperación moderada.

Los valores de CIC sufren una disminución en 3 de los 4 casos (casos 10, 11 y 15) que pertenecen a este grupo.

Esta disminución posiblemente se encuentra asociada a las pérdidas de materia orgánica, coincidiendo con trabajos publicados por Bayer y Mielnickzuk, citados por Bayer et al. (2002), donde se afirma que la degradación de la materia orgánica del suelo tiene un efecto negativo sobre la CIC.

En el caso 4 la CIC se eleva, pudiendo estar relacionado al aumento de la fracción arcilla del suelo perturbado (Ver Cuadro No. 16).

Los valores de pH del suelo imperturbado para el grupo No. 2 se encuentran entorno a 7. No presentan valores extremos, pero si se consideran los rangos óptimos para la mayor parte de los cultivo que sugiere Claro (2001) se aprecia que están levemente por encima.

Las relaciones de cationes Ca/K y Mg/K que presenta el grupo están distantes de los rangos que benefician al crecimiento de las plantas, principalmente por elevados índices de Ca y bajos niveles de K, pudiendo llegar a producir desbalances nutricionales (Claro, 2001).

Los casos mencionados de este grupo no utilizan el resultado de los análisis de suelos, para planificar y tomar la decisión de fertilización de los cultivos. Es probable que debido a esto, se pueda generar un desbalance de nutrientes. En relevamientos publicados por Blum et al. (2006), se asocian los desbalances nutricionales en predios hortícolas, a las fertilizaciones sin tener en cuenta los resultados de análisis de suelo.

4.2.2.3 Análisis de parámetros físicos de suelo para el grupo No. 2

Con las muestras tomadas en los predios para este grupo, se presenta el cuadro No. 28 con los resultados obtenidos.

Cuadro No. 28: Valores de densidad aparente, porosidad total, macroporos, microporos para muestras de suelo imperturbado y perturbado pertenecientes al grupo No. 2.

CASO	SUELO	D.Ap. (g/cm³)	P.T. (%)	MACROP. (%)	MICROP. (%)
11	Impert.	1,23	54	5	49
	Pert.	1,22	54	10	44
15	Impert.	1,21	55	9	46
	Pert.	1,40	48	7	41
10	Impert.	1,10	59	11	48
	Pert.	1,28	52	13	39
4	Impert.	1,29	53	0	53
	Pert.	1,57	41	0	41
Promedio	Impert.	1,20	55	6	49
	Pert.	1,37	49	7	41

Referencias: D.Ap.: Densidad aparente | Macrop.: Macroporos | P.T.: Porosidad total
Microp.: Microporos

Los parámetros físicos correspondientes al grupo muestran un aumento de la densidad aparente de la parcela de cultivo respecto al suelo imperturbado.

Los valores de densidad aparente promedio son de 1.20g/cm³ y 1.36g/cm³ para el suelo imperturbado y perturbado respectivamente.

El caso 4, donde el valor de densidad aparente de la parcela de cultivo se presenta como extremadamente elevado, no está de acuerdo con lo observado a campo, ya que el suelo no presentaba una compactación evidente. El elevado valor se puede deber a errores de muestreo o laboratorio. Si se quita este valor el promedio de densidad para el grupo se situaría cercano en 1.3 g/cm³ para el suelo perturbado. Los valores mencionados demuestran evidencias de compactación.

El fundamento de este aumento de la DA observado, está determinado por la disminución de la materia orgánica (Primavesi, 1984).

Según Ker et al., citados por Ferreira et al. (2001), el uso intensivo del suelo conduce a la compactación. Dentro de este grupo los manejos mencionados por los productores son tendientes a disminuir la densidad del suelo (Seguel et al. 2003, Espinoza 2004), pero como se mencionó anteriormente se cree que existe un efecto de las prácticas convencionales previas que aun no se logran revertir.

Otro de los valores elevados de densidad aparente, se da en el caso 15, el cual utiliza el rotoavador habitualmente en la preparación del suelo. En experimentos realizados por Tripathi et al. (2006) se llegó a la conclusión que el efecto de dicha herramienta de laboreo era negativo y se encontro que la DA aumentaba con el uso de este implemento.

Los valores de porosidad total de los suelos imperturbados del grupo son en promedio un 55%, mientras que en el suelo perturbado el parámetro disminuye a 49%.

Los resultados presentados responden principalmente al descenso de la materia orgánica del suelo.

Los porcentajes de macroporos representan en promedio un 6% y 7% para suelo imperturbado y perturbado respectivamente. Si se excluye del cálculo el caso 4 por presentar valores atípicos, los promedios de macroporos pasan a representar valores de 8 y 10% para suelo imperturbado y perturbado respectivamente.

El crecimiento apreciado en los casos 11 y 10 del % de macroporos puede corresponderse al agregado de materia orgánica que realizan los productores como práctica común, coincidiendo con los resultados obtenidos por Seguel et al. (2003). Este aumento no se verifica en el caso 15 posiblemente por efecto negativo del implemento de laboreo utilizado en la preparación de los canteros (Tripathi et al., 2006).

Consideramos que los manejos realizados por los productores pertenecientes a este grupo no han sido suficientes para revertir la situación inicial del recurso, o bien el deterioro del mismos era muy elevado (dato que se desconoce) al comienzo de la reconversión.

Los resultados de estabilidad estructural para el grupo No. 2 se presentan en el cuadro No. 29.

Cuadro No. 29: Diámetro medio geométrico (DMG) de los agregados estables al agua (mm) para muestras de suelo imperturbado y perturbado en el grupo No. 2.

Caso	11	15	10	4
-------------	-----------	-----------	-----------	----------

DMG I	4,6	4,75	4,3	4,29
DMG P	1,92	3,98	2,31	1,83
Var. DMG (%)	-58	-16	-46	-57
Promedio Var.	-44%			

Referencias: Var.: Variación

El grupo presenta una disminución promedio en el DMG de un 44%, respecto a su par imperturbado.

Los valores de los suelos imperturbados fueron similares en todos los casos, no así los valores de las parcelas de cultivo, donde existen 3 casos (casos 11, 10 y 4) con valores cercanos a 2 mm y un valor cercano a 4 mm (caso 15).

Los valores observados para los suelos imperturbados coinciden con los valores encontrados para campo natural por García et al. (2001).

La pérdida de materia orgánica es la causa de la disminución de la estabilidad estructural en la parcela de cultivo.

En estudios realizados por Roldán et al. (2005) se demostró que el efecto de la disminución de la estabilidad estructural, era provocado por las pérdidas de materia orgánica originadas por el laboreo.

La disminución del valor de DMG observada coincide con los resultados encontrado por Abrao et al., Reiniert et al., citados por Bayer et al. (2002) donde se observó que la preparación del suelo era el principal agente causal.

Cuadro No. 30: Distribución porcentual de los agregados estables en agua, con base en el peso por clases de tamaño, para muestras de suelo imperturbado y perturbado del grupo No. 2.

Caso	Suelo	8 - 2 mm	2 - 1 mm	1 - 0,5 mm	0,5 - 0,25 mm	0,25 - 0,1 mm
11	Impert.	93%	6%	1%	0%	0%
	Pert.	10%	20%	25%	25%	20%
15	Impert.	95%	3%	1%	0%	0%
	Pert.	67%	15%	10%	6%	3%
10	Impert.	79%	8%	7%	4%	2%
	Pert.	29%	26%	28%	15%	2%
4	Impert.	84%	13%	3%	0%	0%
	Pert.	8%	25%	45%	18%	4%

Prom.	Impert.	95%	4%	1%
	Pert.	50%	43%	7%

Referencias: Prom.: Promedio

Al analizar la distribución por tamaño de agregados de la parcela de cultivo, encontramos variaciones respecto a su par imperturbado. En promedio el 50% de los agregados se concentra en los mayores tamaños de agregados. Un 43 % en los agregados medios y un 7 % en agregados menores de 0.5 mm.

Diversos autores (Kemper y Rosenau, Angers y Mehuys, citados por Sasals et al., 2006) consideran que el tamaño de agregados entre 1-2 mm es el adecuado para medir el efecto de las prácticas agronómicas aplicadas sobre el suelo.

Se destaca en el grupo, el predio 11 en el cual los agregados pequeños suman un 20% del total de agregados. La clasificación de agregados según su tamaño propuesta por Tisdall y Oades, citados por Sanchez et al. (2006), sugieren que valores inferiores a 0,25 mm representan una mala estructura del suelo. Los valores observados hacen pensar que la historia de manejo convencional del predio produjo un deterioro de la estructura que aún no se revirtió con los manejos conservacionistas.

En el caso 15 la disminución es de menor magnitud, donde se deprecia la clase de 8-2 mm y se concentra en tamaños medios.

Los datos analizados sobre estabilidad estructural muestran que en los casos 10 y 4, se produce una disminución de la clase mayor y un aumento sustancial en las clases de agregados medios y pequeños (de 0.1 a 0.5 mm).

Trabajos realizados por diversos autores citan el efecto negativo del aumento del laboreo sobre la estabilidad estructural de los suelos (Krabbe et al. 1994, Bertol et al. 1999, Roldán et al. 2005) y esto coincide con la historia de las parcelas de cultivo.

La forma de preparación del suelo previo a comenzar el manejo conservacionista, según datos relevados a través de la entrevista, se basó principalmente en el uso de herramientas que provocaban una ruptura excesiva y eran utilizadas de forma frecuente. Krabbe et al. (1994), observó que para diferentes sistemas de laboreo del suelo: no laboreado, convencional y monte natural, el último presentó mayores diámetros de agregados estables al agua, seguido de el no laboreado y el laboreo convencional.

Consideramos como posible explicación que los manejos convencionales históricos han sido inadecuados y provocaron una concentración de los agregados en las clases de menor tamaño (Krabbe et al., 1994). Los manejos orgánicos que los

productores aplican no logran revertir en su totalidad los parámetros estudiados en la parcela de cultivo. Es posible que de permanecer en esta línea se continúe con la mejora de la calidad de los suelos.

4.2.2.4 Análisis de parámetros hídricos de suelo para el grupo No. 2

En el cuadro No. 31 se presentan los datos de los parámetros hídricos evaluados para el Grupo No. 2 en las situaciones de suelo imperturbada y perturbada.

Cuadro No. 31: Agua disponible en el suelo para muestras de suelo imperturbado y perturbado para el grupo No. 2.

Caso	Suelo	A.D. (mm/10cm)
11	Impert.	8,2
	Pert.	9,3
	Var. (%)	13
15	Impert.	9,6
	Pert.	6,1
	Var. (%)	-36
10	Impert.	10,2
	Pert.	9,8
	Var. (%)	-4
4	Impert.	11,1
	Pert.	5
	Var. (%)	-55
Prom.	Impert.	9,8
	Pert.	7,5
	Var. (%)	-23,5

Referencias: A.D.: Agua Disponible | Var. (%): Variación Porcentual | Prom.: Promedio

Los suelos imperturbados presentan valores de retención de agua muy similares siendo en promedio 9,8 mm/10 cm. Los valores para la parcela de cultivo difieren de la situación original. Pasan en promedio a 7,5 mm/10 cm. La variación del parámetro es de -23%. También se aprecia que existen diferencias marcadas en cada productor.

El caso 11 aumentó sensiblemente su valor, mientras que el caso 10 mantiene los niveles. En ambos predios se aprecia un menor % M.O. y una baja del % de microporos, por lo que sería esperable encontrar una disminución del parámetro A.D.

Los predios 15 y 4 bajan en forma considerable su capacidad de acumulación de agua, presentando valores absolutos bajos para el Brunosol (caso 15) y el Argisol (caso 4) estudiados en las parcelas de cultivo (ver Cuadros No. 2 y No. 8).

Este descenso se condice con la baja del porcentaje de microporos, el aumento en la DA (ver Cuadro No. 28) y la baja de materia orgánica (ver Cuadro No. 27). Prevedello y Ker et al., citados por Ferreira et al. (2001), llegaron a la misma conclusión para condiciones similares. En este mismo estudio se afirma que el manejo inadecuado fue la causa del descenso del agua disponible.

Si bien los manejos del grupo son tendientes a aumentar el agua disponible, en experimentos realizados por Ferreira et al. (2001), con distintos tratamientos conservacionistas, quedó demostrado que no se lograron reconstituir los valores de agua disponible del suelo para el período del experimento, sino que llevó muchos años alcanzar los valores originales del suelo.

4.2.2.5 Diagnóstico del estado del suelo de cultivo para el grupo 2

Los productores que presentaron una pérdida de materia orgánica media (entre 10 y 30 %) con respecto al suelo imperturbado que conforman el grupo No.2, también se caracterizaron por realizar manejos tendientes a mejorar la calidad de suelo. El porqué no alcanzan los niveles del primer grupo, puede deberse a un mal ajuste de los mismos o que los niveles de partida de la materia orgánica (que son una incógnita en este trabajo) hayan sido muy bajos.

Para los valores en los parámetros químicos se observan bajas en la materia orgánica y una mayor dependencia de la CIC a los materiales texturales y al tipo de suelo presente. El pH es adecuado para la producción en todos los casos y en la relación de cationes surgen desbalances. Respecto a la densidad aparente no logran disminuir los valores, si bien se mantienen dentro de los rangos aceptables para las categorías de suelo a los que pertenecen, la porosidad total no presenta diferencias sustanciales, al igual que la relación de macro y microporos. El DMG en los casos pertenecientes a este grupo disminuye, las clases de agregados más grandes descienden con respecto al suelo imperturbado y se concentran en las clases medianas y en menor medida en las de tamaño pequeño. En relación al agua acumulada los resultados son dispares y en dos casos la baja es importante.

Observando y analizando el conjunto de los resultados de este grupo, inferimos que los suelos de la parcela cultivada presentan una tendencia a la recuperación del

recurso y que las prácticas de manejo que realizan los productores en el campo, deben ser ajustadas para obtener un mayor impacto, así como también deben incorporar otras técnicas que complementen las que ya realizan y eliminar aquellas que van en detrimento de la calidad del suelo y que se siguen empleando.

De acuerdo al criterio de calidad de suelos presentado por el NRCS, citado por Acevedo et al. (2005), los suelos del grupo No. 2 cumplen con las condiciones en forma parcial.

Presentan un menor nivel de materia orgánica y capacidad de intercambio que su par imperturbado.

La capacidad de retener agua es media en términos relativos a los tipos de suelo.

Los parámetros físicos alcanzan valores adecuados que se adaptarían al buen desarrollo de los vegetales, si bien son más bajos que en el suelo imperturbado. Poseen una estructura levemente degradada respecto a la situación imperturbada.

4.2.3 Presentación y análisis del grupo No. 3

El grupo No. 3 comprende a los sitios que presentan una variación negativa del porcentaje de materia orgánica que supera el 30 % entre las situaciones de suelo imperturbado respecto del perturbado. En el cuadro No. 32 se presentan los casos pertenecientes a este grupo ordenados de forma creciente de disminución.

Cuadro No. 32: Variaciones de materia orgánica entre suelo perturbado e imperturbado superiores al 30%.

Caso	Var. M.Org. (%)
7	-31,4
17	-46,4
16	-46,6
14	-54,5
9	-57
2	-62,5
5	-63,7

Referencias: Var. M.O.: Variación de materia orgánica.

4.2.3.1 Manejos realizados por productores incluidos en el grupo No. 3

De los datos de las entrevistas realizadas a productores, se obtuvo la información de los manejos de suelo que realizan los integrantes del grupo No. 3. Los datos se presentan en el cuadro No. 33.

Cuadro No. 33: Manejo de suelos realizado por los productores del grupo No. 3 en el predio.

Caso	Laboreo	Incorp.	A.V.	R. Cult.	Cob.	C.Malezas
7	Inversión	No	No	Escasa	Descubierto	Químico
17	Vertical	No	No	Si	Descubierto	Químico
16	Vertical	No	Si	Si	Cubierto	Cultural
14	Inversión	Si	No	Si	Descubierto	Químico
9	Vertical	No	No	No	Descubierto	Químico
2	Inversión	No	No	Escasa	Descubierto	Químico
5	Inversión	No	No	No	Descubierto	Químico

Referencias: Incorp.: Incorporaciones | Cob.: Cobertura de suelo | A.V.: Abonos verdes
C. Malezas: Control de Malezas | R. Cult.: Rotación de cultivos

Dentro del grupo No. 3 se concentra a la totalidad de los predios convencionales. Sólo un predio orgánico (caso 16) queda incluido (ver Cuadro No. 15).

En los predios convencionales estudiados no se realiza incorporación de enmiendas orgánicas y mantienen el suelo descubierto por largos períodos de tiempo entre los cultivos. El uso de abonos verdes no es frecuente. Cuatro de los seis predios convencionales utilizan herramientas de laboreo de inversión.

El control de las malezas se lleva a cabo con aplicación de herbicidas durante el cultivo y en los cuadros en barbecho, complementándose con pasadas de herramientas para la eliminación de la vegetación. Utilizan como criterio mantener los cuadros con cero maleza.

La foto que se presenta a continuación es una muestra clara de este manejo y en ella se aprecia el encostramiento superficial del suelo

Foto No. 10: Ejemplo de manejo de suelo descubierto en prod. convencionales



En esta fotografía se aprecia el alto riesgo de erosión producido por el laboreo a favor de la pendiente, sumado al mantenimiento del suelo descubierto.

Foto No. 11: Laboreo a favor de la pendiente



El nivel de rotación de cultivos es bajo, realizándose solo en 2 de los casos.

Las prácticas agrícolas modernas como los monocultivos que no consideran la incorporación de residuos y hacen un elevado uso de fertilizantes químicos, han producido un fuerte declive de los niveles de materia orgánica en el suelo (Allison, Droeven et al., Van der Linden et al., citados por Valdés, 2003) y esto es coincidente con los datos obtenidos en estos productores convencionales.

El caso 16 (orgánico), mantiene el suelo cubierto con abonos verdes o vegetación espontánea, no incorpora enmiendas orgánicas de origen animal, realiza control de malezas cultural y utiliza herramientas de labranza vertical. Se caracteriza por un uso no muy intensivo del recurso.

4.2.3.2 Análisis de parámetros químicos de suelo para el grupo No. 3

Con los datos de los análisis químicos presentados en la ficha para cada caso se elabora el cuadro No. 34. (Ver Apéndices 9.3.2, 9.3.5, 9.3.7, 9.3.9, 9.3.14, 9.3.16 y 9.3.17).

Cuadro No. 34: Parámetros químicos de suelo imperturbado y perturbado de los sitios del grupo No. 3.

Caso	Suelo	M.O. (%)	CIC pH 7	pH H ₂ O	Ca/K	Ca/Mg	Mg/K
7	Impert.	3,18	20,7	6	11,1	3,3	3,3
	Pert.	2,18	19,3	5,1	19,3	3,5	5,5
17	Impert.	3,79	21,3	5,9	9	2,5	3,6
	Pert.	2,03	14,3	5,5	14,5	3	4,7
16	Impert.	5,26	20,4	6	22	4,1	5,4
	Pert.	2,81	20,9	6,5	13,2	3,5	3,8
14	Impert.	6	36	6,03	26	3,5	7,5
	Pert.	2,73	20,1	6,02	11	3,6	3,1
9	Impert.	7,51	33,3	6,6	12,7	3,4	3,7
	Pert.	3,23	14,2	7,5	8,8	1,8	5
2	Impert.	4	14,8	6,4	9,5	4,5	2,1
	Pert.	1,5	15,5	4,5	14,4	3,8	3,8
5	Impert.	3,1	16,2	6,1	6,3	4	1,6
	Pert.	1,1	10,2	5,4	8,4	4,7	1,8

Los manejos realizados por los productores convencionales continúan con una presión negativa sobre la materia orgánica. El excesivo laboreo del suelo realizado por el grupo, causa una rápida pérdida en el contenido de materia orgánica, y en la productividad de los cultivos.

Bayer et al., citados por Alguacil et al. (2005) afirman en sus investigaciones, para manejos similares a los realizados por estos productores, que el laboreo excesivo disminuye los contenidos de MO.

Los valores de M.O. en 5 de los 6 productores convencionales, son ampliamente superiores a las estimaciones que Beathgen et al. (2000), Blum et al. (2006) esperan para suelos con estos manejos (40 % menos que la situación imperturbada).

El caso 7, que presenta pérdidas de M.O. de 31.4 %, tiene la particularidad de que el productor comenzó con los manejos convencionales luego de un período muy largo en que la chacra estuvo abandonada. Es probable que durante este tiempo de descanso (mayor a 10 años) se hayan dado procesos de recuperación de la M.O. en el suelo de la parcela de cultivo.

Los valores de CIC para la mayoría de los casos del grupo (7, 17, 14, 9 y 5) disminuyen asociado al menor porcentaje de MO.

Torres et al. (2006) en sus investigaciones encontró disminuciones en los valores de materia orgánica y CIC para manejos convencionales.

En tres casos (17, 14 y 5) se aprecian disminuciones de la fracción arcilla que contribuyen a las pérdidas de CIC (ver Cuadro No. 16). Los descensos observados en el contenido de arcilla se encuentran asociadas a procesos erosivos y a prácticas de barbecho con suelo descubierto bajo permanente laboreo (Blum et al., 2006).

En el caso 2 se produce un aumento del parámetro, no encontrando una justificación para explicar este fenómeno, ya que la materia orgánica disminuye considerablemente y además presentan variaciones importantes en el contenido de arcilla (principalmente en caso 2 – ver Cuadro No. 16).

En cuatro de los seis productores convencionales, los resultados encontrados de pH comprometen el crecimiento de las plantas. Los casos 7, 17 y 5 presentan niveles por debajo de 5,5. En el caso 9 existe un valor elevado de pH de 7.5.

Estos valores son producto de los bajos niveles de materia orgánica que disminuyen el poder Buffer del suelo (Primavesi, 1984).

Echeverría et al. (2001) en sus estudios, adjudica las variaciones encontradas en los niveles de pH, a efectos secundarios de la fertilización química.

Los casos 14 y 17 se encuentran dentro de los rangos de pH óptimos presentados por Claro (2001). En ambos casos, teniendo en cuenta la baja presencia de materia orgánica, la no incorporación de enmiendas orgánicas y la estrategia de fertilización en los predios, se considera que existe un riesgo latente de cambios en el pH hacia valores perjudiciales.

En cuanto a la relación de nutrientes, el caso 14 está dentro de los rangos óptimos y el resto presenta relaciones por fuera del mismo (Claro, 2001).

Los datos correspondientes al caso 16 (productor orgánico), muestran un descenso importante de la materia orgánica. El grado de intervención del productor, para revertir la situación de degradación en la parcelas de cultivo ha sido bajo. La CIC se mantiene en la parcela de cultivo con respecto al suelo imperturbado. No se encontraron causas evidentes que permitan explicar este comportamiento.

El pH se eleva sensiblemente en el caso 16, manteniéndose en valores óptimos para el crecimiento de la mayor parte de los vegetales. La relación de cationes se ubican dentro de los valores adecuados (Claro, 2001).

4.2.3.3 Análisis de parámetros físicos de suelo para el grupo No. 3

Con los resultados de muestras de suelo perturbado e imperturbado tomadas en los predios y analizadas en laboratorio, se calcularon los indicadores físicos de calidad de suelo. Los mismos se presentan en el cuadro No. 35.

Cuadro No. 35: Valores de densidad aparente, porosidad total, macroporos, microporos para muestras de suelo imperturbado y perturbado pertenecientes al grupo No. 3.

Caso	Suelo	D.Ap.(g/cm³)	P.T. (%)	Macrop.(%)	Microp.(%)
7	Impert.	1,365	49	11	38
	Pert.	1,186	55	27	28
17	Impert.	1,2	55	10	45
	Pert.	1,336	50	13	37
16	Impert.	1,275	52	1	51
	Pert.	1,21	55	13	42
14	Impert.	1,035	61	9	52
	Pert.	-	-	-	-
9	Impert.	1,035	61	10	51
	Pert.	1,336	50	9	41
2	Impert.	1,31	51	22	29
	Pert.	1,333	50	30	20
5	Impert.	1,395	48	14	34
	Pert.	1,386	48	12	36
Prom.	Impert.	1,231	54	11	43
	Pert.	1,298	51	17	34

Referencias: D.AP.: Densidad aparente | Macrop.: Macroporos | P.T.: Porosidad total
Microp.: Microporos

En los parámetros físicos del grupo se observa una tendencia hacia el aumento y/o mantenimiento de la densidad aparente, representando los parámetros en promedio 1.23g/cm³ para el suelo imperturbado y 1.29g/cm³ para la parcela de cultivo. Estos valores se asocian a índices de compactación.

La porosidad total representa 54% y 51% para el suelo imperturbado y perturbado respectivamente. Los valores de macroporos son de 11% para los suelos imperturbados y de 17% para las parcelas de cultivo. Los microporos constituyen un 43% para los suelos imperturbados y un 34% para los suelos cultivados.

Diversos autores citados por Ferreira et al. (2001), investigando los efectos que tienen manejos similares a los aplicados por los productores convencionales, afirman que las alteraciones realizadas sobre el suelo provocan efectos negativos aumentando la densidad y disminuyendo la macroporosidad. Esto se cumple en los casos 17, 9, 2 y 5 para la DA que indicarían signos de compactación.

El efecto de un manejo intensivo del suelo, aumenta la densidad y causa limitaciones al desarrollo de las plantas y al crecimiento de las raíces (Kiehl, citado por Ferreira et al., 2001), coincidiendo con los manejos realizados por los productores.

Se aprecia que el caso 7 disminuye la densidad aparente, disminuye la porosidad total, el porcentaje de macroporos aumenta un punto porcentual y la microporosidad decrece. Quizás esto pueda deberse a que la parcela de cultivo estuvo más de 20 años sin roturar y recién a partir del 2003 se comenzaron los laboreos.

Con respecto a la porosidad, investigaciones realizadas por Ferreira et al. (2001), en situaciones similares mostraron que la misma no fue alterada hasta el segundo año de cultivo, cuando se compara con el testigo bajo vegetación nativa.

Con respecto al productor orgánico perteneciente a este segmento los datos de densidad aparente muestran un leve descenso de la misma. La porosidad total se mantiene constante, los macroporos aumentan significativamente y los microporos se reducen. Relacionando manejos realizados por este productor con estudios realizados por Espinosa (2004), se observan coincidencias en el efecto de la incorporación de residuos de leguminosas que contribuyen al incremento de los macroporos. Los resultados logrados por el productor no alcanzan a una recuperación mayor, posiblemente por la falta sistemática en la aplicación de prácticas conservacionistas.

De las muestras de suelo tomadas se realizó el cálculo de la estabilidad estructural. Los resultados obtenidos se presentan en el cuadro No. 36.

Cuadro No. 36: Diámetro medio geométrico (DMG) de los agregados estables al agua (mm) para muestras de suelo imperturbado y perturbado pertenecientes al grupo No. 3.

Caso	7	17	16	14	9	2	5
DMG I	3,63	4,79	4,62	4,3	4,92	4,64	4,28
DMG P	3,12	2,26	2,75	2,54	1,85	2,94	2,4
Var. DMG (%)	-14	-53	-40	-41	-62	-37	-44

Los valores observados para los suelos imperturbados coinciden con los valores encontrados para campo natural por García et al. (2001).

El promedio de disminución expresado como DMG de los agregados es -42%.

Abrao et al., Reinert et al., citados por Krabbe et al. (1994) confirman que con el aumento del laboreo del suelo, se produce una reducción en la estabilidad de los agregados y en el DMG de los agregados.

Cuadro No. 37: Distribución porcentual de los agregados estables en agua, con base en el peso por clases de tamaño para muestras de suelo imperturbado y perturbado pertenecientes al grupo No. 3.

Caso	Suelo	8-2 mm	2-1 mm	1-0,5 mm	0,5-0,25 mm	0,25-0,1 mm
7	Impert.	71%	14%	9%	5%	1%
	Pert.	5%	10%	15%	32%	38%
17	Impert.	94%	1%	0%	5%	0%
	Pert.	7%	8%	15%	34%	36%
16	Impert.	93%	6%	1%	0%	0%
	Pert.	45%	21%	21%	11%	2%
14	Impert.	87%	9%	3%	0%	0%
	Pert.	43%	16%	33%	8%	0%
9	Impert.	91%	4%	2%	2%	1%
	Pert.	15%	36%	38%	10%	1%
2	Impert.	95%	4%	1%	0%	0%

	Pert.	10%	14%	17%	28%	32%
5	Impert.	87%	8%	4%	1%	0%
	Pert.	7%	5%	21%	40%	27%
Prom.	Impert.	95%		5%		0%
	Pert.	34%		46%		20%

La distribución de los agregados presente en los suelos imperturbados del grupo es: 95% entre 8 y 1mm, 5% entre 1 y 0.25 y 0% entre 0,25 y 0,1. Estos valores concuerdan con los valores de un campo natural (García et al., 2001).

En los suelos perturbados encontramos diferencias importantes. La distribución de los agregados representa un 34% entre 8 y 1 mm, 46% entre 1 y 0,25 mm y 20% entre 0.25 y 0.1 mm.

Estos valores de la parcela de cultivo para el grupo No. 3 coinciden con lo resultados obtenidos por Krabbe et al. (1994) para manejos convencionales similares. En ellos existen diferencias significativas en el aumento de las clases menores a 0,21 mm que indica las peores características físicas.

En la distribución de agregados de los suelos de este grupo, los casos 7, 17, 2 y 5, presentan la mayor concentración de los agregados de la clase de menor tamaño (menores a 0.25 mm), representando 30% del total. Si se observa las clases de agregados medios, los valores superan el 50 % en los 4 casos.

En los casos 14 y 9 se presenta una mejor distribución de los agregados, presentando un 50 % en las clases mayores, 50 % en las clases de tamaño medio y prácticamente no aparecen agregados menores a 0.25 mm.

Tomando como indicador la clase de agregados entre 1-2 mm considerada por varios autores (Kemper y Rosenau, Angers y Mehuys, citados por Sasals et al., 2006), como la mejor para medir los efectos de los manejos, los productores convencionales presentan el mayor porcentaje de los agregados por debajo de este límite y por tanto se evidencia una estructura degradada.

Blum et al. (2006) en relevamientos realizados con horticultores del sur, encontró que como práctica en búsqueda de “airear” el suelo, se dejan los cuadros con suelo descubierto, bajo permanentes laboreos durante períodos de seis meses a un año y afirma que esta práctica es muy negativa desde el punto de vista de la conservación del recurso.

Los malos resultados en la distribución de agregados en los productores convencionales estudiados, se atribuyen a un manejo del suelo descubierto (libre de

malezas) durante el barbecho. También influye una excesiva ruptura de los agregados debido al tipo de herramienta y frecuencia del laboreo.

La falta de incorporación de enmiendas orgánicas acentúa las disminuciones de la estabilidad estructural. Krabbe et al. (1994) estudiando manejos similares realizados por productores convencionales concuerda en las conclusiones.

Como características asociadas a la estabilidad estructural, se encuentran la resistencia del suelo a la erosión y compactación por la lluvia. La concentración de los agregados en las clases más pequeñas lleva a que se maximicen la compactación y formación de costra superficial (FAO, 2000).

En el caso 16 (productor orgánico) tomando en cuenta el mismo límite (1-2 mm) citado por Sasals et al. (2006) presenta la mayor concentración de agregados en la clase de mayor tamaño, acorde con los manejos conservacionistas llevados adelante.

4.2.3.4 Análisis de parámetros hídricos de suelo para el grupo No. 3

Con las muestras tomadas en los predios en los suelos imperturbado y perturbado, pertenecientes a este grupo y analizadas en laboratorio, se presenta el cuadro No. 38 con los resultados obtenidos.

Cuadro No. 38: Agua disponible en el suelo para muestras de suelo imperturbado y perturbado, pertenecientes al grupo No. 3.

Caso	Suelo	A.D.(mm/10cm)
2	Impert.	75
	Pert.	78
	Variación (%)	4
5	Impert.	123
	Pert.	50
	Variación (%)	-59
7	Impert.	81
	Pert.	109
	Variación (%)	34
9	Impert.	95
	Pert.	62
	Variación (%)	-35
14	Impert.	70

	Pert.	-
	Variación (%)	-
16	Impert.	50
	Pert.	124
	Variación (%)	148
17	Impert.	80
	Pert.	55
	Variación (%)	-31

Los promedios de agua disponible en el suelo imperturbado son de 82cm/10cm, mientras que para los suelos de cultivo la misma disminuye a 79.6cm/10cm.

Los casos 5, 9 y 17, sufren una disminución del parámetro agua disponible en el suelo, presentando valores bajos. Las correlaciones entre contenidos de materia orgánica del suelo y retención de agua, permiten inferir que los descensos observados son explicados por la reducción de la M.O. (Lopez y Avalos, 2004).

Los casos 7 y 16, presentan un aumento del agua acumulada en la parcela de cultivo respecto al suelo laboreado, no encontrando una respuesta satisfactoria para explicar el fenómeno, ya que hay una disminución en ambos de los microporos y de la materia orgánica. Estos valores se encuentran lejos de los que alcanzan los productores que pertenecen al grupo No. 1 (ver Cuadro No. 24).

El predio 2 no presenta una variación significativa en el contenido de A.D. siguiendo con un valor bajo y no encontrando una respuesta que explique el fenómeno.

4.2.3.5 Diagnóstico del estado del suelo de cultivo para el grupo No. 3

El grupo No. 3 con mayores diferencias en la variación de la materia orgánica, presentó la peor situación con respecto a los indicadores de calidad de suelo.

En general las disminuciones de materia orgánica son importantes, llegando varios de los predios a presentar niveles basales.

La capacidad de intercambio disminuye o se mantiene dependiendo de los materiales texturales del suelo. Hay cambios importantes en el pH y aparecen predios con extremos que comprometen el desarrollo de las plantas, respecto a la relación de nutrientes todos presentan desbalances.

La densidad aparente se mantiene (en general en valores altos) y en varios casos se produce un aumento, la porosidad total se mantiene en algunos casos y disminuye en otros, con variaciones en la relación de macro y micro poros.

Respecto al diámetro medio geométrico disminuye en la parcela cultivada, los datos muestran que se produce una disminución de los agregados mayores y un aumento en las clases de menor tamaño, apareciendo algunos casos con importante presencia de agregados menores a 0,5 mm. Los datos de agua acumulada son dispares, en ningún caso alcanzan los niveles del grupo No. 1.

Los predios que encontramos en este grupo realizaban con excepción de uno (caso 16) manejos convencionales. Esto sugiere que cuando no se realizan manejos tendientes a mejorar la calidad del recurso, este sigue deteriorándose y en todos los casos, se aprecian valores en los indicadores que afectan en forma negativa la producción, independientemente del tipo de suelo con el que se cuenta.

El productor orgánico que se ubicó en este segmento presentaba características particulares de producción y se apreciaron desajustes en las prácticas de manejo, en todo caso si bien sus parámetros no son suficientes, no presentó ningún indicador que comprometiera la producción, y en otros casos una tendencia a la mejora.

De acuerdo al criterio de calidad de suelos presentado por el NRCS, citado por Acevedo et al. (2005), los suelos del grupo No. 3 no cumplen con las condiciones planteadas.

Presentan un bajo nivel de materia orgánica en general comparando con los suelos originales y CIC baja, salvo excepciones.

La capacidad de retener agua es media en términos relativos a los tipos de suelo.

Se aprecian valores extremos de pH en la mayoría de los suelos estudiados.

Los parámetros físicos presentan en general valores de compactación y los manejos de los productores convencionales siguen ejerciendo una presión negativa sobre estos parámetros. Poseen una estructura con mayor degradación respecto a la situación imperturbada.

Los suelos bajo manejo convencional presentan riesgos de erosión alto por mantener el suelo descubierto.

4.2.4 Presentación y análisis del caso No. 12

A continuación se presentan los datos obtenidos para el caso No. 12, el cual no se puede incluir dentro de ninguno de los grupos conformados, debido a la falta del dato de materia orgánica del suelo perturbado.

4.2.4.1 Manejos realizados en el caso No. 12

De los datos brindados por el productor, en la entrevista durante la visita a su predio, se presenta un resumen del manejo que realiza en la parcela de cultivo.

Cuadro No. 39: Manejos realizados en el caso No. 12.

CASO	LABOREO	INCORP.	A.V.	R. CULT.	COB.	C. MALEZAS
12	Vertical	Si	Si	Si	Cubierto	Cultural

El productor realiza un manejo orgánico. Utiliza el laboreo vertical, rotaciones de cultivos con abonos verdes, mantiene el suelo cubierto y realiza incorporación de enmiendas de origen animal. Estos manejos son citados por diversos autores como beneficiosos para la mejora de la calidad del suelo (Bayer y Guilherme 1999, Alguacil et al. 2005, Tripathi et al. 2006).

4.2.4.2 Análisis de parámetros químicos de suelo para el caso No. 12

Con las muestras relevadas en los suelos imperturbado y perturbado durante la visita al predio, y analizadas posteriormente en el laboratorio, se presenta en el cuadro No. 40 los resultados obtenidos.

Cuadro No. 40: Valores de parámetros químicos para muestras de suelo imperturbado y perturbado, pertenecientes al caso No. 12.

CASO	SUELO	M. O. (%)	CIC pH 7	pH H ₂ O	Ca/K	Ca/Mg	Mg/K
12	Impert.	2,21	14,5	6,5	7	4	1,7
	Pert.	-	26,6	7,3	15,1	5,7	2,6

Presenta valores bajos para el tipo de suelo en la parcela imperturbada (Duran, 1985).

No se tiene dato sobre materia orgánica para suelo perturbado. Se produce un aumento de la capacidad de intercambio catiónico obteniendo un valor alto. Este cambio

no se puede analizar por la falta de datos, si es consecuencia de los cambios en la materia orgánica o de la fracción arcilla.

Torres et al. (2006) demostró que los manejos de laboreo reducido y fertilización con enmiendas orgánicas tales como las que el productor aplica, producían valores similares de CIC a un suelo imperturbado, sin alcanzar los niveles de materia orgánica del mismo.

El pH aumenta alcanzando un valor elevado de acuerdo al rango óptimo para el crecimiento vegetal.

Las relaciones de cationes en la parcela de cultivo se encuentran fuera del rango óptimo para el crecimiento vegetal. Se observa una variación considerable en la relación Ca/Mg (Claro, 2001).

4.2.4.3 Análisis de parámetros físicos de suelo para el caso No. 12

Con las muestras tomadas en el predio en los suelos imperturbado y perturbado y analizadas en laboratorio, se presenta el cuadro No. 41 con los resultados obtenidos.

Cuadro No. 41: Valores de densidad aparente, porosidad total, macroporos, microporos para muestras de suelo imperturbado y perturbado pertenecientes al caso No. 12.

CASO	SUELO	D.Ap. (g/cm³)	P.T. (%)	MACROP. (%)	MICROP. (%)
12	Impert.	1,075	60	21	39
	Pert.	1,19	55	11	44

De los datos se desprende un leve aumento de la densidad aparente en el suelo perturbado, la porosidad total disminuye si bien se mantiene en niveles elevados, disminuye el porcentaje de macroporos y aumentan los microporos. Estos datos pueden asociarse a un probable descenso de la materia orgánica (Da Ros et al., Bertol, citados por Bertol et al., 2000).

Por otro lado los resultados se contradicen con los manejos efectuados por el productor que son tendientes a mejorar estos parámetros (Doglioti et al., 2006).

Cuadro No. 42: Diámetro medio geométrico de los agregados estables al agua (mm) para muestras de suelo imperturbado y perturbado pertenecientes al caso 12.

CASO	12
-------------	-----------

DMG I	4,62
DMG P	2,35
VAR. DMG (%)	-49

Los valores observados para los suelos imperturbados, coinciden con los valores encontrados para campo natural por García et al. (2001).

En el predio se produce una disminución de la estabilidad estructural medida como DGM.

Abrao et al., Reinert et al., citados por Krabbe et al. (1994) confirman que con el aumento del laboreo del suelo, se produce una reducción en el DMG de los agregados.

Cuadro No. 43: Distribución porcentual de los agregados estables en agua, con base en el peso por clases de tamaño para el caso 12.

CASO	SUELO	8–2 mm	2–1 mm	1–0,5 mm	0,5–0,25 mm	0,25–0,1 mm
12	Impert.	93%	6%	1%	0%	0%
	Pert.	25%	28%	28%	11%	8%

En la parcela de cultivo presenta una disminución considerable de los agregados mayores y se produce un aumento de los tamaños medios y pequeños.

La distribución de los agregados se asemeja a los encontrados en los productores pertenecientes al grupo No. 2 (ver Cuadro No. 30).

Es posible pensar que los manejos que realiza el productor comienzan a tener un efecto sobre la estabilidad estructural.

4.2.4.4 Análisis de parámetros hídricos de suelo para el caso No. 12

Con las muestras tomadas en el predio en los suelos imperturbado y perturbado, y analizadas en laboratorio, se presenta el cuadro No. 44 con los resultados obtenidos.

Cuadro No. 44: Agua disponible en el suelo para muestras del suelo imperturbado y perturbado, pertenecientes al caso 12.

CASO	SUELO	A.D. (mm/10cm)
12	Impert.	11,8
	Pert.	6,9

	Variación (%)	-41
--	---------------	-----

El agua disponible en el suelo sufre un descenso en el suelo imperturbado con respecto a su par imperturbado. Esto sería contrario a lo esperado, observando los datos de microporos presentados en el cuadro No. 41. Por no contar con el dato de materia orgánica, tampoco se puede relacionar con este parámetro.

4.2.4.5 Diagnóstico del estado del suelo de cultivo para el caso No. 12

Por la comparación de los análisis de los parámetros de suelo perturbado e imperturbado, y asociándolo a los manejos realizados en el caso 12, llegamos a la conclusión de que es probable que el predio se ubique dentro del grupo que presentan pérdidas de materia orgánica entre 10 y 30 %.

De acuerdo al criterio de calidad de suelos presentado por el NRCS, citado por Acevedo et al. (2005), los suelos del caso 12 cumplen con las condiciones en forma parcial.

No se conoce el nivel de materia orgánica pero es probable que sea menor al de su par imperturbado. La capacidad de intercambio es adecuada.

Los parámetros físicos alcanzan valores adecuados que se adaptarían al buen desarrollo de los vegetales, si bien no logran los valores del suelo imperturbado. Poseen una estructura levemente degradada respecto a la situación imperturbada.

La capacidad de retener agua es media en términos relativos a los tipos de suelo.

El riesgo de erosión es bajo y no presenta barreras importantes para la infiltración del agua de lluvia.

4.3 ANÁLISIS DE LAS DIFERENCIAS ENCONTRADAS POR TIPOS DE SUELO Y MANEJOS (ORGÁNICOS Y CONVENCIONALES)

Los suelos estudiados en las diferentes zonas comparten formación geológica y características de orden, pero contrastan en el manejo que realizan los productores (orgánico vs. convencional).

4.3.1 Grupo Colonia y San José – Argisoles – formación Kiyú y Libertad

En los casos 1 y 2 (departamento de Colonia), los suelos pertenecen al mismo gran grupo (Argisoles Subéutricos). En el suelo imperturbado las características estudiadas presentan valores muy similares.

En el caso 1 a través de un manejo orgánico de la parcela, se logra aumentar los niveles de materia orgánica y mejora de los indicadores físicos y químicos, con ganancia en el espesor del horizonte superficial (ver Cuadros No. 20, 21, 22, 23 y 24).

El factor determinante de los resultados obtenidos en el estudio son las técnicas conservacionistas de suelo que se aplican, basados en altas cantidades de restos orgánicos incorporados, utilización del laboreo mínimo, rotación de cultivos, mantenimiento del suelo cubierto entre un cultivo y otro y el manejo orgánico del predio (ver Cuadro No. 19). Los resultados conseguidos por el productor en la parcela de cultivo coinciden con los obtenidos en trabajos realizados por Seguel et al. (2003), Glisanz y Arboleya (2006) evaluando manejos similares.

En el caso 2 con el manejo convencional se observó un descenso marcado de la materia orgánica, degradación de las características físicas y químicas con una pérdida de horizonte superficial (Ver cuadros No. 34, 35, 36, 37 y 38).

Se caracteriza en sus manejos en no realizar incorporaciones de enmiendas orgánicas de ningún tipo, mantiene libre de malezas el suelo entre cultivos con la utilización de maquinaria y herbicidas (ver Cuadro No. 33). Los manejos realizados por el productor concuerdan con los resultados que presenta Alguacil et al. (2006) respecto a las pérdidas de calidad de suelo para manejos convencionales.

En los Argisoles pertenecientes al departamento de San José, las características estudiadas para el suelo imperturbado son similares, mientras que en la parcela perturbada existen 3 situaciones diferentes de estado del recurso. El caso 3 en el cual el recurso mantuvo las características del suelo imperturbado (ver Capítulo 4.2.1.5), el caso 4 en el cual se observó una degradación media (ver Capítulo 4.2.2.5) y el caso 5 (ver Capítulo 4.2.3.5) que presentó los índices de degradación más elevados.

Los manejos que caracterizan al predio 3 y 4 son similares, en ambos se utilizan enmiendas orgánicas, se practica un laboreo conservacionista (vertical), manteniendo el suelo cubierto y no se manejan plaguicidas ni fertilizantes de síntesis. La diferencia en los resultados se puede deber al estado de degradación del suelo al inicio del manejo orgánico (Beathgen et al., 2000). Otro factor que puede influir es la cantidad y frecuencia de aplicación de los manejos conservacionistas mencionados por los productores (Doglioti et al., 2006).

El caso 5 se trata de un productor que utiliza prácticas convencionales de producción, realizando un manejo de la fertilidad del suelo mediante químicos, realizando laboreos frecuentes e intensos para mantener el suelo “en condiciones” y utiliza herbicidas para el control de malezas. La cobertura del suelo entre y durante los cultivos es inexistente, llevando a un incremento de la degradación de la materia orgánica y acción erosiva de los factores climáticos (principalmente lluvia) (Alguacil et al., 2006).

4.3.2 Grupo Montevideo – Brunosoles – formación Libertad

Este grupo comprende los casos con suelos del gran grupo Brunosoles Eutrícos. Los predios son el 6, 7, 8 y 10. En lo que refiere a la ubicación, los 3 primeros casos se encuentran en la zona oeste (Lezica y Paso de la Arena), mientras que el caso 10 se localiza en el noreste del departamento.

En los suelos imperturbados las características estudiadas son similares. En el estudio de los indicadores de la parcela de cultivo, se aprecian grandes cambios en los niveles de materia orgánica posicionando a los casos 6 y 8 en el primer grupo, el caso 10 en el segundo grupo, y el caso 7 en el tercero respecto a las pérdidas de M.O. (ver Cuadro No. 17).

Los casos 6 y 8 realizan un manejo orgánico del predio y en lo referido a suelos aplican una serie de prácticas conservacionistas que les permiten mantener los niveles de materia orgánica. Estas prácticas tienen como base la incorporación de enmiendas orgánicas, la utilización de abonos verdes (en el caso 8), mantener el suelo con cobertura vegetal y reducir la intensidad de laboreos, entre las más relevantes (ver Cuadro No. 19). Este resultado es esperable si tomamos en cuenta los trabajos realizados por Glisanz y Arboleya (2006), Tripathi et al. (2006).

El productor 7 realiza un manejo convencional del suelo (ver cuadro No. 39), que lo que lleva al deterioro observado del recurso (ver Capítulo 4.2.3.5), concordando con los resultados presentados por Alguacil et al. (2005), para manejos similares.

4.3.3 Grupo Montevideo – Vertisoles – formación Libertad

Se encuentran localizados en el departamento de Montevideo. Los casos que comprende son el 9 y 11. Los dos casos parten de un suelo imperturbado de buenas características químicas y físicas.

Cuando se observa la parcela de cultivo los valores de los parámetros indican una pérdida de calidad de los suelos en los dos casos. En el caso 9 donde se realiza un manejo convencional del predio, la disminución de los valores de materia orgánica es elevada y la degradación se aprecia en todos los parámetros estudiados (ver Cuadros No.

34, 35, 36, 37 y 38). Estas prácticas de manejo del suelo lo han llevado a niveles extremos de degradación, expresados en un deterioro de su estructura, coincidiendo con las afirmaciones de Bayer y Guilherme (1999).

En el caso 11, con un manejo orgánico, la degradación no es tan marcada (ver Capítulo 4.2.2.5) y el suelo se mantiene en valores inferiores al promedio de 40 % encontrado por Blum et al. (2006) respecto a las pérdidas de materia orgánica para una parcela de cultivo en productores de Montevideo

4.3.4 Grupo Canelones – Vertisoles – formación Libertad

Dentro del departamento de Canelones los casos estudiados son el 12, 13 y 14. En el caso 12 no se pudo cuantificar los valores de materia orgánica y otros parámetros por lo que se excluye de la discusión.

En el análisis de la parcela de cultivo, los parámetros indican una gran pérdida de calidad del suelo en el caso 14 (ver Capítulo 4.2.3.5), mientras que en el caso 13, las características agronómicas logradas con el manejo mantiene y mejora varios de los indicadores (ver Capítulo 4.2.1.5).

El productor 13 realiza un manejo orgánico del predio, integrando medidas conservacionistas de manejo de los suelos (ver Cuadro No. 19). Estos manejos son similares a los propuestos por Doglioti et al. (2006) para un sistema hortícola sustentable

El productor 14 realiza un manejo convencional del predio. Estas prácticas lo han llevado a niveles extremos de degradación, expresados en un deterioro de su estructura, coincidiendo con estudios realizados por Ferreira et al. (2001).

4.3.5 Grupo Maldonado – Brunosoles – formación José Pedro Varela

Los suelos analizados en el departamento de Maldonado son Brunosoles de la formación José Pedro Varela y se corresponden a los casos 15, 16 y 17. En lo que respecta a características de calidad del suelo imperturbado, son similares.

Cuando se observa la parcela de cultivo, se aprecia una pérdida de calidad de los suelos en los tres casos.

En el caso 15, con un manejo orgánico la degradación no es tan marcada (ver Capítulo 4.2.2.5).

El caso 16 fue el que presentó los mayores niveles de degradación del suelo de los predios orgánicos, no habiendo una relación con los manejos conservacionistas que el productor mencionó en la entrevista. Se deduce que el estado del suelo previo al

comienzo de la aplicación de las medidas conservacionistas presentaba una degradación importante (Beathgen et al., 2000) o bien las prácticas mencionadas no han sido llevadas a cabo de la mejor forma (Blum et al., 2006).

El caso 17 presentó en la parcela de cultivo, al igual que el resto de los productores convencionales las peores características agronómicas

4.4 ANALISIS DE INDICADORES VISUALES DE SOSTENIBILIDAD DE SUELOS

Los indicadores visuales fueron relevados durante la visita a los predios según las técnicas que se describen en el capítulo 3.3.3. Los resultados son presentados a continuación.

4.4.1 Indicadores visuales de sostenibilidad generales (IVSG) del predio

Se relevaron como indicadores visuales generales de sostenibilidad del predio: la sistematización, la diversidad vegetal circundante al cultivo, el grado de cobertura vegetal del suelo y la presencia de signos de erosión y/o de potencial riesgo de erosión.

Como indicadores de cultivo se seleccionaron la competencia con las malezas, la apariencia y el crecimiento del cultivo.

Los indicadores visuales de sostenibilidad de suelo (IVSS) fueron la estructura y la porosidad, tomando el valor promedio de las muestras tomadas en el suelo perturbado e imperturbado.

Como indicador visual de la sostenibilidad general (IVSG) del predio, se utilizó el promedio de los valores asignados a todos los indicadores, tomando como indicador de suelo al valor asignado en el suelo perturbado en concordancia con la metodología propuesta por Altieri et al. (2002).

Observando los datos aportados por los IVSG, se diferencian tres niveles de posicionamiento. Aquellos que están por encima del umbral de sostenibilidad (7 a 10), los que superan el umbral pero presentan valores cercanos a él (5 a 7) y los que se encuentran por debajo del umbral de sostenibilidad (< 5) (Altieri et al. 2002, Väderstad and Soil Management Initiative 2004).

4.4.1.1 Predios que superan el umbral de sostenibilidad

En el cuadro No. 45 se presentan los predios que superan el umbral de sostenibilidad y los valores asignados para cada indicador.

Cuadro No. 45: Predios que superan el umbral de sostenibilidad de acuerdo a la clasificación IVSG de los predios.

Caso	IVSG.	Sistem.	D.Circ.	Cob.	Er.	C. Mal.	Ap.Cult.	Cr.Cult.	Estr.	Por.
6	8,3	8	9	8	8	9	9	9	6,5	8
3	7,9	6	8	8	8	7	8	8	9	9
13	7,8	5	7	8	8	9	9	9	8	7
1	7,4	6	7	6	7	7	8	6	10	10

Referencias: IVSG: Índice visual de sostenibilidad general
 C. Mal.: Competencias por malezas | Sistem.: Sistematización
 Ap. Cult.: Apariencia de cultivo | D.Circ.: Diversidad circundant
 Estr.: Estructura | Cob.: Cobertura de suelo | Por.: Porosidad | Er.: Erosión

En el segmento superior encontramos cuatro productores representados en los casos 6, 3, 13 y 1 ordenados en forma decreciente de acuerdo al valor promedio del IVSG.

Estos casos coinciden con 4 de los 5 productores pertenecientes al grupo No. 1 (ver cuadro No. 2) que obtienen ganancias o pérdidas no significativas de materia orgánica (queda excluido el predio 8).

4.4.1.2 Predios que se ubican en el umbral de sostenibilidad

Dentro de los predios que se ubican en el rango de 5 y 7 del ISVG, encontramos a 9 predios de los 17 estudiados, según se aprecia en el cuadro No. 46.

Cuadro No. 46: Predios que se encuentran entre 5 y 7, de acuerdo a la clasificación IVSG de los predios.

Caso	IVSG.	Sistem.	D.Circ.	Cob.	Er.	C.Mal.	Ap.Cult.	Cr.Cult.	Estr.	Por.
8	6,7	6	8	5	5	6	7	7	8	8
10	6,6	6	7	8	6	7	6	7	6	6
16	6,4	5	9	7	6	6	6	5	7	7
12	6,4	5	7	7	7	6	8	8	5	5

15	6,3	6	8	7	6	4	8	7	5	6
4	6,3	3	8	8	8	5	7	7	6	5
11	5,2	3	5	6	4	4	6	6	6	7
14	5,2	6	4	3	6	6	6	6	5	5
17	5,2	2	7	6	6	6	6	6	3	5

Referencias: IVSG: Índice visual de sostenibilidad general
C. Mal.: Competencias por malezas
Sistem.: Sistematización | Ap. Cult.: Apariencia de cultivo
D. Circ.: Diversidad circundante | Estr.: Estructura | Cob.: Cobertura de suelo Por.: Porosidad | Er.: Erosión

El método supo agrupar en el límite del umbral de sustentabilidad, en primer término al predio que presentaba menores pérdidas y que pertenecía al grupo No. 1, a todos los predios con pérdidas entre 10 y 30 % de M.O. (ver cuadro No. 9). Dentro de este grupo aparecen los productores orgánicos 12 (caso estudiado aparte), y 16 (perteneciente al grupo No. 3, ver Cuadro No. 32). Cerrando filas encontramos a dos de los predios convencionales que pertenecen al grupo No. 3 con pérdidas mayores a 30 % de M.O (ver cuadro No. 32).

4.4.1.3 Predios que se ubican por debajo del umbral de sostenibilidad

Los casos que no superan el umbral de sostenibilidad se presentan en el cuadro No. 47.

Cuadro No. 47: Predios que se encuentran por debajo del umbral de sostenibilidad de acuerdo a la clasificación IVSG.

Caso	IVSG.	Sistem.	D.Circ.	Cob.	Er.	C. Mal.	Ap.Cult.	Cr.Cult.	Estr.	Por.
2	4,3	4	6	1	3	8	5	6	3	3
7	3,9	3	3	3	7	4	3	2	6	4
5	3,9	3	4	1	5	9	3	2	3	5
9	2,4	1	3	2	1	2	5	5	1	2

Referencias: IVSG: Índice visual de sostenibilidad general
C. Mal.: Competencias por malezas | Sistem.: Sistematización
Ap.Cult.: Apariencia de cultivo | D. Circ.: Diversidad circundante
Estr.: Estructura | Cob.: Cobertura de suelo | Por.: Porosidad
Er.: Erosión

Los predios que presentaron valores por debajo del umbral de sostenibilidad (menores a un valor de 5) son 2, 7, 5 y 9.

A través de los indicadores visuales se pudo agrupar a los predios que presentaban los peores índices de calidad de suelo con aquellos que se encuentran por debajo del umbral de sostenibilidad de suelo.

4.4.2 Indicadores visuales de sostenibilidad de suelo (IVSS): estructura y porosidad

Como forma de validar los indicadores visuales de estructura y porosidad, se analizarán los mismos contraponiéndolos a los indicadores físicos obtenidos con las muestras sometidas al laboratorio.

4.4.2.1 Análisis de los indicadores visuales de sostenibilidad de suelo para el grupo que supera el umbral de sostenibilidad

En el cuadro No. 48 se presentan los resultados de densidad aparente y % de macroporos para muestras imperturbadas y perturbadas, en forma conjunta con los IVSS relevados en el campo.

Cuadro No. 48: Indicadores visuales de sostenibilidad de suelo (IVSS) en muestras imperturbadas y perturbadas, para predios que superan el umbral de sostenibilidad y valores de parámetros físicos de laboratorio.

Caso	ISVG.	Estr.I	Por.I	D.Ap.I	%Macr.I	Estr.P	Por.P	D.Ap.P	% Macr.P
6	8,3	5	5	1.38	11	6,5	8	1.016	35
3	7,9	9	9	1.255	11	9	9	1.05	28
13	7,8	4	4	1.27	0	8	7	0.718	35
1	7,4	10	7	1.145	18	10	10	0.92	21

Referencias: IVSG: Índice visual de sostenibilidad general
 Estr.I: Estructura Imperturbado | Por. I.: Porosidad Imperturbado
 D.Ap.I.: Densidad aparente imperturbado | Estr. P.: Estructura perturbado
 Por. P.: Porosidad perturbado | D.Ap.P.: Densidad aparente perturbado

Los puntajes asignados para los IVSS en la muestra perturbada de estos casos, fueron siempre superiores respecto a los otros grupos para las muestras perturbadas.

A través de esta técnica se pudo registrar las mejoras en densidad aparente y porcentaje de macroporos entre las muestras imperturbada y perturbada.

4.4.2.2 Análisis de los indicadores visuales de suelo para el grupo que se ubica en el límite del umbral de sostenibilidad

En el cuadro No. 49 se comparan los resultados de densidad aparente y % de macroporos, para muestras imperturbadas y perturbadas, de los productores que conforman este grupo, con los indicadores visuales de estructura y porosidad relevados en el campo.

Cuadro No. 49: Indicadores visuales de suelo en muestras perturbadas e imperturbadas en predios que se encuentran en el límite del umbral de sostenibilidad y comparación con respecto a la densidad aparente y el porcentaje de macroporos.

Caso	ISVG	Estr.I	Por.I	D.ap.I	% Macr.I	Estr.P	Por.P	D.ap.P	%Macr.P
8	6,7	10	10	1.27	23	8	8	1,173	26
10	6,6	8	7	1.095	11	6	6	1.283	13
16	6,4	7	5	1.275	11	7	7	1.21	13
12	6,4	7	5.5	1.075	21	5	5	1.19	11
15	6,3	3	5	1,205	9	5	6	1.396	7
4	6,3	8	7	1.285		6	5	1.566	
11	5,2	6	6	1,23	5	6	7	1,223	10
14	5,2	7	6	1.035	9	5	5		
17	5,2	5	5	1.2	10	3	5	1.336	13

Referencias: IVSG: Índice visual de sostenibilidad general
 Estr.I.: Estructura Imperturbado | Por. I.: Porosidad Imperturbado
 D.ap.I.: Densidad aparente imperturbado | Estr. P.: Estructura perturbado
 Por. P.: Porosidad perturbado | D.ap.P.: Densidad aparente perturbado

Los puntajes asignados en los indicadores visuales de estructura y porosidad muestran al caso 8 liderando la lista, con el valor más alto de estructura y porosidad en el suelo perturbado. Este predio es a su vez el que presenta las menores pérdidas de materia orgánica (ver cuadro No. 17). En cuanto a los puntajes, en este caso se asignó un valor mayor a la muestra imperturbada para estructura y porosidad, cuando se mejora la densidad aparente y el porcentaje de macroporos en la muestra perturbada.

En los casos 10, 16, 12, 4, 17 y 11 los indicadores visuales logran reflejar la existencia de los cambios que se presentan en los suelos perturbados e imperturbados con respecto a la densidad aparente y % de macroporos.

Respecto al caso 15 la técnica asignó puntajes sensiblemente mayores en la muestra perturbada, cuando el comportamiento de la densidad aparente y el porcentaje de macroporos fue en sentido contrario.

En el caso 14 no se puede realizar comparaciones por no tener datos físicos de las muestras perturbadas.

La técnica ordena al grupo en forma decreciente, presentando a los dos productores convencionales en el límite inferior de la tabla (casos 14 y 17).

En los casos en que las diferencias son de escasa magnitud, la técnica de relevamiento no fue exacta. No se contó con información en que apoyarse para los suelos del país, lo cual puede traer aparejados resultados discutibles.

4.4.2.3 Análisis de los indicadores visuales de suelo para el grupo que se ubica por debajo del umbral de sostenibilidad

De acuerdo con los resultados obtenidos de densidad aparente, % de macroporos e indicadores visuales de suelo para muestras imperturbadas y perturbadas en el cuadro No. 50.

Cuadro No. 50: Indicadores visuales de suelo en muestras perturbadas e imperturbadas en predios que se encuentran por debajo del umbral de sostenibilidad y comparación con respecto a la densidad aparente y el porcentaje de macroporos.

Caso	ISVG	Estr.I	Por.I	D.ap.I	% Macr.I	Estr.P	Por. P	D.ap. P	% Macr.P
2	4,3	8	7	1.31	22	3	3	1.33	30
7	3,9	7	7	1.365	11	6	4	1.186	27
5	3,9	4	5.5	1.395	14	3	5	1.386	12
9	2,4	8	5	1.035	10	1	2	1.336	9

Referencias: IVSG: Índice visual de sostenibilidad general | Estr.I.: Estructura Imperturbado
 Por.I.: Porosidad Imperturbado | D.ap.I.: Densidad aparente imperturbado
 Estr. P.: Estructura perturbado | Por. P.: Porosidad perturbado
 D.ap.P.: Densidad aparente perturbado

En los predios pertenecientes a este grupo se le asignó puntajes bajos de estructura y porosidad en las muestras perturbadas.

En los casos 2 y 7 no se encontró una coincidencia de los puntajes asignados con los resultados de densidad y macroporos. En los casos 5 y 9 los valores nos muestran una mayor correlación en los valores asignados por la técnica visual y los indicadores de laboratorio.

5. CONCLUSIONES

En los predios donde no se observaron cambios significativos en la M.O. entre la parcela de cultivo y el suelo imperturbado, se apreciaron características superiores de calidad de suelo. Todos los productores realizaban manejos orgánicos.

Los productores que presentaron una pérdida de M.O. entre 10 y 30 % con respecto al suelo imperturbado, se caracterizaron también por ser productores orgánicos. El porqué no alcanzan los niveles del primer grupo, puede deberse a un mal ajuste de los manejos o a que los niveles de partida de la M.O., hayan sido muy bajos. Inferimos que los suelos presentan una tendencia a la recuperación del recurso.

El grupo con mayores diferencias en la variación de M.O., presentó la peor situación con respecto a los indicadores de calidad de suelo. Los predios realizaban con excepción de uno, manejos convencionales. Esto sugiere que cuando no se realizan manejos tendientes a mejorar la calidad del recurso, este sigue deteriorándose. El productor orgánico que se ubico en este grupo no presentó ningún indicador que comprometiera la producción.

En los casos estudiados, los productores orgánicos llevan a cabo manejos tendientes a mejorar la calidad de suelo de sus predios y como consecuencia presentan mejores parámetros de calidad de suelo, en comparación con sus pares convencionales.

En los casos tratados, aquellos que apelaron a un mejor ajuste en las prácticas conservacionistas, obtuvieron los mejores parámetros de suelo. En los casos en que las intervenciones fueron; o más espaciadas, o con volúmenes de incorporación de menor magnitud, se obtuvieron parámetros de calidad de suelo mejores que los casos convencionales.

Los indicadores visuales probados mostraron coincidencias con los grupos formados a partir de las variaciones de materia orgánica. El método permitió identificar a los productores que tenían la mejor calidad de suelo, asociándolo como predios que se encuentran por encima del umbral de sostenibilidad y reconoció con una puntuación alta los buenos parámetros de estructura y porosidad. Agrupó a los predios con pérdidas entre 10 y 30 % de materia orgánica en el límite de sostenibilidad del recurso y a los que tenían suelos de peor calidad con los que estaban por debajo del índice de sostenibilidad.

Estos resultados permiten abrir un camino para el estudio y conformación de indicadores visuales mas ajustados que permitan de forma rápida poder calificar los predios y la evolución de los recursos.

6. RESUMEN

El presente trabajo se enmarca como uno de los requisitos indispensables para el otorgamiento del título de Ingeniero Agrónomo, de la facultad de Agronomía, Universidad de la República, Uruguay. El estudio consiste en el análisis y descripción mediante la metodología de Estudio de Casos de diecisiete productores (orgánicos y convencionales) de la zona sur del país, con el propósito de caracterizar sus suelos y de diagnosticar el estado del recurso en producción orgánica. Se caracterizaron los suelos pertenecientes a los predios. Se relevó a través de una entrevista la historia y los manejos realizados en los predios, se tomaron muestras de suelo imperturbado y perturbado para realización de análisis químicos y físicos, y se relevaron una serie de indicadores visuales de sostenibilidad. Se identificaron tres grupos de predios respecto a las pérdidas de M.O. entre el suelo perturbado e imperturbado. Dentro de estos grupos se realizó una discusión de los resultados obtenidos, asociándolo a los manejos y a referencias bibliográficas. Los productores orgánicos se posicionaron dentro de los grupos con menores pérdidas de materia orgánica y por consiguiente presentaron mejor calidad de suelo (sólo un caso de 13 se encuentra en el grupo con mayores pérdidas). Los productores que presentaron mejor calidad de suelo en las parcelas de cultivo realizaban manejos conservacionistas y agregaban enmiendas orgánicas de forma ajustada y sistemática. Los indicadores visuales de sostenibilidad, agruparon a los predios que no presentaban pérdidas significativas de materia orgánica, en el grupo que superaba el umbral de sostenibilidad. En el umbral mismo se ubicaron 9 de los 17 predios, asignando valores mayores a los productores orgánicos respecto a los productores convencionales. Por debajo del umbral de sostenibilidad se logró agrupar a los predios con peor calidad de suelo. Dentro de este grupo no hay productores orgánicos. La técnica permitió apreciar los cambios en estructura y porosidad, de las muestras perturbadas e imperturbada de la mayoría de los casos.

Palabras clave: Manejo orgánico de suelos; Materia orgánica del suelo; Estudio de casos; Sustentabilidad; Producción orgánica; Producción convencional; Incorporación de enmiendas orgánicas; Cultivos de coberturas; Abonos verdes; Indicadores visuales de sustentabilidad.

7. SUMMARY

The present essay is considered as an indispensable requirement needed to award an Agronomist degree from the Agronomy Faculty of the Universidad de la República del Uruguay, Uruguay. In terms of the Cases Study methodology, the investigation consists in the analysis and description of seventeen producers (organic and conventional) belonging to the south area of the country, with the objective of characterizing the soils and prepare a diagnosis of the resource conditions in organic production. The soils belonging to the land analysed were characterized. The land history and treatment were revealed through an interview. Perturbed and unperturbed soil samples were taken in order to practice chemical and physical analysis. Therefore, a series of visual sustainability indicators were collected. In relation with the organic matter loss, three land groups were identified among perturbed and unperturbed soil. These results were discussed and associated to the given treatment and bibliography references. Organic producers were positioned among the groups with minor losses of organic matter and consequently they presented better quality of soil (only a case of 13 meets in the group of major losses). The producers who presented better quality of soil in the plots of culture, carried out conservationist treatments and were adding organic amendments of exact and systematic form. According to the visual sustainability indicators, the plots of land that were not presenting significant loss of organic matter were comprised in the group that was overcoming the sustainability threshold. In the threshold itself there were located 9 of 17 plots of land, assigning larger values to the organic producers as regards conventional producers. Below the threshold of sustainability it was achieved to group the plots of land with worse quality of soil. In this group there are no organic producers. In the majority of the cases, the method allowed to estimate the changes in structure and porosity of the perturbed and unperturbed soil.

Keywords: Organic soil management; Soil organic matter; Case study; Sustainability; Organic matter incorporation; Organic production; Conventional production; Cover crops; Green manure; Sustainability visual indicators.

8. BIBLIOGRAFIA

1. ACEVEDO, E.; CARRASCO, A.; LEON, O.; MARTINEZ, E.; SILVA, P.; CASTILLO, G.; AHUMADA, I.; BORIE, G.; GONZALES, S. 2005. Criterios de calidad de suelo agrícola. (en línea). Santiago de Chile, Ministerio de Agricultura. pp. 42-54. Consultado 10 may. 2007. Disponible en <http://www2.sag.gob.cl>.
2. AGASSI, M. 1996. Soil erosion conservation; an rehabilitation. New York, Marcel Dekker. 265 p.
3. ALATORRE, G. ed.1993. Agricultura, ecología, comercio. Prácticas de desarrollo rural. México, D.F., s.e. 92 p.
4. ALGUACIL, M.; CARAVACA, F.; ROLDAN, A.; SALINAS-GARCIA, J. 2005. Changes in soil enzyme activity, fertility, aggregation and C sequestration mediated by conservation tillage practices and water regime in a maize field. (en línea). Applied Soil Ecology. 30:11-20. Consultado 2 abr. 2007. Disponible en <http://www.sciencedirect.com>.
5. _____.; AZCÓN, R.; CARAVACA, F.; ROLDÁN, A. 2006. Formation of stable aggregates in rhizosphere soil of *Juniperus oxycedrus*; effect of AM fungi and organic amendments. (en línea). Applied Soil Ecology. 33:30-38. Consultado 2 abr. 2007. Disponible en <http://www.sciencedirect.com>.
6. ALTIERI, M. 1999a. Agroecología; bases científicas para una agricultura sustentable. Montevideo, Nordan-Comunidad. 338 p.
7. _____. 1999b. The ecological role of biodiversity in agroecosystems. (en línea). Agriculture, Ecosystems and Environment. 74:19–31. Consultado 2 abr. 2007. Disponible en <http://www.sciencedirect.com>.
8. _____.; NICHOLLS, C. 2002. Sistema agroecológico rápido de evaluación de calidad de suelo y salud de cultivos en el agroecosistema de café. Berkeley, Universidad de California. 22 p.
9. _____.; _____. 2003. Soil fertility management and insect pests; harmonizing soil and plant health in agroecosystems. (en línea) Soil and Tillage Research. 72: 203–211. Consultado 10 may 2007. Disponible en <http://www.sciencedirect.com>.

10. ANDREW, S.; FLORA, C.; MITCHELL, J.; KARLEN, D. 2003. Growers' perceptions and acceptance of soil quality indices. (en línea). *Geoderma*. 114:187– 213. Consultado 13 jun. 2007. Disponible en <http://www.elsevier.com>.
11. ARKHIPCHENKO, I.; SALKINOJA-SALONEN, M.; KARYAKINA, J.; TSITKO, I. 2005. Study of three fertilizers produced from farm waste. (en línea). *Applied Soil Ecology*. 30(2): 126-132. Consultado 2 abr. 2007. Disponible en <http://www.sciencedirect.com>.
12. ASTIER, M.; MAASS, J.; ETCHEVERS-BARRA, J.; PEÑA, J.; DE LEON, F. 2006. Short term green manure and tillage management effects on maize yield and soil quality in an Andisol. (en línea). *Soil and Tillage Research*. 88:153-159. Consultado 13 jun. 2007. Disponible en <http://www.sciencedirect.com>.
13. BAETHGEN, W.; GARCIA, F.; CLERICI, C. 2000. Estimación de la Evolución del contenido de carbono de los suelos agrícolas de Uruguay (en línea). Montevideo, INIA. 12 p. Consultado 2 abr. 2007. Disponible en <http://www.INIA.org.uy>
14. BANCHERO, L.; KAUSAS, S. 1992. La cría de lombrices y el abono orgánico. Montevideo, IPRU. 12 p.
15. BARBOZA, R.; ELOLA, S. 1997. Evaluación agronómica de sustratos orgánicos en la producción de plantines de tomate. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 97 p.
16. BASTOS, R.; DE SA MENDONÇA, E.; ALVAREZ, V.; METRI, M. 2005. Formação e estabilização de agregados do solo decurrentes da adição de compostos orgânicos com diferentes características hidrofóbicas. *Revista Brasileira do Ciência do Solo*. 29 :11-20.
17. BAVER, G.; GARDNER, W. 1973. Física de suelos. México, CRAT. 52 p.
18. BAYER, C.; GUILHERME, N. 1999. Plantio directo e o aumento no conteúdo de matéria orgânica do solo em pequenas propriedades rurais no município de Teutona. *Ciência Rural (Santa Maria)*. 29(1): 165-166.
19. _____; PIÑEIRO, D.; MAFRA, G.; KONRAD, K. 2002. Estoques de carbono em frações da matéria orgânica afetados pelo uso e manejo do solo, com ênfase ao plantio directo. *Ciência Rural (Santa Maria)*. 32(3): 401-406.

20. BEDANO, J.; CANTÚ, M.; DOUCET, M. 2006. Influence of three different land management practices on soil mite (Arachnida: Acari) densities in relation to a natural soil. (en línea). *Applied. Soil Ecology*. 32(3) : 293-304. Consultado 13 jun. 2007. Disponible en <http://www.sciencedirect.com>.
21. BENEDICTO, S.; HIDALGO, C.; ORAZ, V.; SANCHEZ, R.; PALMA, D. 2005. Cambios en las propiedades físicas de un suelo arcilloso por aportes de lombricomposto de cachaza y estiércol. (en línea). *Interciencia: Revista de Ciencia y Tecnología de América*. 30(12): 775-779. Consultado 2 abr. 2007 Disponible en <http://dialnet.unirioja.es>.
22. BERGES, M.; CATANIA, M.; CAZORLA, C.; GALLI, A. 1992. Abono orgánico; materiales de capacitación. Buenos Aires, INTA. 6 p.
23. BERHAU, V. 2004. Caracterización socio socio-productiva del productor orgánico de la región sur del Uruguay. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 91 p.
24. BERTOL, I.; CIPRIANDI, O.; GOMEZ DE CAMPOS, L.; BATISTELA, O. 2000a. Propiedades físicas e químicas e productividade de milho afetadas pelo manejo do solo com tração animal, numa terra bruna estruturada. *Ciencia Rural (Santa Maria)*. 30(6): 971-976.
25. _____; SCHICK, J.; MASSARIOL, J.; DOS REIS, E.; DILY, L. 2000b. Propiedades físicas de um cambiossolo húmico álico afectadas pelo manejo do solo. *Ciencia Rural (Santa Maria)*. 30(1): 91-95.
26. BIEDERBECK, V.; CAMPBELL, C.; RASIAH, C.; ZENTNER, R., GUANG, W. 1998. Soil quality attributes as influenced by annual legumes used as green manure. (en línea). *Soil Biology and Biochemistry*. 30(8-9):1177-1185. Consultado 10 may. 2007. Disponible en <http://www.sciencedirect.com>.
27. BLACK, C. 1965. *Methods of soil analysis; physical and mineralogical properties, including statistics of measurement and sampling*. Madison, WI, American Society of Agronomy. pp. 495-510.
28. BLAER, P.; PFEIFFER, E. 1954. *Composting on the farm with B. D. Starter/Blaser-o- How mulch compost should we use?*. Londres, Bio-Dynamic Association. 23 p.
29. BLUM, A.; CHIAPPE, M.; ELOLA, S. 2006. Estudio sobre la mejora de la calidad ambiental de la producción agropecuaria en Montevideo rural. Montevideo, CIEDUR/ IMM. 76 p.

30. BOCKSTALLER, C.; GIRARDIN, P.; VAN DER WERF, H. 1997. Use of agro-ecological indicators for the evaluation of farming systems. (en línea). *European Journal of Agronomy*. 7 :261-270. Consultado 10 may. 2007. Disponible en <http://www.sciencedirect.com>.
31. BRAVO, C.; LOZANO, Z.; HERNANDEZ, R.; PIÑANGO, L; MORENO, B. 2004. Efecto de diferentes especies de coberturas sobre las propiedades físicas de un suelo de sabana con siembra directa de maíz. (en línea). *Bioagro*. 16(3): 163-172. Consultado 2 abr. 2007. Disponible en <http://www2.scielo.org.ve>.
32. CABALLERO, A.; MONTES, J. comps.1997. Agricultura sostenible, un acercamiento a la permacultura. México, D.F., SEIS/SEMARNAP. 234 p.
33. CALEGARI, A.; MONDARDI, A.; BULISANI, E.; WILDER, L.; COSAT, M.; coord; ALCANATAR, P.; MIYASAKA, S.; AMADO, T. 1992. Adubacao verde no sul do Brasil. Rio de Janeiro, AS-PTA. 346 p.
34. _____.; PEÑALVA, M. 1994. Abonos verdes; importancia agroecológica y especies con potencial de uso en el Uruguay. Canelones, MGAP. JUNAGRA/GTZ. 115 p.
35. _____. 1999. Plantas de cobertura y rotación de cultivos en siembra directa. In: Reunión Bienal de la Red Latinoamericana de Agricultura Conservacionista (5ª., 1999, Florianópolis). Memorias. Florianópolis, Epagri/FAO. pp. 28-36.
36. CARGNELUTTI, A.; STORCK, L.; BARTZ, H. 1996. Estadísticas dos Resultados das análises de laboratorio de solo. *Ciencia Rural (Santa Maria)*. 26(3): 401-406.
37. CARVALHO, O.; SAA, A.; GASCÓ, J.; CABALLERO, R.; GUERRERO, F. 1999. Variabilidad temporal de algunas propiedades químicas en un suelo sometido a distintas sucesiones de cultivo. (en línea). *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. 34(12):2299-2309. Consultado 13 jun. 2007. Disponible en <http://www.scielo.br>.
38. CASTILLO, A.; GAUNA, D.; DALURZO, H. 2004. Subproductos del tabaco y de tung como enmiendas orgánicas en las propiedades físicas de un ultisol. (en línea). *Agricultura Técnica*. 64(3): 288-294. Consultado 2 abr. 2007. Disponible en <http://www.scielo.cl>.
39. CIPRANDI, O.; FERT, J. 1996. As perspectivas da pequena produção familiar na agricultura. *Ciencia Rural (Santa Maria)*. 26(1): 135-141.

40. CIP-UPWARD. 2004. Conservación y uso sostenible de la biodiversidad agrícola; libro de consulta. Entendiendo la biodiversidad agrícola. Los Banos. 3 v., p irr.
41. CLADES; CEAS-ISCAH. 1996. Agroecología y agricultura sostenible; curso para diplomado de postgrado. La Habana. 468 p.
42. CLARO, S. 2001. Referencias tecnológicos para a agricultura familiar ecológica; a experiencia da regio Centro-Serra do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, EMATER/ASCAR. 241 p.
43. COLEMAN, D. C.; CROSSLEY, D. A., Jr. 1996. Soil biota, soil sistem, and process. San Diego, Academic Press. 205 p.
44. CONG, T.; RISTAINO, J.; HU, S. 2005. Soil microbial biomass and activity in organic tomato farming systems; effects of organic inputs and straw mulching. North Carolina. (en línea). Raleigh, North Carolina State University. Department of Plant Pathology. Consultado 10 may. 2007. Disponible en <http://www.sciencedirect.com>.
45. CONGRESO NACIONAL HORTIFRUTICOLA (10º, 2005, Montevideo). 2005. Trabajos presentados. Montevideo, INIA/SUHF. 1 disco compacto, 8mm.
46. COOLMAN, R.; HOYT, G. 1993. The effects of reduced tillage on the soil environment. Hortechonology. 3(2):143-145.
47. CORRIN, G. 1960. Handbook on composting and the bio-dynamic preparation. Londres, Bio-dynamic Agricultural Association. 33 p.
48. COSTA, B.; REINERT, D.; ALBURQUERQUE, J.; NICOLODI, R. 1994. Avaliação temporal da umidade do solo como consecuencia do tipo e percentagem de cobertura vegetal. Ciencia Rural (Santa Maria). 24(3): 459-464.
49. CRUCIBLE GROUP. 1995. Gente, plantas y patentes; impactos de la propiedad intelectual sobre la biodiversidad el comercio y las sociedades rurales. Montevideo, Nordan-Comunidad. 106 p.
50. CUCHMAN, A.; JAQUES, R.; OLIVET, J.1996. Labranza vertical. Montevideo, Facultad de Agronomía. 28 p.
51. CHAUW, D.; STOKLAS, U. 2001. Cocomposting of cattle manure and hydrocarbon contaminated flare pit soils. Compost Science and Utilization. 9(4): 322-335.

52. DA ROS, C.; LOUREIRO, C.; SECCO, D.; PASA, L. 1996. Influencia do tempo de cultivo no sistema de plantio direto nas características físicas de um latossolo vérmelho-escuro. *Ciencia Rural* (Santa Maria). 26(3): 397-400.
53. DALZELL, H. W.; BIDDLESTONE, A. J.; GRAY, K. R.; THURAIRAJAN, K. 1991. Manejo del suelo; producción y uso del composte en ambientes tropicales y subtropicales. Roma, FAO. 177 p. (Boletín de Suelos no. 46).
54. DE SALTERAIN, P. 1992. Agricultura, plaguicidas y contaminación ambiental. Montevideo, Nordan-Comunidad. 115 p.
55. DÍAZ ROSELLÓ, R. 1992. Evolución del nitrógeno total en rotaciones con pasturas. *Investigaciones Agronómicas* (INIA). 1: 27-35.
56. DOGLIOTTI, S.; GONZALEZ, L. ; PELUFFO, S. ; ALDABE, L. 2006. Diseño, implementación y evaluación de sistemas de producción hortícolas sustentables. Programa nacional de horticultura (en línea). Montevideo, INIA. pp. 1-8 (Actividades de Difusión no. 468). Consultado 13 jun. 2007. Disponible en <http://www.inia.org.uy>.
57. DUIKER, S.; BEEGLE, D. 2005. Soil fertility distributions in long-term no-till, chisel/disk and moldboard plow/disk systems. (en línea). *Soil and Tillage Research*. 88(1): 30-41. Consultado 10 may. 2007. Disponible en <http://www.sciencedirect.com>.
58. DURAN, A. 1985. Los suelos del Uruguay. Montevideo, Hemisferio Sur. 398 p.
59. _____. 2000. Propiedades hídricas del Suelo. Montevideo, Facultad de Agronomía. 114 p.
60. DURAN, P.; GARCIA, M.; PUPPO, L.; CHAMORRO, A.; HAYASHI, R. 2003. Curso de riego y drenaje. Montevideo, Facultad de Agronomía. 290 p.
61. ECHEVERRIA, H.; SAINZ R.; CALVIÑO, P.; BARBIERI, P. 2001. Respuesta del cultivo de trigo al encalado. (en línea). Buenos Aires, INTA. Consultado 13 jun. 2007. Disponible en <http://www.inta.gov.ar>.
62. ELOLA, S. 2004. Agrotóxicos remedios peligrosos; análisis de la situación de los plaguicidas mas tóxicos del Uruguay. Montevideo, Ceuta. 95 p.
63. ERENSTEIN, O. 2002. Crop residue mulching in tropical and semi-tropical countries: An evaluation of residue availability and other technological

- implications. (en línea). *Soil and Tillage Research*. 67:115–133. Consultado 10 may. 2007. Disponible en <http://www.elsevier.com>.
64. ESPINOZA, Y. 2004. Calidad de la materia orgánica bajo diferentes prácticas de manejo en un suelo ácido tropical. *Revista Facultad Agronomía (Caracas)*. 21(2): s.p.
65. EYNARD, A.; SCHUMACHER, T.; LINDSTROM, M.; MALO, A.; KOHL, R. 2006. Effects of aggregate structure and organic C on wettability of Ustolls. (en línea). *Soil and Tillage Research*. 88(1-2): 205-216. Consultado 13 jun. 2007. Disponible en <http://www.sciencedirect.com>.
66. FAO. 2000. Manual de prácticas integradas de manejo y conservación de suelos. (en línea). Roma. s.p. (Boletín de Aguas y Tierras no. 8). Consultado 13 jun. 2007. Disponible en <http://www.fao.org>.
67. FERREIRA, T.; SCHWARZ, R.; STRECK, E. coords. 2000. Solos, manejo integrado e ecológico; elementos básicos. Porto Alegre, Emater. 100 p.
68. _____; MACEDO, J.; RIBERO, L.; PALMIERI, F.; LUIZ, P.; CASTRO, A. 2001. Impacto do manejo convencional sobre propiedades físicas e substancias húmicas de solos sob cerrado. *Ciencia Rural (Santa Maria)*. 1(1):27-36.
69. FLESSA, H.; RUSER, R.; DORSCH, P.; KAMP, T.; JIMENEZ, M.; MUNCH, J.; BEESE, F. 2002. Integrated evaluation of greenhouse gas emissions (CO₂, CH₄, N₂O) from two farming systems in southern Germany. (en línea). *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 91:175–189. Consultado 10 may. 2007. Disponible en <http://www.elsevier.com>.
70. FLIEBBACH, A.; MAEDER, P. 2000. Microbial biomass and size-density fractions differ between soils of organic and conventional agricultural systems. (en línea). *Soil Biology and Biochemistry*. 32:757-768. Consultado 2 abr. 2007. Disponible en <http://www.sciencedirect.com>.
71. _____. OBERHOLZER, H.; GUNST, L.; MÄDER, P. 2006. Soil organic matter and biological soil quality indicators after 21 years of organic and conventional farming. (en línea). *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 118:273-284. Consultado 13 jun. 2007. Disponible en <http://www.sciencedirect.com>.
72. FRYE CASAS, A. 1999. Efecto de la fertilización en dos abonos verdes y su incidencia en los suelos y en los rendimientos del cultivo siguiente. (en línea). *Universidad del Tolima*. 2(7):s.p. Consultado 2 abr. 2007. Disponible en <http://ut.edu.co/investigacion/seriados/7/index.html>.

73. FUNES, F.; GARCIA, L.; BOURQUE, M.; PEREZ, N.; ROSSET, P. eds. 2001. Transformando el campo cubano; avances de la agricultura sostenible. La Habana, ACTAF. 286 p.
74. GARCIA, C.; DOCAMPO, R.; TOMASI, C. 2001. Evolución de la estabilidad estructural de un Brunosol sometido a diferentes secuencias de cultivos. (en línea). In: Congreso Brasileiro de Ciencia Do Solo (28°, 2001, Londrina, Brasil). Trabajos presentados. s.n.t. Consultado 20 ago. 2007. Disponible en <http://www.inia.org.uy>.
75. GARCIA, M. 2002. Suelos; manejo, conservación y sistematización. Montevideo, Facultad de Agronomía. 9 p.
76. GARRIDO, M. 2006. Recomendaciones y estrategias para desarrollar la agricultura ecológica en Iberoamérica. In: Proyecto XIX. 4 de CYTED sobre normas de agricultura orgánica para Iberoamérica. Buenos Aires, CYTED. 228 p.
77. GASKELL, M.; MITCHELL, F.; SMITH, R.; KOIKE, S.; FOUCHE, C. 2000. Soil fertility management for organic crops. (en línea). Los Angeles, University of California. Division of Agriculture and Natural Resources. 5 p. Consultado 13 jun. 2007. Disponible en <http://anrcatalog.usdavis.edu>.
78. GLAUSER, R.; DONER, H.; PAUL, E. 1988. Soil aggregate stability as a function of particle size in sludge-treated soils. *Soil Science*. 146(1): 37-43.
79. GLIESSMAN, S. R. 2001. Agroecología; procesos ecologicos em agricultura sustentável. Porto Alegre, UFRGS. 653 p.
80. GLISANZ, J.; ARBOLEYA, J. 2006a. Mínimo laboreo en la producción hortícola. (en línea). *Revista INIA*. 6:22-25. Consultado 2 abr. 2007. Disponible en <http://www.inia.org.uy>.
81. _____.; _____.; MAESO, D.; PAULLIER, J.; LEONI, C.; VILLAMIL, J.; BEHAYOUT, E.; LABANDERA, C.; ZERBINO, S.; SANDERS, D.; HOYT, G. 2006b. Secuencias de cultivos y mínimo laboreo en horticultura. (en línea). Montevideo, INIA. Consultado 13 jun. 2007. Disponible en <http://www.inia.org.uy>.
82. GLOVER, J.; REGANOLD, J.; ANDREWS, P. 2000. Systematic method for rating soil quality of conventional, organic, and integrated apple orchards in Washington State. (en línea). *Agriculture, Ecosystems and Environment*.

- .80:29–45. Consultado 10 may. 2007. Disponible en <http://www.sciencedirect.com>.
83. GONZALEZ, M. 2005. La cadena agroindustrial del tomate, el caso Valentín Martínez and Cia S. A. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 114 p.
84. GUNNARSSON, C.; HANSSON, P. 2004. Optimisation of field machinery for an arable farm converting to organic farming. *Agricultural Systems*. 80:85–103. Consultado 10 may. 2007. Disponible en <http://www.sciencedirect.com>.
85. HANSEN, B.; KRISTENSEN, E.; GRANT, R.; HOGH-JENSEN, H.; SIMMELSGAARD, S.; OLESEN, J. 2000. Nitrogen leaching from conventional versus organic farming systems — a systems modelling approach. (en línea). *European Journal of Agronomy*. 13 : 65–82. Consultado 2 abr. 2007. Disponible en <http://www.sciencedirect.com>.
86. HANSEN, S. 1996. Effects of manure treatment and soil compaction on plant production of a dairy farm system converting to organic farming practice. (en línea). *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 56(3): 173-186. Consultado 13 jun. 2007. Disponible en <http://www.sciencedirect.com>.
87. HENIS, Y. 1986. Soil microorganisms, soil organic matter and soil fertility. Amsterdam, Marines Nijhoff. pp 159-166.
88. HOBBELINK, H. 1992. La biotecnología y el futuro de la agricultura mundial. Montevideo, Nordan-Comunidad. 205 p.
89. HUANG, B.; SHI, X.; YU, D.; OBORN, I.; BLOMBACK, K.; PAGELLA, T.; WANG, H.; SUN, W.; SINCLAIR, F. 2006. Environmental assessment of small-scale vegetable farming systems in peri-urban areas of the Yangtze River Delta Region, China. (en línea). *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 112: 391–402. Consultado 10 may. 2007. Disponible en <http://www.sciencedirect.com>.
90. INIA. Agricultura orgánica. Resumen del grupo de trabajo 9 de junio 2006. (en línea). Montevideo. Consultado 10 may. 2007. Disponible en <http://www.inia.org.uy/online/site/22123411.php>
91. JEAUVONS, J. 1991. Cultivo biointensivo de alimentos; más alimentos en menos espacio. Willits, Ecologi Action. 210 p.

92. JUTEAU, P. 2006. Review of the use of aerobic thermophilic bioprocess for the treatment of swine waste. (en línea). *Livestock Science* .102 : 187-196. Consultado 13 jun. 2007. Disponible en <http://www.sciencedirect.com>.
93. KIM, H. 2000. *Environmental soil science*. New York, Marcel Dekker. pp. 224-359.
94. KLEIN, V.; BOLLER, W. 1995. Avaliação de diferentes manejos de solo e métodos de semeadura em área sob sistema de plantio direto. *Ciencia Rural (Santa Maria)*. 25 (3): 395-398.
95. _____; LIBARDI, P. 2000. Faixa de umidade menos limitante ao crescimento vegetal e sua relação com a densidade do solo ao longo do perfil de um latossolo roxo. *Ciencia Rural (Santa Maria)*. 30(6): 959-976.
96. KNUDSENA, I.; DEBOSZ, K.; HOCKENHULLA, J.; JENSENA, D.; ELMHOLT, S. 1999. Suppressiveness of organically and conventionally managed soils towards brown foot rot of barley. (en línea). *Applied Soil Ecology*. 12: 61-72. Consultado 10 may. 2007. Disponible en <http://www.sciencedirect.com>.
97. KOOBIYAMA, M. 1996. Variação do movimento da água do solo devido a atividade de minhocas: simulação numérica. *Ciencia Rural (Santa Maria)*. 26(2): 197-201.
98. KRABBE, E.; DRIMEYER, D.; NUNES GIRACCA, E.; ANTINIOLLI, Z. 1994. Efeitos de diferentes sistemas de cultivo sobre a população de oligoquetas e características físicas do solo. *Ciencia Rural (Santa Maria)*. 24(1): 49-53.
99. KREMER, R.; JIANMEI, L. 2003. Developing weed-suppressive soils through improved soil quality management. (en línea). *Soil and Tillage Research*. 72: 193–202. Consultado 10 may. 2007. Disponible en <http://www.sciencedirect.com>.
100. KUMAR, U.; SINGH, G.; VICTOR, U.; SHARMA, K. 2003. Green manuring; its effect on soil properties and crop growth under rice–wheat cropping system. (en línea). *European Journal of Agronomy*. 19(2): 225-237. Consultado 10 abr. 2007. Disponible en <http://www.sciencedirect.com>.
101. KUPPER, G. 1998. *Manures for vegetable crop production*. Arkansas, ATTRA. 8 p.
102. LEIS, H. 2001. *La modernidad insustentable; las críticas del ambientalismo a la sociedad contemporánea*. Montevideo, Nordan-Comunidad. 222 p.

103. LOPEZ, J.; AVALOS, A. 2004. Efecto de labranza y abono orgánico sobre propiedades del suelo y rendimiento en maíz. (en línea). Agrofaz; publicación semestral de investigación científica. 4(2): 537-542. Consultado 2 abr. 2007. Disponible en <http://dialnet.unirioja.es>.
104. LUPI, A.; FERNANDEZ, R.; CONTI, M. 2002. Calidad del Suelo como respuesta a la aplicación de prácticas de implantación forestal. (en línea). Buenos Aires, s.e. Consultado 10 may. 2007. Disponible en <http://www.elsitioagricola.com>.
105. MALVAREZ, G.; RODRIGUEZ, A.; ZORRILLA, A. 1994. Alternativas de abonos orgánicos; compostaje de lombrices. Montevideo, Caritas uruguayas. 38 p.
106. MAMO, M.; MONCRIEF, J.; ROSEN, C.; HALBACH, T. 2000. The effect of municipal solid waste compost application on soil water and water stress in irrigated corn. *Compost Science and Utilization*. 8(3): 236-246.
107. MARTINEZ, A. 1986. Reciclaje de la materia orgánica. Caracas, Fundacomun-Cedlam. División de Capacitación. 50 p.
108. MASATO, K. 1996. Variação do movimento da água do solo devido á atividade de minhocas: simulação numérica. *Ciencia Rural (Santa Maria)*. 26(2): 197-202.
109. MENDOSA, M.; ROSELLO, J.; AÑO, C.; ANTOLIN, C. 2001. Calidad de las practucas agrícolas en el proceso de transformación a la agricultura ecológica en Enguera y Anna (Comunidad Valenciana). (en línea). Granada, Universidad de Granada. pp. 129-147 .(Cuadernos Ceográficos no. 31). Consultado 13 jun. 2007. Disponible en <http://redalyc.uaemex.mx>.
110. MIYASAKA, S; NAKAMURA, Y.1989. Agricultura natural da MOA. Sao Paulo, MOA. 64 p. (Série Ag. Natural MOA no. 1).
111. MORRAY, L.; FRIEDLANDER, A. 2001. Evaluación mediante estudios de caso. (en línea). Washington, D.C., Departamento de Evaluación de Operaciones del Banco Mundial. 25 p. Consultado 2 abr. 2007. Disponible en <http://www.worldbank.org>.
112. MOTTER, O.; KIEHL, E.; KAWAI, H.; MENDEL, L.; YOSHIMOTO, H. 1987. Utilização de minhocas na produção de composto orgânico. Sao Paulo, CETESB. 8 p.

113. MORRIS, C.; WINTER, M. 1999. Integrated farming systems: the third way for European agricultura?. (en línea). *Land Use Policy*. 16:193-205. Consultado 13 jun. 2007. Disponible en <http://www.elsevier.com>.
114. MUNDY, C.; CREAMER, N.; CROZIER, C.; WILSON, G.; MORSE, R. 1999. Soil physical properties and potato yield in no-till and conventional-till systems. *Horttechnology*. 9(2): 240-246.
115. MUNSELL, C. 1994. Soil color charts, Macbeth division of kollmorgen instrument corporation. New Windsor, s.e. s.p
116. MUNN, D. 1992. Comparisons of shredded newspaper and wheat straw as corp Mulches. *Horttechnology*. 2(3): 361-365.
117. NAHAR, M.; MILLER, S.; STINER, D.; STINER, B.; KLEINHENZ, M.; WSZELAKI, A.; DOOHAN, D. 2006. Differential effects of raw and composted manure on nematode community and its indicative value for soil microbial, physical and chemical properties. (en línea). *Applied Soil Ecology*. 34:140-151. Consultado 10 may. 2007. Disponible en <http://www.sciencedirect.com>.
118. NICHOLLS, C.; ALTIERI, M. 2003. Agroecología; diseñando agroecosistemas biodiversos. Selección de lecturas. Rio de Janeiro, REDCAPA. 5 v., p. irr.
119. NOGUEIRA, M.; ALBINO, U.; BRANDAO-JUNIOR, O.; BRAUN, G.; CRUZ, M.; DIAS, B.; DUARTE, R.; GIOPPO, N.; MENNA, P.; ORLANDI, J.; RAIMAN, M.; RAMPAZO, L.; SANTOS, M.; SILVA, M.; VIEIRA, F.; TOREZAN, J.; HUNGRIA, M.; ANDRADE, G. 2006. Promising indicators for assessment of agroecosystems alteration among natural, reforested and agricultural land use in southern Brazil. (en línea). *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 115(1-4): 237-247. Consultado 13 jun. 2007. Disponible en <http://www.sciencedirect.com>.
120. NORSWORTHY, J.; BRANDENBERGER, L.; BURGOS, N.; RILEY, M. 2005. Weed suppression in *Vigna unguiculata* with a spring-seeded brassicaceae green manure. (en línea). *Crop Protection*. 24(5) : 441-447. Consultado 13 jun. 2007. Disponible en <http://www.sciencedirect.com>.
121. NYBLOMA, J.; BORGATTI, S.; ROSLAKKA, J.; SALO, M. 2003. Statistical analysis of network data—an application to diffusion of innovation. (en línea). *Social Networks*. 25:175–195. Consultado 2 abr. 2007. Disponible en <http://www.sciencedirect.com>.

122. OHNO, T.; GRIFFIN, T.; LIEBMAN, M.; PORTER, G. 2005. Chemical characterization of soil phosphorus and organic matter in different cropping systems in Maine, U.S.A. (en línea). *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 105(4): 625-634. Consultado 10 may. 2007. Disponible en <http://www.sciencedirect.com>.
123. OLSON, K. 1998. The effects of erosion on soil pore distributions and root ramification in fine-textured Illinois soil. *Soil Science*. 145(5): 365-373 .
124. OTT, P. 1989. La sustancia orgánica en el terreno, el abonado en la finca agrícola; diversos tipos de compost y su empleo. Madrid, Mundi-Prensa. 114 p.
125. OUATMANE, A.; D'ORAZIO, D.; HAFIDI, M.; SENESI, N. 2002. Chemical and physicochemical characterization of humic acid-like materials from compost. *Compost Science and Utilization*. 10(1):39-46.
126. OZZORES, M.; OBREZA, T.; HOCHMUTH, G. 1998. Using composted wastes on Florida vegetables crops. *Horttechnology*. 8(2): 130-137.
127. PAIN, J.; PAIN, I. 1977. Another kind or garden; now is our last chance. Villecroze, Ida et Jean Pain. 57 p.
128. PAINE, L.; HARRISON, H. 1993. The historical roots of living mulch and related practices. *Horttechnology*. 3(2): 137-142.
129. PEREIRA DOS SANTOS, H.; OMAR TOMM, G. 1999. Rotación de cultivos para trigo, después de cuatro años; efectos de la fertilidad del suelo en siembra directa. *Ciencia Rural (Santa María)*. 29(2): 259-265.
130. PEREZ, N. 2003. Bases para el manejo ecológico de plagas. La Habana, CEDAR. 80 p.
131. POUDEL, D.; HORWATH, W.; LANINI, W.; TEMPLE, S.; VAN BRUGGEN, A. 2002. Comparison of soil N availability and leaching potential, crop yields and weeds in organic, low-input and conventional farming systems in northern California. (en línea). *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 90:125-137. Consultado 13 jun. 2007. Disponible en <http://www.elsevier.com>.
132. PRIETO, A.; CASTIGLIONI, F.; CHIAPPE, M.; GOMEZ, A.; GARCIA, M. 2002. Estrategias de producción orgánica en establecimientos familiares de Montevideo y Canelones. *Agrociencia*. 6(1): 79-91.

133. PRIMAVESI, A. 1984. Manejo ecológico de suelos. 5^a. ed. Buenos Aires, El Ateneo. 499 p.
134. _____. 1992. Agricultura sustentável, manual do produtor rural; maior produtividade, maiores lucros, respeito à terra. Sao Paulo, Nobel. 114 p.
135. RAJENDRAN, K.; DEVARAJ, P. 2004. Biomass and nutrient distribution and their return of *Casuarina equisetifolia* inoculated with biofertilizers in farm land. (en línea). *Biomass and Bioenergy*. 26(3): 235-249. Consultado 13 jun. 2007. Disponible en <http://www.sciencedirect.com>.
136. RATTAN, P. ; FRAN, J. eds. 1991. Soil management for sustainability. Iowa, Soil and Water Conservation Society. 189 p.
137. REFSGAARD, K.; HALBERG, N.; STEEN, E. 1998. Energy utilization in crop and dairy production in organic and conventional livestock production systems. (en línea). *Agricultural Systems*. 57(4): 599-630. Consultado 10 may. 2007. Disponible en <http://www.elsevier.com>.
138. REIJNTJES, C.; HAVERKORT, B.; WATERS-BAYER, A. 1995. Cultivando para el futuro; introducción a la agricultura sustentable de bajos insumos externos. Montevideo, Nordan-Comunidad. 274 p.
139. RESENDE, M. 1992. Um abordagem sobre solos, com ênfase na questao da disponibilidade de fósforo. In: Seminario de Manejo Ecológico de Solos (1992, Vicosa). Trabajos presentados. Viçosa, Universidade Federal de Vicosa. pp. 1-70.
140. RESTREPO, J. 1992. Agroecología en Paraguay; manejo de suelos, protección de cultivos, sistemas productivos campesinos. Asunción, CECTEC. pp. 155-193.
141. RIECHMANN, J. 2000. Cultivos y alimentos transgénicos; una guía práctica. Madrid, Libros de la Catarata. 221 p.
142. RIGBY, D.; CACERES, A. 2001. Organic farming and the sustainability of agricultural systems. (en línea). *Agricultural Systems*. 68:21-40. Consultado 13 jun. 2007. Disponible en <http://www.sciencedirect.com>.
143. RIVERO, E.; IRUTIA, C.; MICHELENA, R. 2003. Indicadores cuantitativos de calidad de suelo y salud de un cultivo de soja en siembra directa. (en línea). Buenos Aires, INTA. 4 p. Consultado 2 abr. 2007. Disponible en <http://www.insuelos.org.ar>.

144. RODRIGUEZ, A.; GARCIA, M. 2003. Producción orgánica. Aportes para el manejo de sistemas ecológicos en Uruguay. Montevideo, PREDEG-GTZ. 327 p.
145. RUKS, L.; GARCIA, F.; KAPLAN, A.; PONCE DE LEON, J. 1997. Propiedades físicas del suelo. Montevideo, Facultad de Agronomía. 73 p.
146. SALAS, H. 1992. El suelo, un organismo viviente. In: ECOAGRO. Agricultura orgánica; experiencias de cultivo ecológico en Argentina. Buenos Aires, Planeta. pp. 21-33.
147. SALDANHA, R.; DE SÁ MENDONÇA, E.; ALVAREZ, V.; METRI, M. 2005. Formação e estabilização de agregados do solo decorrentes da adição de compostos orgânicos com diferentes características hidrofóbicas. Revista Brasileira Ciencia do Solo. 29:11-20.
148. SANCHEZ, R.; ORDAZ, V.; BENEDICTO, G.; HIDALGO, M.; PALMA, D. 2006. Regeneración estructural de un suelo arcilloso por aportes de vermicompost en la Chontalpa, Tabasco, Mexico. (en línea). Publicaciones Uniciencia. 22(1):13-26. Consultado 10 may. 2007. Disponible en <http://www.ujat.mx>.
149. SASAL, M.; ANDRIULO, A.; TABOADA, M. 2006. Soil porosity characteristics and water movement under zero tillage in silty soils in Argentinian Pampas. (en línea). Soil and Tillage Research. 87: 9- 18. Consultado 2 abr. 2007. Disponible en <http://www.elsevier.com>.
150. SCHROEDER, P.; HUBER, B.; OLAZABAL, U.; KAMMERER, A.; MUNICH, J. 2002. Land use and sustainability: FAM Research. (en línea). Geoderma. 105:155–166. Consultado 10 may. 2007. Disponible en <http://www.elsevier.com>.
151. SECCO, D.; DA ROS, C.; FIORIN, J.; VECK, C.; PASA, L. 1997. Efeito de sistemas de manejo nas propriedades físicas de um latossolo vermelho-escuro. Ciencia Rural (Santa Maria). 27(1): 57-60.
152. SEGUEL, O.; GARCIA DE CORTAZAR, V.; CASANOVA, M. 2003. Variación en el tiempo de las propiedades físicas de un suelo con adición de enmiendas orgánicas. (en línea). Agricultura Técnica. 63(3): 287-297. Consultado 10 may. 2007. Disponible en <http://www.scielo.cl>.

153. SEMINARIO LATINOAMERICANO SOBRE SANEAMIENTO ALTERNATIVO (1º., 1987, Bogota). 1988. Trabajos presentados. Bogotá, ENDA. 538 p.
154. SHUKLA, M.; LAL, R.; EBINGER, M. 2006. Determining soil quality indicators by factor analysis. (en línea). *Soil and Tillage Research* 87:194–204. Consultado 13 jun. 2007. Disponible en <http://www.sciencedirect.com>.
155. SILVA, A. 2001. La materia orgánica del suelo. Montevideo, Facultad de Agronomía. 45 p.
156. SISTI, C.; DOS SANTOS, H.; KOHHANN, R.; ALVES, B.; URQUIAGA, S.; BODDEY, R. 2004. Change in carbon and nitrogen stocks in soil under 13 years of conventional or zero tillage in southern Brazil. (en línea). *Soil and Tillage Research*. 76(1): 39-58. Consultado 2 abr. 2007. Disponible en <http://www.sciencedirect.com>.
157. SNEATH, R.; BELINE, F.; HILHORST, M.; PEU, P. 2006. Monitoring GHG from manure stores on organic and conventional dairy farms. (en línea). *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 112(2-3):122-128. Consultado 13 jun. 2007. Disponible en <http://www.sciencedirect.com>.
158. STEINER, R.; RICHTER, M. 2001. Curso sobre agricultura biológica dinámica; principios basados en la ciencia espiritual para el desarrollo de la agricultura. Madrid, Rudolf Steiner. 282 p.
159. TEJADA, M.; GONZALEZ, J. 2006. The relationships between erodibility and erosion in a soil treated with two organic amendments. (en línea). *Soil and Tillage Research*. 91:186-198. Consultado 2 abr. 2007. Disponible en <http://www.sciencedirect.com>.
160. TORRES, D.; RODRIGUEZ, N.; YENDIS, H. 2006. Changes in some chemical properties of soils under different land uses in El Cebollal zone, Falcon State, Venezuela. (en línea). *Bioagro*. 18(2):123-128. Consultado 10 may. 2007. Disponible en <http://www2.scielo.org.ve>.
161. TRIPATHI, R.; SHARMA, P.; SINGH, S. 2006. Influence of tillage and crop residue on soil physical properties and yields of rice and wheat under shallow water table conditions. (en línea) *Soil and Tillage Research*. 92:221-226. Consultado 10 may. 2007. Disponible en <http://www.elsevier.com>.
162. TYLER, H. 1998. Effects of mulch on soil moisture and growth of desert willow. *Horttechnology*. 8(4): 588-599.

163. UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA (URUGUAY). FACULTAD DE AGRONOMÍA. 1981a. Composición y formación del suelo. Montevideo. 22 p.
164. _____. _____. 1981b. Pautas de trabajo en el laboratorio de suelos. Montevideo. 114 p.
165. _____. _____. 1983. Preparación de tierras. Montevideo. 20 p.
166. _____. _____. 2003. Guía para la presentación de tesis. Montevideo. 17 p.
167. UNIVERSITY OF CALIFORNIA. CENTER FOR BIOLOGICAL CONTROL. INSTITUTE FOR FOOD AND DEVELOPMENT POLICY (FOOD FIRST). 1997. International short course on agroecology. Berkeley, California. 350 p.
168. URIBE, H.; ROUANET, J. 2002. Efecto de tres sistemas de labranza sobre el nivel de humedad en el perfil del suelo. (en línea). Agricultura Técnica. 62(4):555-564. Consultado 10 may. 2007. Disponible en <http://www.scielo.cl/scielo>.
169. URUGUAY. MINISTERIO DE AGRICULTURA Y PESCA. DIRECCIÓN DE SUELOS Y FERTILIZANTES. 1976. Carta de reconocimiento de suelos del Uruguay. Montevideo. 3 v.
170. _____. MINISTERIO DE GANADERIA, AGRICULTURA Y PESCA. DIRECCIÓN GENERAL DE RECURSOS RENOVABLES. DIVISIÓN DE SUELOS Y AGUAS. 2001. Recomendaciones básicas sobre manejo, conservación y recuperación de suelos para el cumplimiento de la ley no.15239. (en línea). Montevideo. 7 p. Consultado 10 may. 2007. Disponible en <http://www.mgap.gub.uy>.
171. _____. _____. _____. 2004a. Interpretación a partir de la carta nacional de la erosión antrópica. (en línea). Montevideo. s.p. Consultado 10 may. 2007. Disponible en <http://www.mgap.gub.uy/renare/SIG/ErosionAntropica/Erosion.htm>.
172. _____. _____. _____. 2004b. Mapa. (en línea). Montevideo. Consultado 10 may. 2007. Disponible en <http://www.mgap.gub.uy>.
173. _____. _____. 1990. Convenio de cooperación técnica MGAP/GTZ. Compendio de especies a ser empleadas como abonos verdes para la recuperación de los suelos en la zona de influencia del proyecto. Montevideo, MGAP/GTZ. 102 p.

174. _____. PREDEG/GTZ. 2003. Producción orgánica; aportes para el manejo de sistemas ecológicos en Uruguay. Montevideo. 327 p.
175. USDA SOIL CONSERVATION SERVICE. 1972. Soil survey investigations. Washington, D. C. 63 p. (Report no. 1)
176. VADERSTAD AND SOIL MANAGEMENT INITIATIVE. 2004. Visual soil assessment (en línea). Sidney. 21 p. Consultado 2 abr. 2007. Disponible en <http://www.potato.org>.
177. VALENCIA, L.; PEÑA, E. 1995. Aportes para el manejo ecológico de cultivos. Lima, RAAA. 184 p.
178. VENGLOVSKY, J.; MARTINEZ, J.; PLACHA, I. 2006. Higienic and ecological risks connected with the utilization of animal manure and biosolids in agriculture.(en línea). Slovak. 102: 197-203. Consultado 10 may. 2007. Disponible en <http://www.sciencedirect.com>.
179. VÍCTORA, C.; KACEVAS, A.; FIORI H. 2000. Perdidas de suelo y nutrientes por erosión hídrica en suelos de Uruguay. (en línea). Montevideo, MGAP. 9 p. Consultado 13 jun. 2007. Disponible en <http://www.mgap.gub.uy>.
180. VIGLIZZO, E.; PORDOMINGO, A.; CASTRO, M.; LERTORA, F.; BERNARDOS, J. 2004. Scale-dependent controls on ecological functions in agroecosystems of Argentina. (en línea). Agriculture, Ecosystems and Environment. 101:39–51. Consultado 10 may. 2007. Disponible en <http://www.sciencedirect.com>.
181. VON LUTZOW, M.; LEIFEID, J.; KAINZ, M.; KOGEL-KNABNER, I.; MUNICH, J. 2002. Indications for soil organic matter quality in soils under different management. (en línea). Geoderma. 105:243–258. Consultado 13 jun. 2007. Disponible en <http://www.elsevier.com>.
182. VZZOTTO, V.; MARCHEZAN, E.; SCEGABINAZZI, T. 2000. Efeito do pisoteio bovino em algumas propriedades físicas dos solo de Várzea. Ciencia Rural (Santa Maria). 30(6): 965-969.
183. WELLS, A.; CHAN, K.; CORNISH, P. 2000. Comparison of conventional and alternative vegetable farming systems on the properties of a yellow earth in New South Wales. (en línea). Agriculture, Ecosystems and Environment. 80:47–60. Consultado 10 may. 2007. Disponible en <http://www.elsevier.com>.

184. WU, S.; CAO, Z.; Li, Z.; CHEUNG, K.; WONG, M. 2005. Effects of biofertilizer containing N-fixer, P and K solubilizers and AM fungi on maize growth; a greenhouse trial. *Geoderma*. 125(1): 155-166.
185. YANG, H. 2006. Resource management, soil fertility and sustainable crop production; experiences of China. (en línea). *Agriculture. Ecosystems and Environment*. 116(1-2): 27-33. Consultado 2 abr. 2007. Disponible en <http://www.sciencedirect.com>.
186. YIN, R. 1994. Case study research. Design and methods. (en línea). 3a. ed. Newbury, SAGE. Consultado 10 may. 2007. Disponible en <http://books.google.com.uy>.
187. ZAMALVIDE, J.; GARCIA, F. 1997. Propiedades físico-químicas de los suelos. Montevideo, Facultad de Agronomía. 109 p.
188. ZHAO, Y.; LI, W.; ZHOU, Z.; WANG, L.; PAN, Y.; ZHAO, L. 2005. Dynamics of microbial community. (en línea). *European Journal of Soil Biology*. 41:21-29. Consultado 2 abr. 2007. Disponible en <http://www.sciencedirect.com>.
189. ZINATI, G.; LI, Y.; BRYAN, H. 2001. Utilization of compost increases organic carbon and its humin, humic and fluvic acid fractions in calcareous soil. (en línea). *Compost Science y Utilization*. 9(2): 156-162. Consultado 13 jun. 2007. Disponible en <http://cat.inist.fr/?aModele=afficheN&cpsid=1120758>.

9. APENDICES

9.1 ENTREVISTA

A continuación se presenta el cuerpo de la entrevista confeccionada con el fin de recabar información concerniente a:

Ubicación
Características generales del predio
Organización de la producción y comercialización
Recursos (naturales, mano de obra e implementos y maquinaria)
Organización de los cultivos
Manejos
Apreciaciones personales respecto a la calidad del suelo

Entrevista a productores hortícolas de la zona sur del Uruguay

Productor:

1.- Ubicación del predio y características generales

1.1.- ¿En que zona en que se encuentra ubicado su predio?

1.1.1- Paraje:

1.1.2- Ruta de referencia:

1.1.3- Acceso al Predio

1.2.- ¿Cuál es la superficie total en has?

1.3.- ¿Cuál es la forma de tenencia de la tierra?

Propietario Arrendatario Medianero

1.4.- ¿Cuál es el mercado de venta de sus productos y a qué distancia se encuentra del predio?

2.- Organización de la producción y comercialización

2.1.- ¿Cuales son los rubros que se manejan comercialmente en el predio?

2.2.- ¿Realiza además otros rubros para autoconsumo?

2.3.- ¿Cual es la superficie aproximada que ocupa cada rubro comercial?

2.4.- ¿De que forma son manejados los rubros?

Orgánica Convencional Mixta

122

2.5.- ¿Cuántos cultivos realiza al año?

2.6.- ¿Cuáles son?

2.7.- ¿Qué superficie aproximada ocupa con cada uno?

2.8.- ¿Utiliza variedades de polinización abierta, híbridos o ambos?

2.9.- ¿Cuál/les es/son el/los canal/es comerciales que utiliza para vender sus productos?

Directa a Minorista Directa a Mayorista
Indirecta a Minorista Indirecta a Mayorista

Directa a Consumidor Final

Feria Canasta Otros
Canal Institucional

Industria

3.- Recursos

Suelos

3.1.- ¿Como caracterizaría los suelos de su predio?

Agua

3.2.- ¿Como es la calidad del agua?

3.2.1- ¿Realiza, o ha realizado análisis de la misma?

3.2.2- ¿Utiliza algún tipo de riego, cuál?

Aspersión Goteo Surco

Mano de Obra

3.3.- ¿Con cuanta mano de Obra dispone para sus actividades?

Familiar No. Asalariada No. Zafra No.

Maquinarias-Implementos-Infraestructura

3.4.- ¿Con qué Maquinarias, implementos e infraestructura cuenta en su predio?,
¿Podría describir su estado?

3.4.1- Maquinarias

3.4.2- Implementos

3.4.3- Infraestructura

3.4.4- ¿Recibe servicios de maquinaria, o tiene posibilidades de hacerlo?

4.- Organización de los cultivos

4.1.- ¿Cuál/es es/son los cultivos por los que obtiene mayores ingresos?

4.2.- ¿Cuántos ciclos realiza en el año de el/los cultivo/s principal/es?

4.3.- De estos cultivos: ¿cuantas variedades o híbridos utiliza de cada uno?

5.- Descripción del manejo de suelos

5.1.- ¿Desde hace cuanto tiempo que comenzó a realizar un manejo
orgánico/convencional de la chacra?

5.2.- ¿Como era el estado del suelo cuando comenzó el manejo antes
mencionado?

5.3.- ¿Realiza Análisis de Suelos?

Si No

5.4.- ¿Con que frecuencia?

5.5.- ¿Maneja alguna técnica que le permita saber objetivamente el estado de los
suelos?

Si

No

5.6.- ¿Cuál, podría describirla?

6.- Estudio de un cuadro representativo del manejo de suelos

6.1.- ¿Tiene registros de los manejos y cultivos hechos los últimos años en el cuadro a estudiar?

6.2.- ¿Podría registrarlos por escrito en los siguientes cuadros?

Año 2005				Año 2004				Año 2003				Año 2002				Año 2001			

6.3.- Estudio de los materiales incorporados en el cuadro en estudio:

6.3.1- ¿De donde los obtiene?

Producción Propia Compra Otra

6.3.2.- ¿Existe disponibilidad de abonos orgánicos en la zona, a qué distancia?

Si No

6.3.3- ¿Realiza o ha realizado análisis de los materiales Incorporados?

Si No

6.4.- Para los estiércoles:

6.4.1- ¿Ha recibido capacitación sobre el uso de los estiércoles?

Si No

6.4.2- ¿Cual es el origen del/los estiércol/es usado/s y de donde lo/s obtiene?

Aves Cerdos Vacuno Otro

6.4.3- ¿Cuál es el estado del estiércol al ser incorporado?

Fresco Seco

6.4.4- ¿Cual es la cantidad aproximada en kgs que incorpora al suelo? Criterios en que se basa para decidir las dosis

6.4.5- ¿En que momento del año lo incorpora?

6.4.6- ¿Cual es el criterio que utiliza para definir el momento de la incorporación?

6.4.7- ¿Ha notado cambios en el estado del suelo desde que comenzó a utilizarlo?

6.4.8- ¿Cuáles han sido los principales cambios que percibió?

6.4.9- ¿Qué ventajas, desventajas y limitantes cree usted que tiene la práctica de incorporar estiércoles?

Ventajas

Desventajas

Limitantes

6.5.- Para los abonos verdes:

6.5.1- ¿Ha recibido capacitación sobre el uso de los abonos verdes?

6.5.2- ¿Qué especie/s utiliza como abono verde?

6.5.3- ¿En qué época realiza la siembra?

6.5.4- ¿En que momento y de que forma se hace la incorporación al suelo?

6.5.5- ¿A que profundidad realiza la incorporación?

6.5.6- ¿Cual es la herramienta de labranza que utiliza para ello?

6.5.7- ¿Ha notado cambios en el estado del suelo desde que comenzó a manipularlo?

6.5.8- ¿Cuales han sido los cambios que percibió?

6.5.9- ¿Que ventajas, desventajas y limitantes cree usted que tiene el uso del Abono Verde como mejorador de suelos?

Ventajas

Desventajas

Limitantes

6.6.- Para el compost:

6.6.1- ¿Ha recibido capacitación sobre el uso y la producción del compost?

6.6.2- ¿Cual es el origen del mismo?

Producción Propia Compra Otra

En caso de ser producción propia:

6.6.3- ¿Cuales son los materiales que utiliza para compostar?

6.6.4- ¿Cual es la técnica que utiliza para su producción?, ¿podría describirla?

6.6.5- ¿En que momento lo incorpora al suelo?

6.6.6- ¿Aproximadamente cuanta cantidad incorpora?

6.6.7- ¿Ha notado cambios en el estado del suelo desde que comenzó a utilizarlo?

6.6.8- ¿Cuáles han sido los cambios que percibió?

6.6.9- ¿Qué ventajas, desventajas y limitantes cree usted que tiene la práctica de incorporación del compost?

Ventajas

Desventajas

Limitantes

6.7.- En el caso del mulch:

6.7.1- ¿Ha recibido capacitación sobre el uso del mulch?

6.7.2- El material utilizado ¿es?:

Orgánico Nylon Otros

6.7.3- ¿Podría especificar cuales son?

6.7.4- ¿Cuál es el origen del material orgánico utilizado?

Producción Propia Compra Otros

6.7.5- ¿Realiza algún proceso previo a la incorporación del material?

6.7.6- ¿Ha notado cambios significativos en su producción desde que comenzó a utilizarlo?

Si No

6.7.7- ¿Cuáles han sido los cambios que percibió?

6.7.8- ¿Qué ventajas, desventajas y limitantes cree usted que tiene el uso del Mulch?

Ventajas

Desventajas

Limitantes

7.- Preguntas generales de opinión sobre el manejo y estado del suelo

7.1.- ¿En su opinión como cree que es el estado actual del suelo en su predio?

7.2.- ¿Cuáles son los manejos que cree debería realizar y no hace?

7.3.- ¿Cuales son los motivos por los cuales no los realiza?

7.4.- ¿Ha notado cambios en el suelo y/o en su producción desde que comenzó los manejos?

Si No ¿Cuáles?

7.5.- ¿Su suelo en época seca, se seca?

Rápidamente Permanece seco Mantiene humedad

7.6.- Con respecto al anegamiento:

Se anega Infiltra lento Infiltra fácil

7.7.- Los rendimientos obtenidos son, con respecto a la media de la zona:

Altos si Medios Bajos

7.8.- ¿Presenta o ha presentado alguna maleza problema en su chacra?

Si No ¿Cuál?

8.- Para productores convencionales

8.1.- Respecto de la fertilización:

8.1.1- ¿Incorpora fertilizantes sintéticos?

Si No

8.1.2- ¿Cuáles?

8.1.3- ¿En qué cantidades?

8.2.- En el control de malezas:

8.2.1- ¿Utiliza herbicidas?

Si No

8.2.2- ¿Cuáles?

8.2.3- ¿En qué dosis?

9.- Temas que el productor quisiera incluir dentro de esta entrevista y no fueron contemplados

¿Desea realizar alguna sugerencia u observación de algún tema que no haya sido contemplado en esta entrevista?

9.2 GUIA DE CAMPO

La guía de campo que se presenta a continuación fue confeccionada con el propósito utilizarse como manual de procedimiento a la hora de recabar los datos necesarios para la realización del estudio de los casos.

Guía de salida de campo

Productor: _____

Departamento: _____

Padrón de Suelos: _____

Fecha: ___/___/___

Fecha de última lluvia: ___/___/___

Milímetros aproximados: _____

Relevamiento de indicadores de campo y toma de muestras

Recorrida general del predio

1. Sistematización de la chacra

No Presenta

Escasa

Total

Observaciones

Fotos:

2. Diversidad natural circundante

El predio presenta:

Cortinas Rompevientos

Cultivos

Frutales

Otras

Franjas empastadas

Praderas Permanentes

Verdeos

Observaciones

Fotos:

3. Cobertura del suelo

Suelo Desnudo

Más del 50 % cubierto

50 % del suelo cubierto

Observaciones

Fotos:

4. Erosión

Severa, se nota arrastre de suelo, presencia de cárcavas y zanjas

Evidente pero baja

No hay mayores signos de erosión

Observaciones

Fotos:

5. Competencia por malezas

Cultivos estresados dominados por malezas

Presencia media de malezas, el cultivo sufre algo de competencia

Cultivos que se superponen a las malezas, no causan problemas

Principales malezas problema

Observaciones

Fotos:

6. Diversidad de borde

Método de relevamiento aún no definido.

Indicadores a relevar y muestreo en la parcela en estudio.

1. Apariencia

Cultivo clorótico o descolorido, signos de deficiencia de nutrientes

Cultivo verde claro con algunas decoloraciones

Follaje color verde intenso, sin signos de deficiencia

Observaciones

Fotos:

2. Crecimiento del cultivo

Cultivo poco denso, crecimiento pobre, casi no hay crecimiento

Cultivo más denso pero no muy uniforme

Cultivo denso, uniforme con buen crecimiento

Observaciones

Fotos:

3. Rendimiento del cultivo

Cultivo:

Marco de Plantación:

Observaciones

Fotos:

4. Profundidad del suelo

Se evalúa junto con descripción del perfil del suelo (cuadro adjunto)

Observaciones

Fotos:

5. Descripción del perfil de suelo

Se realizará con taladro holandés o calicata en lugar a definir (cantero o entrefila)

Ir a cuadro para descripción del perfil de suelos

Observaciones

Fotos:

**Elegir 5 puntos donde se realizarán las pruebas de campo.
En cada punto de prueba se realizarán las siguientes tareas:**

1-Toma de muestra un cubo de 20 cm de suelo con pala, y se la somete a las pruebas de estructura, porosidad, color, conteo de lombrices

2-Tomar una porción de cada cubo en una bolsa para formar la muestra compuesta que se enviará al laboratorio. Adjuntar etiqueta con datos

3-Tomar otra muestra igual que la anterior como testigo para posterior análisis micro biológico

4-Toma muestra de anillo

5. Estructura

Muestra	Puntaje
1	
2	
3	
4	
5	

• Dejar caer la muestra de la tierra un máximo de tres veces de una altura de un metro (altura de cintura) hacia la base firme en la caja de plástico. Si los terrones grandes se separan después de la primera o segunda caída, déjelos caer individualmente de nuevo una vez o dos veces. Si el terrón se divide en las unidades pequeñas después de la primera o segunda tirada, no necesita dejar caer de nuevo. No deje caer cualquier pedazo de tierra más de tres veces.

• Parta cada terrón a mano a lo largo de cualquier plano de fractura expuesta o fisura.

• Transfiera la tierra hacia una bolsa grande de plástico.

• Mueva las partes más toscas a un extremo y las más finas al otro extremo.

Esto proporciona una medida de la distribución del agregado-tamaño.

Compare la distribución resultante de los agregados con las siguientes tres fotografías.



Condición buena

Puntuación = 10, Buena distribución de agregados más finos sin terrones significantes; o suelo friable y granular, agregados mantienen formas después de aplicar presión suave, aún humedecidos.



Condición moderada

Puntuación = 5, Suelo conteniendo significantes proporciones de terrones firmes toscos y agregados finos; o suelo suelto con pocos gránulos que se rompen al aplicar presión suave.



Condición pobre

Puntuación = 1, Suelos dominados por agregados sumamente toscos; terrones muy firmes con muy pocos agregados finos; o suelo polvoso, sin gránulos visibles.

Observaciones

Fotos:

7. Porosidad

Muestra	Puntaje
1	
2	
3	
4	
5	

- Remover una rodaja de suelo del lado del agujero creado por la remoción del cubo de suelo de 20cm, o tome varios terrones de la prueba de estructura del suelo y consistencia.

- Examine la muestra para la porosidad de la tierra comparando con las siguientes tres fotografías.



Condición buena

Puntuación = 10, el suelo tiene muchos macro-poros entre y dentro de agregados asociados a una buena estructura del suelo.



Condición moderada

Puntuación = 5, suelo en el cual los macro-poros entre y dentro de los agregados han disminuido significativamente pero están presentes en el examen íntimo de terrones, mostrando una cantidad moderada de compactación.



Condición pobre

Puntuación = 1 Los macro-poros de la tierra no están visualmente claros dentro de la muestra, terrones macizos sin estructura. La superficie del terrón es suave con alguna fractura o agujeros, y puede tener ángulos afilados.

Observaciones

Fotos:

9. Color

Muestra	Tabla de color	Puntaje
1		
2		
3		
4		
5		

Observaciones

Fotos:

10. Diversidad genética

Observaciones

Fotos:

11. Toma de muestra con cilindro para análisis físicos

Observaciones

Fotos:

12. Descripción de perfil de suelo

Clasificación:		Suelo:		Exposición:	
Pendiente:		Pedregosidad:		Fecha:	
Lugar:		Drenaje Ext.:			

9.3 PRESENTACIÓN DE LAS FICHAS TECNICAS PARA CADA UNO DE LOS CASOS ESTUDIADOS

9.3.1 Caso No. 1

Ubicación del Predio: Colonia Cosmopolita - Colonia

Superficie: 123 has

Sistema de Producción: Mixto

Rubros de Producción: Horticultura y Lechería

Cuadro Estudiado: Barbecho con vegetación espontánea (ortiga)

Tipo de Suelo presente: Argisol Sub Eutrico Melánico Abrúptito L.

Unidad de Suelos: Kiyú



Cuadro No. 1: Caracterización General del Predio basada en entrevista realizada al productor.

Mano de obra	Familiar (2)	Asalariada (0)	Zafra (1)
Maquinaria	Tractor (1)	Herramientas e instalaciones en buen estado pertenecientes al tambo	No recibe servicio de maquinaria
Riego	Aspersión	Goteo	Agua buena calidad, tajamar y pozo
Cultivos Realizados	Frutilla, cebolla, aromáticas, lechuga, acelga, tomate	Híbridos mas de dos por cultivo	Rendimientos medios
Aspectos relevantes	No recibe asesoramiento técnico	Lleva registros	Rotación de cultivos
Producción animal	Vacas Lecheras		
Comercialización	Directa Minoristas, en el predio	Almacenes	20 Km.
Apreciaciones del productor	Suelos buenos, duros	Con abono ha ido mejorando, mas sueltos	Mejoro la estructura con manejo
	Mantiene la humedad	Infiltra lento	

Cuadro No. 2: Descripción del Perfil de Suelo Imperturbado.

Clasificación:	Argisol Sub Eutrico Melánico Abrúptito L.	Suelo:	Imperturbado	Exposición:	Este
Pendiente:	1%	Pedregosidad:	Nula	Fecha:	22/09/05
Lugar:	Borde parcela	Drenaje Ext.:	Bueno		

Vegetación:	Césped				
Microrelieve:	Lomada Suave				

Productor:						
Hor. y subhor.	Espesor (cm)	Transic.	Color Matriz	Moteado	Textura	Raíces
A	0 – 37	Abrupta	10 YR 2/2	n/p	FrL	Comun.
Bt1**	37 – 48	Abrupta	10 YR 4/2	7.5 YR 5/6	Ac	
Bt2**	48 - 68	Gradual	10 YR 4/3	7.5 YR 5/6	Ac	
BC**	68 - 88	Clara	7.5 YR 4/4		Ac	
C**	88 +		7.5 YR 5/4		AcL	
*en húmedo						
**Concrec.	Fe Mn – 1mm					

Referencias: 10YR 2/2dark brawn | 10 YR 4/2 dark yellowish brown | 10 YR 4/3 brown
7,5 YR 4/4 brown | 7,5 YR 5/4 brown | 7,5 YR 5/6 strong brown.

Los horizontes Bt1, Bt2 y BC presentan películas de arcilla discontinuas, veteados del horizonte A y veteados del horizonte B respectivamente.



Parámetros Químicos estudiados para el suelo Imperturbado

Cuadro No. 3: Valores de análisis químico del suelo Imperturbado.

P	Ca	Mg	K	Na	A.Tit.	CICpH₇	Bases T.	% Sat	pH	pH	C.Or	M.O.
μg P/g	meq/100g	meq/10 0g	Meq/10 0g	meq/10 0g	meq/10 0g	meq/100g	meq/100g	Bases	(H ₂ O)	(KCl)	%	%
9,9	12,0	2,7	1,20	0,19	2,4	18,5	16,1	87,0	6,7	-	2,54	4,37

Parámetros Físicos Evaluados para el suelo Imperturbado

Cuadro No. 4: Análisis de Textura, Densidad Aparente (D.A.) y estabilidad estructural (EE.) realizado en Laboratorio, para muestras tomadas a una profundidad de 20 cm.

Partícula	%	D.A.	g/cm³	EE.	mm.
Arena	38	Muestra1	1.19	Muestra1	4.20
Arcilla	23	Muestra2	1.10	Muestra2	4.50
Limo	39	Promedio	1.145	Promedio	4.35

Descripción del cuadro de cultivo y manejos realizados

Cuadro No. 5: Manejos realizados en el cuadro de cultivo

Año 2005				Año 2004				Año 2003				Año 2002				Año 2001			
		I	O	V	P	I	O	V	P	I	O	V	P	I	O	V	P	I	O
CC		O		R	R		L	L	L	Z	CH	C	C	C					
I					IEV			IEV	IEV				IEV		Oi				
M			B	M	M	B	M	M	M		M								

Referencia de cuadro: CC: Cultivo Comercial | I: Incorporaciones | M: Manejos
 O: Ortiga | IEV: Incorporación estiércol vacuno | M: Mulch
 R: Repollo | Oi: Otras incorporaciones, (Resto de silo) | B: Barbecho L:
 Lechuga | C: Cebolla | CH: Chaucha | Z: Zanahoria

Factores que caracterizan su manejo de suelos

Incorporaciones

Incorporación de estiércol: el estiércol incorporado es de vacuno. El material se utiliza seco y la dosis es 5 centímetros por encima del cantero. No realiza análisis de suelo. En general la aplicación la hace cuando tiene disponible, antes del cultivo o durante el mismo. Ha notado cambios con el manejo, encuentra el suelo mas suelto.

Compost: utiliza el residuo de los silos de alimentación del ganado y los denomina compost.

Abonos Verdes y Cultivos de Cobertura

No realiza.

Mulch

El uso del mulch de nylon es realizado en los cultivos de frutilla. En algunos cultivos hace mulch orgánico con restos de cocina, malezas y podas de tomate. Estos materiales son utilizados en fresco sin proceso previo.

Considera que al término del cultivo la tierra está suelta. Quiere mejorar la técnica ya que en algunos cultivos como cebolla y Lechuga se le dificulta el manejo.

Tipo de Laboreo

Laboreo vertical. Muchos canteros son trabajados a mano. Busca realizar el mínimo de intervenciones.

Manejo de malezas

Mulch orgánico y carpidas durante el cultivo.

Descripción del suelo de la parcela bajo estudio

Cuadro No. 6: Descripción del perfil de la parcela estudiada.

Clasificación:	Argisol Sub Eutríco Melánico Abrúptito L.	Suelo:	Perturbado	Exposición:	Este
-----------------------	--	---------------	------------	--------------------	------

Pendiente:	1,50%	Pedregosidad:	Nula	Fecha:	22/09/05
Lugar:	Cuadro cultivo	Drenaje Ext.:	Bueno		
Vegetación:	Ortugal				
Microrelieve:	Loma suave				

Productor:						
Hor. y subhor.	Espesor (cm)	Transición	Color Matriz	Moteado	Textura	Raíces
A	0 – 50	Gradual	10 YR 2/2	n/p	FrL	Abund
Bt	50 +		10 YR 4/3	n/p	Ac	
*en húmedo						

Referencias de cuadro: 10 YR 2/2 dark brown | 10 YR 4/3 brown.

Observaciones: Se aprecia un aumento del horizonte A de 13 cm con respecto a su par imperturbado.



Parámetros Químicos Evaluados para el suelo Perturbado

Cuadro No. 7: Valores de análisis químico del suelo bajo cultivo.

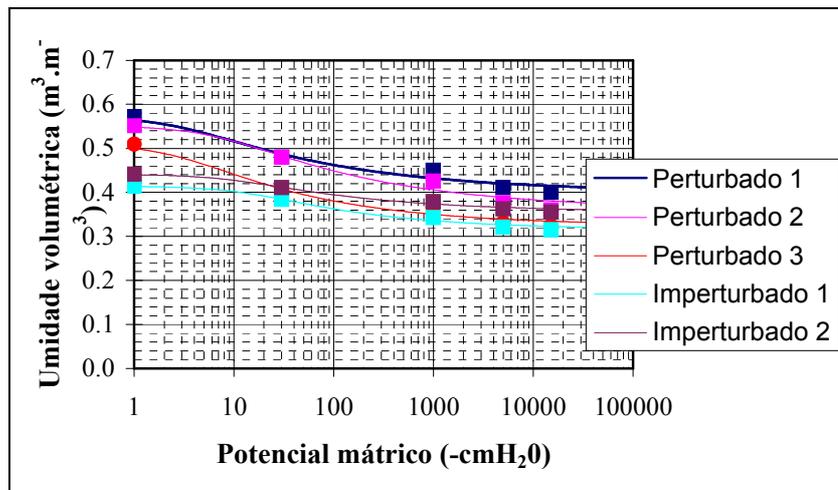
Bray I	Ca	Mg	K	Na	A.Tit.	CICpH ₇	Bases T.	% Sat	pH (H ₂ O)	pH (KCl)	C.Org %	M.O. %
μg P/g	meq/100g	Meq/100g	meq/100g	Meq/100g	meq/100g	meq/100g	meq/100g	Bases	(H ₂ O)	(KCl)	%	%
121,0	13,6	5,3	2,29	0,11	3,0	24,4	21,4	87,7	6,1	-	4,93	8,48

Parámetros Físicos Evaluados para el suelo Perturbado

Cuadro No. 8: Análisis de Textura, Densidad Aparente y estabilidad estructural realizado en Laboratorio, para muestras tomadas a una profundidad de 20 cm.

Partícula	%	D.A.	g/cm ³	EE.	mm.
Arena	33	Muestra1	0.87	Muestra1	4.66
Arcilla	5	Muestra2	0.95	Muestra2	4.5
Limo	62	Muestra3	0.94		
		Promedio	0.92	Promedio	4.58

Gráfico No. 1: Curvas de Retención de Agua para los suelos Imperturbados (2 muestras) y Perturbados (3 muestras).



Cuadro No. 9: Cálculo de indicadores que se desprenden del Gráfico No. 1.

	Pert.	Pert.	Pert.	Impert.	Impert.	Promedio Impert.	Promedio pert.
Agua a 15000	0.400	0.360	0.320	0.315	0.355	0.335	0.361
Agua a 1	0.572	0.551	0.510	0.414	0.441	0.428	0.544
A.D.	0.172	0.191	0.190	0.099	0.086	0.093	0.183
Microp. 60 cm	0.472	0.462	0.390	0.371	0.4014	0.386	0.442

Cuadro No. 10: Cálculo de Porosidad total y % de macroporos calculados a través de la fórmula empírica $(1-D.A./2.66)*100$ y el porcentaje de microporos obtenido con la curva de retención de agua.

SUELO	D.A. (g/cm3)	P.T. (%)	MACROP. (%)	MICROP. (%)
Impert.	1,145	57	18	39
Pert.	0,920	65	21	44

Indicadores Visuales relevados

Cuadro No. 11: Puntajes asignados a los indicadores visuales de sostenibilidad de suelos evaluados.

Indicadores Relevados	Puntaje Asignado
Generales del Predio	Escala de 1-10
Sistematización de la chacra	6
Diversidad Natural Circundante	7
Cobertura del Suelo	6
Erosión	7
Puntaje Promedio	6.5
Del Cultivo	
Competencia por malezas	7
Apariencia	8
Crecimiento del Cultivo	6

Puntaje Promedio	7
Del Suelo	Pert.-Impert.
Estructura	10-10
Porosidad	10-7
Puntaje Promedio	10 - 8.5

Foto de fractura de la muestra perturbada para análisis de estructura según IVSS.



Foto de un terrón de la muestra perturbada para análisis de porosidad según IVSS.



Foto de fractura de la muestra imperturbada para análisis de estructura según IVSS.



Foto de un terrón de la muestra imperturbada para análisis de porosidad según IVSS.



9.3.2 Caso No. 2

Ubicación del Predio: Paraje Juan Bonjour – Colonia Valdense

Superficie: 36 cuadras

Sistema de Producción: Convencional

Rubros de Producción: Horticultura, Fruticultura y Ganado (autoconsumo)

Cuadro Estudiado: Cultivo de Cebolla

Tipo de Suelo presente: Argisol Sub Eutrico Melánico Abrúptico L

Unidad de Suelos: Kiyú



Cuadro No. 1: Caracterización General del Predio en base a entrevista realizada al productor.

Mano de obra	Familiar (3)	Asalariada (0)	Zafra (12)
Maquinaria	Tractor (2)	Herramientas, atomizadoras e instalaciones en buen estado	No recibe servicio de maquinaria
Riego	Aspersión	Goteo	Agua de buena calidad, arroyo
Cultivos realizados	Tomate industria, cebolla, zapallo, maíz, morrón, frutales	Híbridos, uno en gral.	Rendimientos altos
Aspectos relevantes	Asesoramiento Técnico	No lleva registros	No rota cultivos
Producción animal	Vacunos		
Comercialización	Indirecta Mayorista, Industria	Mercado modelo, Fabrica de conservas y dulce.	Distancia al mercado 120 Km. y 10 Km. respectivamente
Apreciaciones del productor sobre su suelo y manejo	Suelos pesados, regulares	Le gustaría hacer abonos verdes	Se seca rápidamente
	Infiltra lento		

Cuadro No. 2: Descripción del Perfil de Suelo Imperturbado

Clasificación:	Argisol Sub Eutrítico Melánico Abrúptico L	Suelo:	Imperturbado	Exposición:	Norte
Pendiente:	1,50%	Pedregosidad:	Nula	Fecha:	29/09/05
Lugar:	Borde Cuadro	Drenaje Ext.:	Bueno		
Vegetación:	Césped (gram)				

Microrelieve:	Loma suave			
----------------------	------------	--	--	--

Productor:

Hor. y subhor.	Espesor (cm)	Transición	Color Matriz	Moteado	Textura	Raíces
Au1	0 – 30	Gradual	10 YR 2/2*	n/p	FrL	Comunes
Au2	30 – 37	Abrupta	10 YR 3/1*	n/p	FrL	Pocas
Bt	37 – 80	Gradual	10 YR 4/3-2/2*	7.5 YR 5/6	Ac	Pocas
BC	80 – 90		10 YR 4/4*	7.5 YR 5/6	Ac	n/p
C	90 +		7.5 YR 5/4*	n/p	AcL	n/p
*en húmedo						

Referencias de cuadro 10YR 2/2dark brown | 10 YR 3/1veri dark grey | 10 YR 4/3 brown 10 YR 2/2 dark brown | 10 YR 4/4 dark yellowish brown
7,5 YR 5/4 brown | 7,5 YR 5/6 strong brow.



Parámetros Químicos estudiados para el suelo Imperturbado

Cuadro No. 3: Valores de análisis químico del suelo Imperturbado

P	Ca	Mg	K	Na	A.Tit.	CICpH₇	Bases T.	% Sat	pH	pH	C.Org	M.O.
µg P/g	meq/100g	meq/100g	meq/100g	meq/100g	meq/100g	meq/100g	meq/100g	Bases	(H ₂ O)	(KCl)	%	%
4,0	9,0	2,0	0,95	0,20	2,6	14,8	12,2	82,4	6,4	-	2,33	4,01

Parámetros Físicos Evaluados para el suelo Imperturbado

Cuadro No. 4: Análisis de Textura, Densidad Aparente y estabilidad estructural realizado en Laboratorio, para muestras tomadas a una profundidad de 20 cm.

Partícula	%	D.A.	g/cm³	EE.	mm.
Arena	42	Muestra1	1.17	Muestra1	4.46
Arcilla	25	Muestra2	1.45	Muestra2	4.1
Limo	33	Promedio	1.31	Promedio	4.28

Descripción del cuadro de cultivo y manejos realizados

Cuadro No. 5: Manejos realizados en el cuadro de cultivo.

Año 2005				Año 2004				Año 2003				Año 2002				Año 2001				
		I	O	V	P	I	O	V	P	I	O	V	P	I	O	V	P	I	O	
CC		C		T						Ar v	Ar v			H A				AV		
I																AV				
M	A h F Q	LI A hF Q	A hF Q	A hF Q	B LI A h	B LI A h	B LI A h	B LI A h	B LI A h	Ah FQ	Ah FQ	B LI A h	B LI A h	Ah FQ	LI A h				FQ	B LI Ah

Referencias de cuadro: CC: Cultivo Comercial | I: Incorporaciones | M: Manejos
 C: Cebolla | AV: Abono Verde | LI: Laboreo inversión | T: Tomate
 B: Barbecho | Arv: Arveja | Ah: Aplicación herbicida | HA: Habas Av:
 Avena | FQ: Fertilización Química

Factores que caracterizan su manejo de suelos.

Fertilización

Realiza análisis de suelos y consulta con técnico el manejo. Tiene como estrategia la fertilización de base con triple 15 y Urea. Acompaña en el ciclo del cultivo con urea y aplicación de foliares.

Incorporaciones

No realiza incorporaciones

Abonos Verdes y Cultivos de Cobertura

Realizo un cultivo de avena como prueba, pero no es un manejo que tenga incorporado al sistema.

Mulch

No utiliza mulch.

Tipo de Laboreo

Laboreo inversión.

Manejo de malezas

Aplicación de herbicida y laboreo continuo en los cuadros en barbecho, manteniendo el suelo descubierto durante largos períodos. Aplicaciones de herbicida con cultivos instalados en entrefila y carpidas.

Descripción del suelo de la parcela bajo estudio

Cuadro No. 6: Descripción del perfil de la parcela estudiada.

	Argisol Sub Eutrico Melánico				
Clasificación:	Abrúptico L	Suelo:	Perturbado	Exposición:	Norte
Pendiente:	1,50%	Pedregosidad:	Nula	Fecha:	22/09/05
Lugar:	Cuadro cultivo	Drenaje Ext.:	Bueno		
Vegetación:	Cebolla				
Microrelieve:	Loma suave				

Productor:						
Hor. y subhor.	Espesor (cm)	Transición	Color Matriz	Moteado	Textura	Raíces
A	0-10/0-20	Clara	10 YR 3/2*	N/p	FrL	Pocas a Nulas
Bt	20+		10 YR 3/2			

Referencias de cuadro: 10 YR 3/2 very dark grayish brown

Observaciones: Se aprecia una pérdida de 17 cm de profundidad en el horizonte A respecto a su par imperturbado.



Parámetros Químicos Evaluados para el suelo Perturbado

Cuadro No. 7: Valores de análisis químico del suelo bajo cultivo.

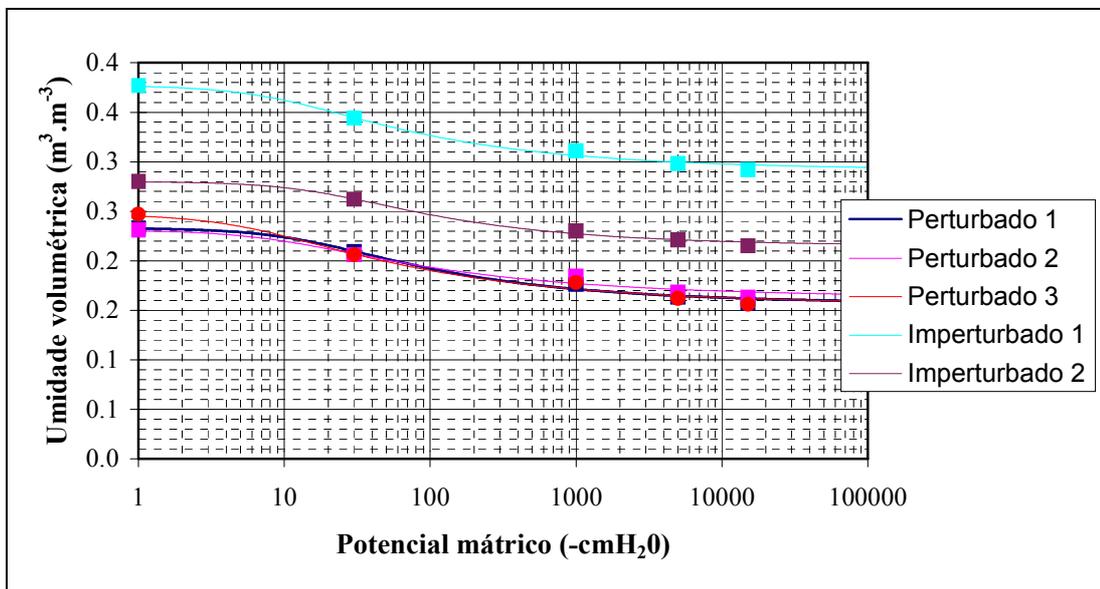
Bray I	Ca	Mg	K	Na	A.Tit.	CICpH₇	Bases T.	% Sat	pH	pH	C.Org	M.O.
<small>μg P/g</small>	<small>meq/100g</small>	<small>meq/100g</small>	<small>Meq/100g</small>	<small>meq/100g</small>	<small>meq/100g</small>	<small>meq/100g</small>	<small>meq/100g</small>	<small>Bases</small>	<small>(H₂O)</small>	<small>(KCl)</small>	<small>%</small>	<small>%</small>
53,8	7,9	2,1	0,55	0,30	4,7	15,5	10,8	69,8	4,5	-	0,87	1,50

Parámetros Físicos Evaluados para el suelo Perturbado

Cuadro No. 8: Análisis de Textura, Densidad Aparente y estabilidad estructural realizado en Laboratorio, para muestras tomadas a una profundidad de 20 cm.

Partícula	%	D.A.	g/cm3	EE.	mm.
Arena	40	Muestra1	1.3	Muestra1	2.3
Arcilla	11	Muestra2	1.34	Muestra2	2.5
Limo	49	Muestra3	1.36		
		Promedio	1.33	Promedio	2.4

Gráfico No. 1: Curvas de Retención de Agua para los suelos Imperturbados (2 muestras) y Perturbados (3 muestras).



Cuadro No. 9: Cálculo de indicadores que se desprenden del Gráfico No. 1.

	Pert.	Pert.	Pert.	Impert.	Impert.	Promedio Impert.	Promedio pert.
Agua a 15000	0.157	0.163	0.16	0.292	0.215	0.2535	0.1586
Agua a 1	0.233	0.231	0.25	0.377	0.28	0.3285	0.237
A.D.	0.076	0.068	0.09	0.085	0.065	0.075	0.0783
Microp. 60 cm	0.199	0.198	0.2	0.3336	0.2531	0.29335	0.1982

Cuadro No. 10: Cálculo de Porosidad total y % de macroporos calculados a través de la fórmula empírica $(1-D.A./2.66)*100$ y el porcentaje de microporos obtenido con la curva de retención de agua.

SUELO				
Impert.	1,31	57	18%	29%
Pert.	1,333	57	37%	20%

Indicadores Visuales relevados

Cuadro No. 11: Puntajes asignados a los indicadores visuales de sostenibilidad de suelos evaluados.

Indicadores Relevados	Puntaje Asignado
Generales del Predio	Escala de 1-10
Sistematización de la chacra	4
Diversidad Natural Circundante	6
Cobertura del Suelo	1
Erosión	3
Puntaje Promedio	3.5
Del Cultivo	
Competencia por malezas	8
Apariencia	5
Crecimiento del Cultivo	6
Puntaje Promedio	6.3
Del Suelo	Pert. - Impert.
Estructura	3-8
Porosidad	3-7
Puntaje Promedio	3 - 7.5

Foto de fractura de la muestra perturbada para análisis de estructura según IVSS.



Foto de un terrón de la muestra perturbada para análisis de porosidad según IVSS.



Foto de fractura de la muestra imperturbada para análisis de estructura según IVSS.



Foto de un terrón de la muestra imperturbada para análisis de porosidad según IVSS.



9.3.3 Caso No. 3

Ubicación del Predio: Rincón de la Bolsa – San José

Superficie: 2.5 has

Sistema de Producción: Orgánico

Rubros de Producción: Hortícola

Cuadro Estudiado: Remolacha

Tipo de Suelo presente: Argisol Subeutr. Melánico Abrúptico L.

Unidad de Suelos: Libertad



Cuadro No. 1: Caracterización General del Predio en base a entrevista realizada al productor.

Mano de obra	Familiar (3)	Asalariada (1)	Zafra (2)
Maquinaria	Tractor (1)	Herramientas e instalaciones en buen estado.	Recibe servicio de maquinaria
Riego	Aspersión	Surco	Agua regular calidad, pozo. Realizó análisis
Cultivos Realizados	Cultivo de hoja, zanahoria, arveja, remolacha, zapallo y puerro	Solo variedades de polinización abierta	Rendimientos medios
Aspectos relevantes	No recibe asesoramiento técnico	No lleva registros	Rotación de cultivos
Producción animal	Ponedoras		
Comercialización	Directa consumidor final y Directa minorista	Feria, Ecotienda	40 Km.
Apreciaciones del productor sobre su suelo y manejos	Suelos manejables, fácil laboreo	El manejo ha mejorado la estructura, aparición de lombrices, insectos	Quisiera optimizar el tiempo
	Se secan rápido	Infiltra rápido	

Cuadro No. 2: Descripción del Perfil de Suelo Imperturbado, fase profunda

Clasificación:	Argisol Subeutr. Melánico Abrúptico L.	Suelo:	Imperturbado	Exposición:	Sur
Pendiente:	0%	Pedregosidad:	Nula	Fecha:	14/10/05
Lugar:	Borde de parcela	Drenaje Ext.:	Medio		
Vegetación:	Gramíneas				
Microrelieve:	Planicie				

Productor:						
Hor. y subhor.	Espesor (cm)	Transición	Color Matriz	Moteado	Textura	Raíces
Au1	0 – 15	Gradual	10 YR 3/2		FrL	Si
Au2	15 – 40	Clara	10 YR 4/3		FrL	Si
E	40 – 54	Abrupta	10 YR 4/3	7.5 YR 5/8	FrL	Si
Bt	54 – 88	Gradual			AcL	
BC	88				AcL	

Referencias: 10 YR 3/2 veri dark grayish brown | 10 YR 4/3 brown 7,5 YR 5/8 strong brown

Existe presencia de moteados color naranja en el horizonte Bt.



Parámetros Químicos estudiados para el suelo Imperturbado

Cuadro No. 3: Valores de análisis químico del suelo Imperturbado.

P	Ca	Mg	K	Na	A.Tit.	CICpH₇	Bases T.	%	pH	pH	C.Or	M.O
μg	Meq/100	meq/100	meq/100	meq/100	meq/100	meq/100	meq/100	Base	(H₂O	(KCl	g	.
P/g	g	g	g	g	g	g	g	s))	%	%
23,7	7,1	2,0	1,0	0,5	3,9	14,5	10,6	72,9	6,3	5,5	1,75	3,00

Parámetros Físicos Evaluados para el suelo Imperturbado

Cuadro No. 4: Análisis de Textura, Densidad Aparente y estabilidad estructural realizado en Laboratorio, para muestras tomadas a una profundidad de 20 cm.

Partícula	%	D.A.	g/cm ³	E.E.	mm.
Arena	43.99	Muestra1	1.21	Muestra1	4.05
Arcilla	22.39	Muestra2	1.30	Muestra2	4.02
Limo	33.62	Promedio	1.26	Promedio	4.08

Descripción del cuadro de cultivo y manejos realizados

Cuadro No. 5: Manejos realizados en el cuadro de cultivo

Año 2005				Año 2004				Año 2003			
		I	O	V	P	I	O	V	P	I	O
CC		RA	RA		Z	Z	Z	Pu	Pu		
I				EA			EA	EV		EA	
M				LI			LI			LI	

Referencias de cuadro: CC: Cultivo Comercial | I: Incorporaciones | M: Manejos
RA: Remolacha | EV: Estiércol Vacuno | LI: Laboreo inversión
Z: Zapallo | EA: Estiércol de ave | Pu: Puerro

Factores que caracterizan su manejo de suelos

Incorporaciones

Incorporación de estiércol: el estiércol incorporado es de ponedora, ocasionalmente de vacuno. El material es utilizado sin fermentar cuando no va a plantar enseguida. Se utiliza seco antes de la siembra y se repasa en el ciclo del cultivo. La actividad se realiza en cualquier época del año. Las dosis son administradas tomando en cuenta el cultivo.

El productor considera que mejora la calidad del cultivo y la sanidad. Como desventaja cita el volumen a manejar.

Compost: El material se obtiene con el proceso de restos de la casa y estiércol de ave por lombrices californianas. Se utiliza en almácigos

Abonos Verdes y Cultivos de Cobertura

No realiza

Mulch

No utiliza.

Tipo de Laboreo

Laboreo inversión.

Manejo de malezas

Laboreo y carpidas durante el cultivo.

Descripción del suelo de la parcela bajo estudio

Cuadro No. 6: Descripción del perfil de la parcela estudiada, fase profunda.

Clasificación:	Argisol Subeotr. Melánico Abrúptico L.	Suelo:	Perturbado	Exposición:	Este
Pendiente:	0%	Pedregosidad:	Nula	Fecha:	14/10/05
Lugar:	Cuadro cultivo	Drenaje Ext.:	Bueno		
Vegetación:	Remolacha				
Microrelieve:	Planicie				

Productor:						
Hor. y subhor.	Espesor (cm)	Transición	Color Matriz	Moteado	Textura	Raíces
Au1	0 – 10	Gradual	10 YR 3/2		FrL	Si
Au2	10 – 35	Gradual	10 YR 4/3		FrL	Si
AB	35 – 57	Gradual	10 YR 4/3		FrL	Si
Bt	57 – 90	Gradual	Veteados A		FrAcL	
BC	90		Veteados Bt			

Referencias: 10 YR 3/2 very dark grayish brown | 10 YR 4/3 brown

Observaciones: No hay pérdida de horizonte con respecto a su par imperturbado.



Parámetros Químicos Evaluados para el suelo Perturbado

Cuadro No. 7: Valores de análisis químico del suelo bajo cultivo.

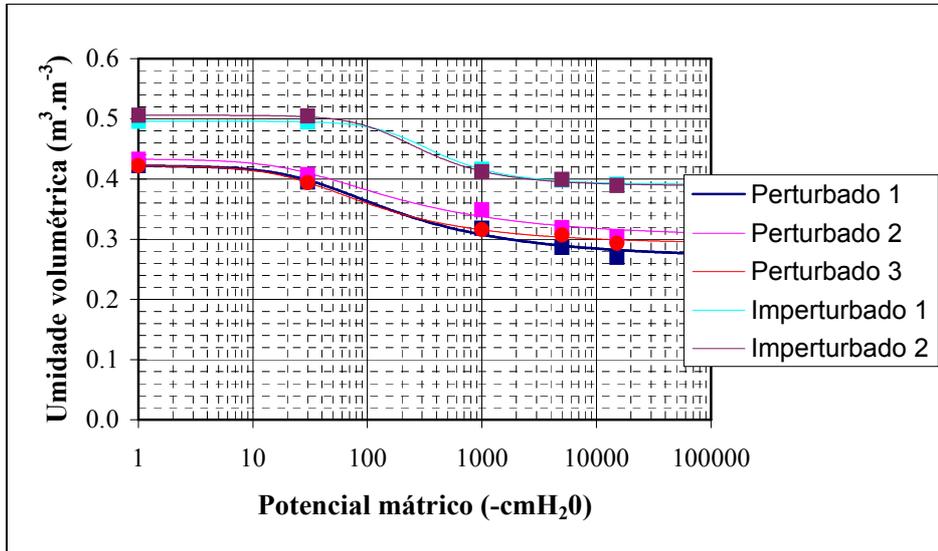
Bray								%			C.Or	M.O
I	Ca	Mg	K	Na	A.Tit.	CICpH₇	Bases T.	Sat	pH	pH	g	.
μg	meq/100	meq/100	meq/100	meq/100	meq/100	meq/100	meq/100		(H ₂ O	(KCl		
P/g	g	g	g	g	g	g	g	Bases))	%	%
133,2	10,5	4,2	1,0	0,5	5,6	21,9	16,3	74,4	5,7	5,0	1,65	2,84

Parámetros Físicos Evaluados para el suelo Perturbado

Cuadro No. 8: Análisis de Textura, Densidad Aparente y estabilidad estructural realizado en Laboratorio, para muestras tomadas a una profundidad de 20 cm.

Partícula	%	D.A.	g/cm³	E.E.	mm.
Arena	31.31	Muestra1	1.01	Muestra1	3.9
Arcilla	14.78	Muestra2	1.12	Muestra2	2.83
Limo	53.9	Muestra3	1.02		
		Promedio	1.05	Promedio	3.37

Gráfico No. 1: Curvas de Retención de Agua para los suelos Imperturbados (2 muestras) y Perturbados (3 muestras).



Cuadro No. 9: Cálculo de indicadores que se desprenden del Gráfico No. 1

	Pert.	Pert.	Pert.	Impert.	Impert.	Promedio Impert.	Promedio pert.
Agua a 15000	0.27	0.304	0.29	0.391	0.389	0.39	0.289
Agua a 1	0.422	0.433	0.42	0.496	0.506	0.501	0.4257
A.D.	0.152	0.129	0.13	0.105	0.117	0.111	0.1367
Microp. 60 cm	0.3789	0.3941	0.37	0.4922	0.4976	0.4949	0.3824

Cuadro No. 10: Cálculo de Porosidad total y % de macroporos calculados a través de la fórmula empírica $(1-D.A./2.66)*100$ y el porcentaje de microporos obtenido con la curva de retención de agua.

SUELO	D.A. (g/cm ³)	P.TOT. (%)	MACROP. (%)	MICROP. (%)
Impert.	1.255	53	4	49
Pert.	1.05	61	23	38

Indicadores Visuales relevados

Cuadro No. 11: Puntajes asignados a los indicadores visuales de sostenibilidad de suelos evaluados.

Indicadores Relevados	Puntaje Asignado
Generales del Predio	Escala de 1-10
Sistematización de la chacra	6
Diversidad Natural Circundante	8
Cobertura del Suelo	8
Erosión	8
Puntaje Promedio	7.5
Del Cultivo	
Competencia por malezas	7
Apariencia	8
Crecimiento del Cultivo	8
Puntaje Promedio	7.7
Del Suelo	Pert. - Impert.
Estructura	9 - 9
Porosidad	9 - 9
Puntaje Promedio	9

9.3.4 Caso No. 4

Ubicación del Predio: Rincón del Cufré, Colonia Delta. San José.

Superficie: 10 has

Sistema de Producción: Orgánico

Rubros de Producción: Lechería (convencional) y horticultura

Cuadro Estudiado: Cultivo de Frutilla

Tipo de Suelo presente: Argisol Subeutr. Melánico Abrúptico L.

Unidad de Suelos: Libertad



Cuadro No. 1: Caracterización General del Predio en base a entrevista realizada al productor.

Mano de obra	Familiar (2)	Asalariada (1)	Zafra (8)
Maquinaria	Tractor (2)	Herramientas e instalaciones en buen estado	No recibe servicio de maquinaria
Riego	Aspersión	Goteo	Agua buena calidad, pozo
Cultivos realizados	Frutilla, crucíferas, cultivo de hoja, zapallo, cebolla, tomate, morrón, puerro, ajo, remolacha, chauchas	En general muchas variedades, algún híbrido	Rendimientos medios
Aspectos relevantes	No tiene asesoramiento técnico	Lleva registros	Rotación de cultivos
Producción animal	Vacas lecheras y gallinas.		
Comercialización	Directa Minoristas	Feria	40 Km.
Apreciaciones del productor sobre su suelo y manejos	Suelos pesados mayormente.	Ha mejorado la estructura trabaja mejor.	Quisiera incorporar más nutrientes y mejorar los manejos
	Mantiene la humedad en verano	Infiltra fácil	

Descripción del suelo de la parcela bajo estudio



Parámetros Químicos estudiados para el suelo Imperturbado

Cuadro No. 3: Valores de análisis químico del suelo Imperturbado.

P	Ca	Mg	K	Na	A.Tit.	CICpH₇	Bases T.	%	pH	pH	C.Or	M.O
μg	meq/100	meq/100	meq/100	meq/100	meq/100	meq/100	meq/100	Base	(H ₂ O	(KCl		
P/g	g	g	g	g	g	g	g	s))	%	%
41,3	8,9	2,0	1,5	0,3	6,0	18,6	12,7	67,9	5,9	5,1	1,94	3,34

Parámetros Físicos Evaluados para el suelo Imperturbado

Cuadro No. 4: Análisis de Textura, Densidad Aparente y estabilidad estructural realizado en Laboratorio, para muestras tomadas a una profundidad de 20 cm.

Partícula	%	D.A.	g/cm³	E.E.	mm.
Arena	26	Muestra1	1.35	Muestra1	4.22
Arcilla	19.5	Muestra2	1.22	Muestra2	4.36
Limo	54.5	Promedio	1.285	Promedio	4.29

Cuadro No. 5: Manejos realizados en el cuadro de cultivo

	Año 2005				Año 2004				Año 2003				Año 2002				Año 2001			
	I	O	V	P	I	O	V	P	I	O	V	P	I	O	V	P	I	O		
CC		F				F				F			A	RA		P				
I			IE		IE		IE		IE				IE	IE		IE	IA			
			A		A		A		A				A	A		A	V			
M		M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	LV	B	LV		LV		LV	PP	

Referencias de cuadro: C.C.: Cultivo Comercial | I: Incorporaciones | M: Manejos
 F: Frutilla | IAV: Incorporación abono verde | LV: Laboreo vertical
 A: Acelga | IEA: Estiércol de ave | B: Barbecho | RA: Remolacha
 PP: Pradera permanente | P: Papa

Factores que caracterizan su manejo de suelos

Incorporaciones

Incorporación de estiércol: el estiércol incorporado es de ponedora. El material es acopiado en una pila sin hacer un manejo específico. Se utiliza seco y la aplicación se hace al implantar los cultivos y en el ciclo. Se guía por el tipo de suelo.

En la opinión del productor mejoran la sanidad, si bien lo encuentra peligroso si se excede en las dosis.

Compost: Utiliza comprado para almácigos.

Abonos Verdes y Cultivos de Cobertura

Abonos Verdes: las especies utilizadas son Avena, Moa, Trigo forrajero, Semillas de forraje que tenga disponible. Son incorporados en estado de grano lechoso. Se corta con chirquera, se pica con disquera e incorpora superficial.

Menciona que ha notado cambios en cuanto a la mejora en cantidad de materia orgánica, mejora de la estructura y respuesta del cultivo. Considera como desventaja la espera para sembrar, y los tiempos de laboreo.

Mulch

El uso del mulch es nylon negro en cultivo de frutilla.

Como material para mulch orgánico hizo pruebas con Cebada y paja de trigo. Manifiesta en este caso que mejora la humedad en tiempo seco y el suelo se lava menos si bien no es una técnica habitual.

Tipo de Laboreo

Laboreo vertical

Manejo de malezas

Laboreo y carpidas durante el cultivo.

Descripción del suelo de la parcela bajo estudio



Parámetros Químicos Evaluados para el suelo Perturbado

Cuadro No. 6: Valores de análisis químico del suelo bajo cultivo

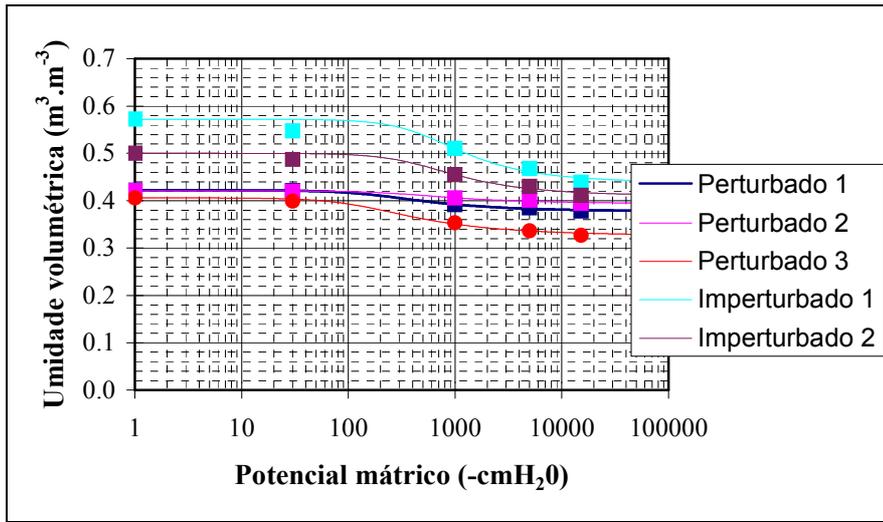
Bray								%			C.Or	M.O
I	Ca	Mg	K	Na	A.Tit.	CICpH₇	Bases T.	Sat	pH	pH	g	.
μg	meq/100	meq/100	meq/100	meq/100	meq/100	meq/100	meq/100	Base	(H ₂ O	(KCl		
P/g	g	g	g	g	g	g	g	s))	%	%
60,3	13,0	6,1	0,6	1,2	2,2	23,2	21,0	90,3	7,0 *	6,1	1,39	2,39

Parámetros Físicos Evaluados para el suelo Perturbado

Cuadro No. 7: Análisis de Textura, Densidad Aparente y estabilidad estructural realizado en Laboratorio, para muestras tomadas a una profundidad de 20 cm.

Partícula	%	D.A.	g/cm³	E.E.	mm.
Arena	33.68	Muestra1	1.66	Muestra1	1.83
Arcilla	20.78	Muestra2	1.71	Muestra2	1.83
Limo	45.55	Muestra3	1.33		
		Promedio	1.57	Promedio	1.83

Gráfico No. 1: Curvas de Retención de Agua para los suelos Imperturbados (2 muestras) y Perturbados (3 muestras).



Cuadro No. 8: Cálculo de indicadores que se desprenden del Gráfico No. 1.

	Pert.	Pert.	Pert.	Impert.	Impert.	Promedio Impert.	Promedio pert.
Agua a 15000	0.378	0.394	0.327	0.439	0.411	0.425	0.366
Agua a 1	0.422	0.421	0.406	0.572	0.500	0.536	0.416
A.D.	0.044	0.027	0.079	0.133	0.089	0.111	0.050
Microp. 60 cm	0.419	0.420	0.399	0.571	0.4988	0.5348	0.413

Cuadro No. 10: Calculo de Porosidad total y % de macroporos calculados a través de la fórmula empírica $(1-DA/2.66)*100$ y el porcentaje de microporos obtenido con la curva de retención de agua

SUELO	D.A. (g/cm3)	P.TOT. (%)	MACROP. (%)	MICROP. (%)
Impert.	1,285	53	0	53
Pert.	1,566	41	0	41

Indicadores Visuales relevados

Cuadro No. 10: Puntajes asignados a los indicadores visuales de sostenibilidad de suelos evaluados.

Indicadores Relevados	Puntaje Asignado
Generales del Predio	Escala de 1-10
Sistematización de la chacra	3
Diversidad Natural Circundante	8
Cobertura del Suelo	8
Erosión	8
Puntaje Promedio	6.75
Del Cultivo	
Competencia por malezas	5
Apariencia	7
Crecimiento del Cultivo	7
Puntaje Promedio	6.33
Del Suelo	Pert. - Impert.
Estructura	6 – 8
Porosidad	5 – 7
Puntaje Promedio	5.5-7.5

9.3.5 Caso No. 5

Ubicación del Predio: Camino Santa Victoria, Rincón de la Bolsa – San José

Superficie: 4 has

Sistema de Producción: Convencional

Rubros de Producción: Hortícola

Cuadro Estudiado: Cultivo Lechuga

Tipo de Suelo presente: Argisol Subeutr. Melánico Abrúptico L.

Unidad de Suelos: Libertad



Cuadro No. 1: Caracterización General del Predio en base a entrevista realizada al productor.

Mano de obra	Familiar (4)	Asalariada (0)	Zafra (3)
Maquinaria	Tractor (0)	Herramientas, atomizadoras, instalaciones en buen estado. Utiliza caballo para algunas tareas	Recibe servicio de maquinaria
Riego	Aspersión	Goteo	Agua de buena calidad, pozo
Cultivos realizados	Lechuga, chaucha, zapallito, tomate, frutilla.	Híbridos	Rendimientos medios
Aspectos relevantes	No recibe asesoramiento Técnico	No lleva registros	No rota cultivos
Producción animal	No		
Comercialización	Indirecto mayorista.	Puestos cercanos	Distancia al mercado 40 Km.
Apreciaciones del productor sobre su suelo y manejos	Suelos regulares	Le gustaría incorporar abono	El suelo se seca rápidamente
	El suelo infiltra lento	El suelo se lava	

Cuadro No. 2: Descripción del Perfil de Suelo Imperturbado, fase profunda

Clasificación:	Argisol Subeutr. Melánico Abrúptico L.	Suelo:	Imperturbado	Exposición:	Sur
Pendiente:	1%	Pedregosidad:	Nula	Fecha:	09/11/05
Lugar:	Borde de parcela	Drenaje Ext.:	Bueno		
Vegetación:	Gramilla				
Microrelieve:	Planicie				

Productor:						
Hor. y subhor.	Espesor (cm)	Transición	Color Matriz	Moteado	Textura	Raíces
A	0 – 27	A	10 YR 4/3		FrL	Si
Bt	27 – 75	G	10 YR 4/2	7.5 YR 5/6	AcL	Si
BC	75 – 86	A	10 YR 4/2	*	AcL	Pocas
C	86		10 YR 5/6		Ac	

				Abund.		
				Pequeñ.		

Referencias de cuadro: 10 YR 4/3 brown | 10 YR 4/2 dark grey | 10 YR strong brown
7,5 YR 5/6 strong brown

El horizonte Bt presenta concreciones de FeMn y caras de deslizamiento.



Parámetros Químicos estudiados para el suelo Imperturbado

Cuadro No. 3: Valores de análisis químico del suelo Imperturbado.

P	Ca	Mg	K	Na	A.Tit.	CICpH₇	Bases T.	%	pH	pH	C.Or	M.org
μg	Meq/100	meq/100	meq/100	meq/100	meq/100	meq/100	meq/100	Base	(H ₂ O	(KCl	g	.
P/g	g	g	g	g	g	g	g	s))	%	%
69,4	7,6	1,9	1,2	0,3	5,2	16,2	11,0	67,7	6,1	5,2	1,81	3,11

Parámetros Físicos Evaluados para el suelo Imperturbado

Cuadro No. 4: Análisis de Textura, Densidad Aparente y estabilidad estructural realizado en Laboratorio, para muestras tomadas a una profundidad de 20 cm.

Partícula	%	D.A.	g/cm³	E.E.	mm.
Arena	35	Muestra1	1.40	Muestra1	4.23
Arcilla	9	Muestra2	1.39	Muestra2	4.32

Limo	56	Promedio	1.395	Promedio	4.28
------	----	----------	-------	----------	------

Descripción del cuadro de cultivo y manejos realizados

Cuadro No. 5: Manejos realizados en el cuadro de cultivo.

Año 2005		Año 2004				Año 2003				Año 2002				Año 2001					
		I	O	V	P	I	O	V	P	I	O	V	P	I	O	V	P	I	O
CC		L	L	L	L	L	L	L	L	L									
I																			
M		LV	LV	LV	LV	FQ	LV	LV	LV	FQ	LV								
		FQ	FQ	FQ	FQ	Ah	FQ	FQ	FQ	Ah	FQ								
		Ah	Ah	Ah	Ah		Ah	Ah	Ah		Ah								

Referencias de cuadro: CC: Cultivo Comercial | I: Incorporaciones | M: Manejos
L: Lechuga | LV: Laboreo vertical | FQ: Fertilización química
Ah: Aplicación de herbicida

Factores que caracterizan su manejo de suelos

Fertilización

No realiza análisis de suelos. Las dosis las administra basándose en su experiencia, la fertilización de base es con triple 15 y Urea, refertiliza con urea y foliares en el ciclo.

Abonos Verdes y Cultivos de Cobertura

No realiza.

Incorporaciones

No realiza.

Mulch

No utiliza mulch.

Tipo de Laboreo

Laboreo de inversión.

Manejo de malezas

Aplicación de herbicida. En cultivos instalados manejo con carpidas y herbicida.

Descripción del suelo de la parcela bajo estudio

Cuadro No. 6: Descripción del perfil de la parcela estudiada, fase profunda.

Clasificación:	Argisol Subeintr. Melánico Abrúptico L.	Suelo:	Perturbado	Exposición:	Norte
Pendiente:	1%	Pedregosidad:	Nula	Fecha:	09/11/05
Lugar:	Parcela de cultivo	Drenaje Ext.:	Bueno		
Vegetación:	Lechuga				
Microrrelieve:	Planicie				

Productor:						
Hor. y subhor.	Espesor (cm)	Transición	Color Matriz	Moteado	Textura	Raíces
A1	0 – 14	G	10 YR 3/3		FrL	Pocas
A2	14 – 33	A	10 YR 4/3		FrL	Pocas
Bt	33 – 87	G	10 YR 4/2	7.5 YR 6/6	AcL	
BC	87 – 104	G	10 YR 4/2	*	AcL	
C	104 +		10 YR 5/6			
				*Abund.		
				Pequeñ.		

Referencias de cuadro: 10 YR 3/3 dark brown | 10 YR 4/3 brown
10 YR 4/2 dark grayish brown | 10 YR 5/6 yellowish brown
7,5 YR 6/6 reddish yellow

Caras de deslizamiento y concreciones de FeMn en el horizonte Bt.



Parámetros Químicos Evaluados para el suelo Perturbado

Cuadro No. 7: Valores de análisis químico del suelo bajo cultivo.

Bray								%			C.Or	M.O
I	Ca	Mg	K	Na	A.Tit.	CICpH₇	Bases T.	Sat	pH	pH	g	.
μg	meq/100	meq/100	meq/100	meq/100	meq/100	meq/100	meq/100	Base	(H ₂ O	(KCl		
P/g	g	g	g	g	g	g	g	s))	%	%
109,9	4,2	0,9	0,5	0,5	4,1	10,2	6,1	59,5	5,4	4,8	0,65	1,13

Parámetros Físicos Evaluados para el suelo Perturbado

Cuadro No. 8: Análisis de Textura, Densidad Aparente y estabilidad estructural realizado en Laboratorio, para muestras tomadas a una profundidad de 20 cm.

Partícula	%	D.A.	g/cm³	E.E.	mm.
Arena	52	Muestra1	1.35	Muestra1	2.20
Arcilla	5	Muestra2	1.35	Muestra2	2.60
Limo	43	Muestra3	1.46		
		Promedio	1.39	Promedio	2.4

Cuadro No. 9: Cálculo de indicadores que se desprenden del Gráfico No. 1.

	Pert.	Pert.	Pert.	Impert.	Impert.	Promedio Impert.	Promedio pert.
Agua a 15000	0.208	0.224	0.23	0.3	0.317	0.309	0.221
Agua a 1	0.361	0.338	0.33	0.349	0.368	0.3585	0.343
A.D.	0.153	0.114	0.1	0.049	0.051	0.05	0.1223
Microp. 60 cm	0.444	0.448	0.44	0.490	0.484	0.4868	0.4441

Cuadro No. 10: Cálculo de Porosidad total y % de macroporos calculados a través de la fórmula empírica $(1-D.A./2.66)*100$ y el porcentaje de microporos obtenido con la curva de retención de agua.

SUELO	D.A. (g/cm3)	P.TOT. (%)	MACROP. (%)	MICROP. (%)
Impert.	1,231	54	11	43
Pert.	1,298	51	17	34

Indicadores Visuales relevados

Cuadro No. 11: Puntajes asignados a los indicadores visuales de sostenibilidad de suelos evaluados.

Indicadores Relevados	Puntaje Asignado
Generales del Predio	Escala de 1-10
Sistematización de la chacra	3
Diversidad Natural Circundante	4
Cobertura del Suelo	1
Erosión	5
Puntaje Promedio	3.25
Del Cultivo	
Competencia por malezas	9
Apariencia	3
Crecimiento del Cultivo	2

Puntaje Promedio	4.7
Del Suelo	Pert. - Impert.
Estructura	3 - 4
Porosidad	5 - 5.5
Puntaje Promedio	4 - 4.75

9.3.6 Caso No. 6

Ubicación del Predio: Camino La Renga, Saint Bois – Lezica - Montevideo

Superficie: 10 has

Sistema de Producción: Orgánico

Rubros de Producción: Horti-frutícola, pequeños animales, huevos y cerdos

Cuadro Estudiado: Cultivo de Repollo

Tipo de Suelo presente: Brun. Eutr. Típico L. Ac.

Unidad de Suelos: Libertad



Cuadro No. 1: Caracterización General del Predio en base a entrevista realizada al productor.

Mano de obra	Familiar (2)	Asalariada (3)	Zafra (0)
Maquinaria	Tractor (3)	Herramientas e instalaciones en buen estado	No recibe servicio de maquinaria
Riego	Aspersión	Goteo	Agua buena calidad, pozo y tajamar, realiza análisis
Cultivos realizados	Cultivos de hoja, aromáticas, crucíferas, cebolla, tomate, verdes, frutilla, frutales	Híbridos y variedades, mas de una por cultivo	Rendimientos medios
Aspectos relevantes	El productor es Técnico	Lleva registros	Rotación de cultivos
Producción animal	Conejos, cerdos, pollos y ponedoras		
Comercialización	Directa consumidor final y Directa minorista	Feria, Ecotienda	20 Km
Apreciaciones del productor sobre su suelo y manejos	Suelos manejables, con baja materia orgánica, limosos	El manejo del predio ha mejorado la estructura	Se secan rápido
	Infiltra lento		

CuadroNo 2: Descripción del Perfil de Suelo

Clasificación:	Brun. Eutr. Típico L. Ac.	Suelo:	Imperturbado	Exposición:	Este
Pendiente:	1,50%	Pedregosidad:	Nula	Fecha:	21/09/05
Lugar:	Borde Parcela	Drenaje Ext.:	M.B.D		
Vegetación:	Gramilla y leg				
Microrelieve:	Pendiente suave				

Productora:						
Hor. y subhor.	Espesor (cm)	Transición	Color Matriz	Moteado	Textura	Raíces
A	0 - 18	g	10 YR 2,5/2(h)		FL	Communes
BA	18 - 22	g	10 YR 2,2/2(h)		FacL	Comunes
Bt	22 - 40	g	10 YR 3/3	10 YR 6/8	AcL	Pocas
BC	40 - 80		10 YR 3/4		AcL	
C	80 +		7,5 YR 4/4		AcL	

Referencias de cuadro: 10 YR 2.5/2 very dark brown | 10 YR 2.2/2 very dark brown
 10 YR 3/3 dark brown | 10 YR 3/4 dark yellowish brown
 7,5 YR 4/4 brown | 10 YR 6/8 brownish yellow



Parámetros Químicos estudiados para el suelo Imperturbado

Cuadro No. 3: Valores de análisis químico del suelo Imperturbado

P	Ca	Mg	K	Na	A.Tit	CICp	Bases	%			C.Or	M.
					.	H₇	T.	Sat	pH	pH	g	O.
μg	meq/10	meq/10	meq/10	meq/10	meq/1	meq/10	meq/100		(H ₂	(KCl		
P/g	0g	0g	0g	0g	00g	0g	g	Bases	O))	%	%
29,9	8,2	2,2	0,86	0,22	7,3	18,7	11,4	61,0	4,7	-	1,66	2,86

Parámetros Físicos Evaluados para el suelo Imperturbado

Cuadro No. 4: Análisis de Textura, Densidad Aparente y estabilidad estructural realizado en Laboratorio, para muestras tomadas a una profundidad de 20 cm.

Partícula	%	D.A.	g/cm³	E.E.	mm.
Arena	21	Muestra1	1.42	Muestra1	3.90
Arcilla	10	Muestra2	1.34	Muestra2	3.42
Limo	69	Promedio	1.38	Promedio	3.66

Cuadro No. 5: Manejos realizados en el cuadro de cultivo

Año 2005				Año 2004				Año 2003				Año 2002			
		I	O	V	P	I	O	V	P	I	O	V	P	I	O
CC		R		A	A	A									
I		EA					EP AV								
M			B LV				LV	An PP							

Referencias de cuadro: CC: Cultivo Comercial | I: Incorporaciones | M: Manejos
 A: Acelga | EP: Estiércol de cerdo | LV: Laboreo vertical
 R: Repollo | EA: Estiércol de ave | B: Barbecho
 AV: Incorporación abono verde | An: Animales (cerdos)
 PP: Pradera permanente

Factores que caracterizan su manejo de suelos

Incorporaciones

Incorporación de estiércol: el estiércol incorporado es de ponedora, cama de pollo y de cerdo. El material es fermentado sin hacer un trabajo en la pila. Se utiliza seco y la aplicación se hace al implantar los cultivos. En cultivos mas exigentes utiliza de ave, los menos de cerdo. También regula la cantidad y lo administra fraccionado en el momento que se requiera (ciclo y estado del cultivo). Se sirve de análisis de suelo.

Al cambiar en la rotación, la pradera utilizada en la cría de cerdos a cultivos hortícolas, se produce una incorporación del estiércol de cerdo en forma natural.

El productor considera como desventaja del uso de estiércol la aparición de malezas.

Compost: compostaje de estiércol de conejo con lombrices californianas para uso de almácigo. El producto obtenido es libre de malezas por alimentación con ración de los animales.

Abonos Verdes y Cultivos de Cobertura

Abonos Verdes: las especies utilizadas son vicia, cebada forrajera, avena blanca, nabo y girasol. Son incorporados en estado de grano lechoso. Se corta con chirquera, se pica con disquera e incorpora con cincel en superficie 20 centímetros.

También se incorporan las praderas en final de su ciclo para luego pasar a cultivos hortícolas.

Manifiesta que ha notado cambios en cuanto a la mejora de la estructura. Considera que los abonos verdes habría que tratarlos como un cultivo y darle mas valor.

Mulch

El uso del mulch es orgánico en los cultivos de frutilla, utiliza como material pastos obtenidos en el predio.

Tipo de Laboreo

Laboreo vertical.

Manejo de malezas

Laboreo y carpidas durante el cultivo. Considera que hay que convivir con las malezas. Presenta algunos problemas como pasto bolita.

Descripción del suelo de la parcela bajo estudio

Cuadro No. 6: Descripción del perfil de la parcela estudiada.

Clasificación:	Brun. Eutr. Típico L. Ac.	Suelo:	Perturbado	Exposición:	Este
Pendiente:	1,50%	Pedregosidad:	Nula	Fecha:	21/09/05
Lugar:	Parcela Cultivo	Drenaje Ext.:	M.B.D		
Vegetación:	Repollo				
Microrrelieve:	Pendiente suave				

Productor:						
Hor. y subhor.	Espesor (cm)	Transición	Color Matriz	Moteado	Textura	Raíces
A	0 – 18	g	10 YR 2,3/2 (h)		FL	Abundantes

BA	18 - 22	g	10 YR 2,2/2 (h)		FAcL	Abundantes
Bt	22 - 40	g	10 YR 3/3	10 Y R6/8	AcL	
BC	40 - 80		10 YR 3/4		AcL	
C	80 +		7,5 YR 4/4		AcL	



Parámetros Químicos estudiados para la parcela de cultivo

Cuadro No. 7: Valores de análisis químico del suelo bajo cultivo

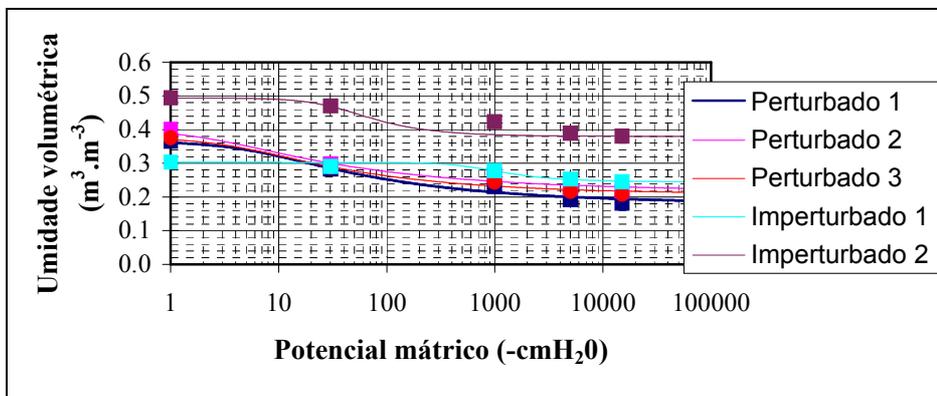
Bray	I	Ca	Mg	K	Na	A.Tit.	CICp	Bases	%	pH	pH	C.Or	M.
		meq/10	meq/10	meq/10	meq/100	meq/10	meq/100	meq/100		(H ₂ O)	(KCl)	g	O.
	µg P/g	0g	0g	0g	g	0g	g	g	Bases))	%	%
	40,2	9,6	2,9	0,82	0,18	7,1	20,6	13,5	65,5	5,5	-	1,70	2,92

Parámetros Físicos Evaluados para la parcela de cultivo

Cuadro No. 8: Análisis de Textura, Densidad Aparente y estabilidad estructural realizado en Laboratorio, para muestras tomadas a una profundidad de 20 cm.

Partícula	%	D.A.	g/cm ³	E.E.	mm.
Arena	24	Muestra1	0.98	Muestra1	2.53
Arcilla	10	Muestra2	1.03	Muestra2	3.22
Limo	66	Muestra3	1.04		
		Promedio	1.02	Promedio	2.88

Gráfico No. 1: Curvas de Retención de Agua para los suelos Imperturbados (2 muestras) y Perturbados (3 muestras)



Cuadro No. 9: Cálculo de indicadores que se desprenden del Gráfico No. 1.

	Pert.	Pert.	Pert.	Impert.	Impert.	Promedio Impert.	Promedio pert.
Agua a 15000	0.181	0.217	0.21	0.245	0.38	0.3125	0.202
Agua a 1	0.365	0.4	0.38	0.303	0.494	0.3985	0.3803
A.D.	0.184	0.183	0.17	0.058	0.114	0.086	0.1783
Microp. 60	0.265	0.2851	0.27	0.3028	0.4411	0.37195	0.2744

cm							
-----------	--	--	--	--	--	--	--

Cuadro No. 10: Calculo de Porosidad total y % de macroporos calculados a través de la fórmula empírica $(1-DA/2.66)*100$ y el porcentaje de microporos obtenido con la curva de retención de agua.

SUELO	D.A. (g/cm3)	P.TOT. (%)	MACROP. (%)	MICROP. (%)
Impert.	1,38	48	11	37
Pert.	1,016	62	35	27

Indicadores Relevados	Puntaje Asignado
Generales del Predio	Escala de 1-10
Sistematización de la chacra	8
Diversidad Natural Circundante	9
Cobertura del Suelo	8
Erosión	8
Puntaje Promedio	8.25
Del Cultivo	
Competencia por malezas	9
Apariencia	9
Crecimiento del Cultivo	9
Puntaje Promedio	9
Del Suelo	Pert. - Impert.
Estructura	6.5 - 5
Porosidad	8 - 5
Puntaje Promedio	7.25-5

Indicadores Visuales relevados

Cuadro No. 11: Puntajes asignados a los indicadores visuales de sostenibilidad de suelos evaluados.

Foto de fractura de la muestra perturbada para análisis de estructura según IVSS.



Foto de un terrón de la muestra perturbada para análisis de porosidad según IVSS.



Foto de fractura de la muestra imperturbada para análisis de estructura según IVSS.



Foto de un terrón de la muestra imperturbada para análisis de porosidad según IVSS.



9.3.7 Caso No. 7

Ubicación del Predio: Paso de la Arena

Superficie: 4.5 has

Sistema de Producción: Convencional

Rubros de Producción: Hortícola

Cuadro Estudiado: Cultivo Arveja

Tipo de Suelo presente: Brun. Eutr. Típico L. Ac.

Unidad de Suelos: Libertad



Cuadro No. 1: Caracterización General del Predio en base a entrevista realizada al productor.

Mano de obra	Familiar (2)	Asalariada (1)	Zafra (0)
Maquinaria	Tractor (2)	Herramientas, atomizadoras, instalaciones en buen estado	No recibe servicio de maquinaria
Riego	Aspersión	Surco	Agua de buena calidad, pozo
Cultivos realizados	Boniato, cebolla verdeo, arvejas y papa.	Híbridos, dos variedades en boniato y en papa una.	Rendimientos altos
Aspectos relevantes	No tiene asesoramiento técnico	No lleva registros	No rota cultivos
Producción animal	No		
Comercialización	Indirecto mayorista.	Mercado modelo	Distancia al mercado 20 Km.
Apreciaciones del productor sobre su suelo y manejos	Suelos buenos	Le gustaría incorporar abono	Se seca rápidamente
	Infiltra lento	El suelo se lava	

Cuadro No. 2: Descripción del Perfil de Suelo Imperturbado.

Clasificación:	Brun. Eutr. Típico L. Ac.	Suelo:	Imperturbado	Exposición:	Notre
Pendiente:	1%	Pedregosidad:	Nula	Fecha:	05/10/05
Lugar:	Borde parcela	Drenaje Ext.:	Mala		
Vegetación:	Gramíneas				
Microrelieve:	Loma suave				

Productor:						
Hor. y subhor.	Espesor (cm)	Transición	Color Matriz	Moteado	Textura	Raíces
A	0 – 30	G	10 YR 3/2		FrAcL	Abund.

Bt	30 – 50	G	7.5 YR 4/3	7.5 YR 5/6	AcL	Pocas
BC	50 – 75	G	7.5 YR 4/3	7.5 YR 6/6	AcL	Pocas
C	75		10 YR 5/4		AcL	Pocas

Referencias de cuadro: 10 YR 3/2 veri dark grayish brown | 7.5 YR 4/3 brown
7.5 YR 5/6 strong brown | 7.5 YR 6/6 reddish yellow
10 YR 5/4 yellowish brown

Los horizontes Bt y BC presentan algunas caras de deslizamiento.



Parámetros Químicos estudiados para el suelo Imperturbado

Cuadro No. 3: Valores de análisis químico del suelo Imperturbado.

P	Ca	Mg	K	Na	A.Tit.	CICpH₇	Bases T.	%	pH	pH	C.Or	M.O
μg	Meq/100	meq/100	meq/100	meq/100	meq/100	meq/100	meq/100	Base	(H ₂ O	(KCl		
P/g	g	g	g	g	g	g	g	s))	%	%
36,1	11,0	3,3	0,99	0,17	5,2	20,7	15,5	74,8	6,0	-	1,85	3,18

Parámetros Físicos Evaluados para el suelo Imperturbado

Cuadro No. 4: Análisis de Textura, Densidad Aparente y estabilidad estructural realizado en Laboratorio, para muestras tomadas a una profundidad de 20 cm.

Partícula	%	D.A.	g/cm ³	E.E.	mm.
Arena	18	Muestra1	1.28	Muestra1	4.18
Arcilla	18	Muestra2	1.45	Muestra2	4.4
Limo	64	Promedio	1.365	Promedio	4.29

Descripción del cuadro de cultivo y manejos realizados

Cuadro No. 5: Manejos realizados en el cuadro de cultivo.

Año 2005				Año 2004				Año 2003				Año 2002				Año 2001			
		I	O	V	P	I	O	V	P	I	O	V	P	I	O	V	P	I	O
C		Ar	Ar	P	P		B	BO											
C		v	v				O												
I																			
M		FQ	LI	FQ		B			B										
			FQ			LI			L										
			Ah			FQ			IF										
						Ah			Q										
									A										
									h										

Referencias de cuadro: CC: Cultivo Comercial | I: Incorporaciones | M: Manejos
 Arv.: Arveja | LI: Laboreo inversión | P: Papa | B: Barbecho
 BO: Boniato | FQ: Fertilización química | Ah: Aplicación herbicida

Factores que caracterizan su manejo de suelos

Fertilización

No realiza análisis de suelos. Las dosis las administra basándose en su experiencia, tiene como estrategia la observación de los cultivos y actúa en consecuencia; fertilización de base son con triple 15 y Urea, refertiliza con urea en el ciclo.

Incorporaciones

No realiza.

Abonos Verdes y Cultivos de Cobertura

No realiza.

Mulch

No utiliza mulch.

Tipo de Laboreo

Laboreo de inversión.

Manejo de malezas

Aplicación de herbicida. En cultivos instalados manejo con carpidas.

Descripción del suelo de la parcela bajo estudio

Cuadro No. 6: Descripción del perfil de la parcela estudiada, fase profunda.

Clasificación:	Brun. Eutr. Típico L. Ac.	Suelo:	Perturbado	Exposición:	
Pendiente:	0.50%	Pedregosidad:	Nula	Fecha:	05/10/05
Lugar:	Cuadro de cultivo	Drenaje Ext.:	Malo		
Vegetación:	Arveja				
Microrelieve:	Bajo				

Productor:						
Hor. y subhor.	Espesor (cm)	Transición	Color Matriz	Moteado	Textura	Raíces
A	0 – 30	C	10 YR 3/2		FacL	Abund.
Bt	30 – 50	G	10 YR 4/2	7.5 YR 5/8	AcL	Pocas
BC	50 - 75		10 YR 6/4		AcL	

Referencias: 10 YR 3/2 very dark grayish brown | 10 YR 4/2 dark grayish brown
 10 YR 6/4 light yellowish brown | 7.5 YR 5/8 strong brown

El horizonte Bt presenta caras de deslizamiento.

Observaciones: No se aprecian pérdidas de horizonte con respecto al suelo imperturbado. La chacra estuvo muchos años abandonada (20 años) y se roturó a partir del 2003.



Parámetros Químicos Evaluados para el suelo Perturbado

Cuadro No. 7: Valores de análisis químico del suelo bajo cultivo.

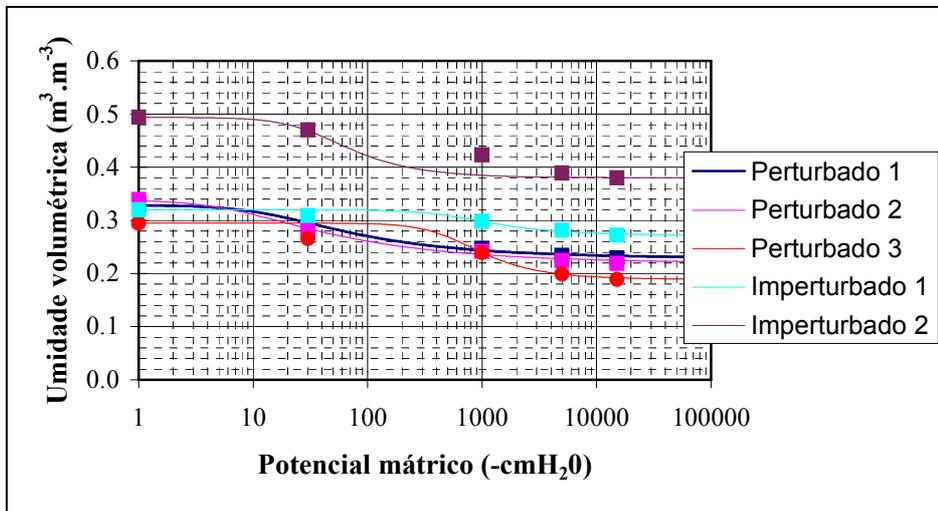
Bray							Bases	%			C.Or	
I	Ca	Mg	K	Na	A.Tit.	CICpH₇	T.	Sat	pH	pH	g	M.O.
μg	meq/100	meq/100	meq/100	meq/100	meq/100	meq/100	meq/100		(H ₂ O	(KCl		
P/g	g	g	g	g	g	g	g	Bases))	%	%
53,0	10,8	3,1	0,56	0,16	4,7	19,3	14,6	75,6	5,1	-	1,27	2,18

Parámetros Físicos Evaluados para el suelo Perturbado

Cuadro No. 8: Análisis de Textura, Densidad Aparente y estabilidad estructural realizado en Laboratorio, para muestras tomadas a una profundidad de 20 cm.

Partícula	%	D.A.	g/cm ³	E.E.	mm.
Arena	17	Muestra1	1.22	Muestra1	1.8
Arcilla	21	Muestra2	1.11	Muestra2	1.86
Limo	62	Muestra3	1.23		
		Promedio	1.19	Promedio	1.83

Gráfico No. 1: Curvas de Retención de Agua para los suelos Imperturbados (2 muestras) y Perturbados (3 muestras).



Cuadro No. 9: Cálculo de indicadores que se desprenden del Gráfico No. 1.

	Pert.	Pert.	Pert.	Impert	Impert	Promedio	Promedio
				.	.	Impert.	pert.
Agua a 15000	0.229	0.219	0.19	0.272	0.38	0.326	0.2123
Agua a 1	0.329	0.339	0.3	0.32	0.494	0.407	0.321
A.D.	0.1	0.12	0.11	0.048	0.114	0.081	0.1086
Microp. 60 cm	0.2801	0.2698	0.29	0.3197	0.4411	0.3804	0.2815

Cuadro No. 10: Cálculo de Porosidad total y % de macroporos calculados a través de la fórmula empírica $(1-D.A./2.66)*100$ y el porcentaje de microporos obtenido con la curva de retención de agua.

SUELO	D.A. (g/cm3)	P.TOT. (%)	MACROP. (%)	MICROP. (%)
Impert.	1,365	49	11	38
Pert.	1,186	55	27	28

Indicadores Visuales relevados

Cuadro No. 11: Puntajes asignados a los indicadores visuales de sostenibilidad de suelos evaluados.

Indicadores Relevados	Puntaje Asignado
Generales del Predio	Escala de 1-10
Sistematización de la chacra	3
Diversidad Natural Circundante	3
Cobertura del Suelo	3
Erosión	7
Puntaje Promedio	4
Del Cultivo	
Competencia por malezas	4
Apariencia	3
Crecimiento del Cultivo	2
Puntaje Promedio	3
Del Suelo	Pert. - Impert.
Estructura	6 - 7
Porosidad	4 - 7
Puntaje Promedio	5 - 7

9.3.8 Caso No. 8

Ubicación del Predio: Camino Tomkinson, Paso de la Arena

Superficie: 5.3 has

Sistema de Producción: Orgánico

Rubros de Producción: Hortícola

Cuadro Estudiado: Cultivo de cebolla

Tipo de Suelo presente: Brun. Eutr. Típico L. Ac.

Unidad de Suelos: Libertad



Cuadro No. 1: Caracterización General del Predio en base a entrevista realizada al productor.

Mano de obra	Familiar (1)	Asalariada (2)	Zafra (0)
Maquinaria	Tractor (1)	Herramientas e instalaciones en estado regular	No recibe servicio de maquinaria
Riego	Cañón	Goteo	Agua buena calidad, tajamar y pozo
Cultivos realizados	Cultivo de hoja, boniato, cebolla, papa, zanahoria, tomate, ajo	Híbridos ocasionalmente, variedades de polinización abierta	Rendimientos medios
Aspectos relevantes	No tiene asesoramiento técnico	No lleva registros	Rotación de cultivos
Producción animal	No		
Comercialización	Directa Minoristas	Feria, canastas y ecotienda	Distancia al mercado 30 Km.
Apreciaciones del productor sobre su suelo y manejos	Se encuentran, son de difícil laboreo, poca materia orgánica. El suelo viene de una historia de malos laboreos	Abono mejora estructura, más liviano, hay lombrices, mejoran los cultivos	Quisiera mejorar las técnicas de manejo
	Se secan rápido	Infiltra fácil	

Cuadro No. 2: Descripción del Perfil de Suelo.

Clasificación:	Brun. Eutr. Típico L. Ac.	Suelo:	Imperturbado	Exposición:	Sur
Pendiente:	0.5%	Pedregosidad:	Nula	Fecha:	
Lugar:	Borde de parcela	Drenaje Ext.:	Bueno		
Vegetación:	Gramineas				
Microrelieve:	Planicie				

Productor:						
Hor. y subhor.	Espesor (cm)	Transición	Color Matriz	Moteado	Textura	Raíces
A	0 - 28	g - cl	10 YR 3/2	no pr.	FL	Abundantes
Bt	28 - 54	g	10 YR 2,5/2		FAcL	Pocas
C	54 - 90		7,5 YR 3/4		AcL	

Referencias: 10 YR 3/2 very dark grayish brown | 10 YR 2,5/2 very dark brown
7,5 YR 3/4 dark brown



Año 2000				Año 1999			
V	P	I	O	V	P	I	O
ZP	ZP						
				I			
				EV			
		LI			LI		

Referencias de cuadro: CC: Cultivo Comercial | I: Incorporaciones | M: Manejos | AJ: Ajo
 SA: Sandía | BR: Brócoli | EA: Estiércol de ave | C: Cebolla
 LI: Laboreo inversión | P: Papa | BE: Berenjena | B: Barbecho
 EV: Estiércol de vaca | M/CH: Melón con choco | ZP: Zapallo
 OI: Otras incorporaciones (Tierra con abono de vaca)

Factores que caracterizan su manejo de suelos

Incorporaciones

Incorporación de estiércol: el estiércol incorporado es de ponedora, ocasionalmente de cerdo o equino. Incorpora rumen luego de fermentar. Se utiliza seco, y la dosis es finida en función de la cantidad disponible y de la oportunidad para aplicarlo en el cultivo, así como en función de la ubicación de los cuadros en el predio. En general la aplicación se hace al inicio del cultivo. Como desventaja el productor menciona los costos y las dificultades de traslado.

Compost: no lo utiliza.

Abonos Verdes y Cultivos de Cobertura

Abonos Verdes: las especies utilizadas son Girasol, Sorgo y Maíz para verano, Avena y Cebada, así como los rastrojos de los cultivos. Los abonos son cortados primero con chirquera y posteriormente son incorporados superficialmente 5 a 10 cm de profundidad con disquera y reja. El momento lo decide cuando precisa el cuadro, implantando el cultivo inmediatamente. Utiliza las especies más erectas como cercos.

En su opinión se han notado cambios en cuanto a la mejora de la estructura, considera que deberían ser tratados como un cultivo.

Mulch

No utiliza

Tipo de Laboreo

Laboreo de inversión.

Manejo de malezas

Laboreo y carpidas durante el cultivo. Hace pregerminado de la materia orgánica que incorpora. Busca que no semillen las malezas, busca disminuir banco de semillas.

Cuadro No. 6: Descripción del perfil de la parcela estudiada.

Clasificación:	Brun. Eutr. Típico L. Ac.	Suelo:	Perturbado	Exposición:	Este
Pendiente:	1%	Pedregosidad:	Nula	Fecha:	28/09/2005
Lugar:	Cuadro cultivo	Drenaje Ext.:	Bueno		
Vegetación:	Cultivo de cebolla				
Microrelieve:	Loma suave				

Productor:					
Hor. y subhor.	Espesor (cm)	Transición	Color Matriz Moteado	Textura	Raíces
A	0 - 43	g - cl	10 YR 3/2	FL	Comunes
Bt***	43 - 70	g	10 YR 2,5/2 *	AcL	Pocas
C	70 - 96+	g	7,5 YR 4/3**	AcL	
* tinte 10 YR 4/3	** tinte 5 YR 4/4	***	Bt no muy dif.		

Referencias de cuadro: 10 YR 3/2 very dark grayish brown | 10 YR 2,5/2 very dark brown
7,5 YR 4/3 brown | 10 YR 4/3 brown | 5 YR 4/4 yellowish red

Observaciones: Se aprecia un aumento del horizonte de 15 cm con respecto a su par imperturbado.



Parámetros Químicos Evaluados para el suelo Perturbado

Cuadro No. 7: Valores de análisis químico del suelo bajo cultivo.

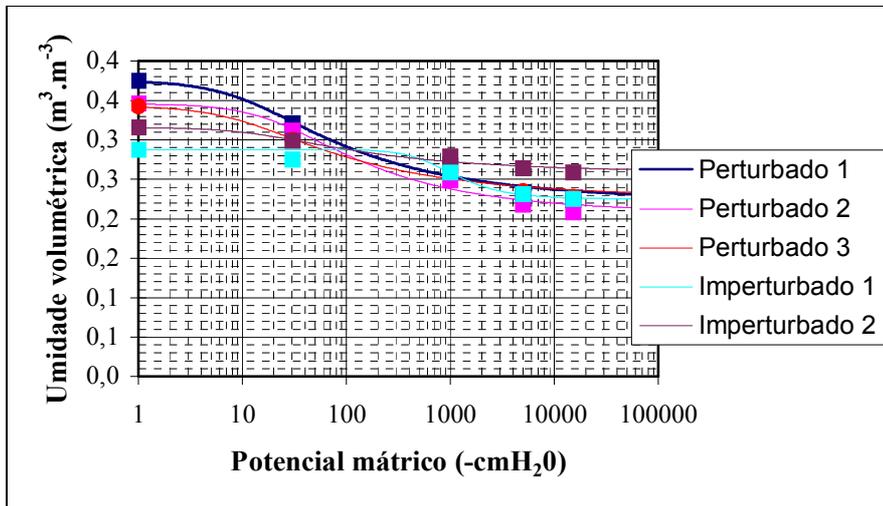
Bray								%			C.Or	M.O
I	Ca	Mg	K	Na	A.Tit.	CICpH₇	Bases T.	Sat	pH	pH	g	.
μg	meq/100	meq/100	meq/100	meq/100	meq/100	meq/100	meq/100	Base	(H ₂ O	(KCl	%	%
P/g	g	g	g	g	g	g	g	s))	%	%
55,4	9,0	2,4	1,15	0,23	4,3	17,1	12,8	74,8	6,4	-	1,59	2,73

Parámetros Físicos Evaluados para el suelo Perturbado

Cuadro No. 8: Análisis de Textura, Densidad Aparente y estabilidad estructural realizado en Laboratorio, para muestras tomadas a una profundidad de 20 cm.

Partícula	%	D.A.	g/cm³	E.E.	mm.
Arena	30	Muestra1	1.05	Muestra1	3.15
Arcilla	5	Muestra2	1.22	Muestra2	2.47
Limo	65	Muestra3	1.25		
		Promedio	1.173	Promedio	2.81

Gráfico: Curvas de Retención de Agua para los suelos Imperturbados (2 muestras) y Perturbados (3 muestras).



Cuadro No. 9: Cálculo de indicadores que se desprenden del Gráfico No. 1.

	Pert.	Pert.	Pert.	Imper t.	Impert.	Promedio Impert.	Promedio pert.
Agua a 15000	0.334	0.321	0.3	0.358	0.378	0.368	0.3176
Agua a 1	0.38	0.388	0.35	0.444	0.452	0.448	0.373
A.D.	0.046	0.067	0.05	0.086	0.074	0.08	0.0553
Microp. 60 cm	0.38	0.386 3	0.35	0.4415	0.4506	0.44605	0.3721

Cuadro No. 10: Cálculo de Porosidad total y % de macroporos calculados a través de la fórmula empírica $(1-D.A./2.66)*100$ y el porcentaje de microporos obtenido con la curva de retención de agua.

SUELO	D.A. (g/cm3)	P.TOT. (%)	MACROP. (%)	MICROP. (%)
Impert.	1,27	52	23	29
Pert.	1,173	56	26	30

Indicadores Visuales relevados

Cuadro No. 11: Puntajes asignados a los indicadores visuales de sostenibilidad de suelos evaluados.

Indicadores Relevados	Puntaje Asignado
Generales del Predio	Escala de 1-10
Sistematización de la chacra	6
Diversidad Natural Circundante	8
Cobertura del Suelo	5
Erosión	5
Puntaje Promedio	6
Del Cultivo	
Competencia por malezas	6
Apariencia	7
Crecimiento del Cultivo	7
Puntaje Promedio	6.7
Del Suelo	Pert. - Impert.
Estructura	8-10
Porosidad	8-10
Puntaje Promedio	8-10

Foto de fractura de la muestra perturbada para análisis de estructura según IVSS.



Foto de un terrón de la muestra perturbada para análisis de porosidad según IVSS.



Foto de fractura de la muestra imperturbada para análisis de estructura según IVSS.



Foto de un terrón de la muestra imperturbada para análisis de porosidad según IVSS.



9.3.9 Caso No. 9

Ubicación del Predio: Ruta 101, km. 24.5 - Paraje Rincón de Carrasco

Superficie: 5 has

Sistema de Producción: Convencional

Rubros de Producción: Hortícola

Cuadro Estudiado: Cultivo de Cebolla

Tipo de Suelo presente: Vertisol Rúptico Lúvico L. Ac

Unidad de Suelos: Libertad



Cuadro No. 1: Caracterización General del Predio en base a entrevista realizada al productor.

Mano de obra	Familiar (2)	Asalariada (1)	Zafra (0)
Maquinaria	Tractor (1)	Herramientas, atomizadoras, rotovador e instalaciones en buen estado	No recibe servicio de maquinaria
Riego	Aspersión	Goteo	Agua de buena calidad, tajamar
Cultivos realizados	Brásicas, tomate (tres ciclos), acelga, cebolla y perejil	Híbridos, una en brásicas y en tomate varios.	Rendimientos altos
Aspectos relevantes	No tiene asesoramiento técnico	No lleva registros	No rota cultivos
Producción animal	No		
Comercialización	Indirecto mayorista	Mercado modelo	Distancia al mercado 30 Km.
Apreciaciones del productor sobre su suelo y manejos	Suelos buenos	Le gustaría hacer praderas mas seguido, y tener mas tierra para rotar	El suelo se seca rápidamente
	El suelo infiltra fácil	Ha notado cambios en la profundidad y que precisa mayor trabajo con maquinaria	

Cuadro No. 2: Descripción del Perfil de Suelo imperturbado, fase profunda.

	Vertisol Rúptico Lúvico				
Clasificación:	L. Ac	Suelo:	Imperturbado	Exposición:	Oeste
Pendiente:	4%	Pedregosidad:	Nula	Fecha:	12/10/2005
Lugar:	Costado camino	Drenaje Ext.:	Bueno		
Vegetación:	Gramíneas				
Microrelieve:	Bajo				

		Productor:				
Hor. y subhor.	Espesor (cm)	Transición	Color Matriz	Moteado	Textura	Raíces
A	0 – 20	C	10 YR 2/1		FrAcL	Abund.
Bt	20 – 65	G	10 YR 3/1	Chicos*	Ac	Abund.
BC	65 – 98	G	10 YR 4/1		Ac	Pocas
Ck**	98		10 YR 5/3		Ac	
*Pocos						
*5 YR 4/6						
**Reacción						
HCl	Moderada					

Referencias de cuadro: 10 YR 2/1 black | 10 YR 3/1 very dark gray | 10 YR 4/1 dark gray
10 YR 5/3 brown | 5 YR 4/6 yellowish red



Parámetros Químicos estudiados para el suelo Imperturbado

Cuadro No. 3: Valores de análisis químico del suelo Imperturbado.

P	Ca	Mg	K	Na	A.Tit.	CICpH₇	Bases T.	%	pH	pH	C.Or	M.O
μg	meq/100	meq/100	meq/100	meq/100	meq/100	meq/100	meq/100	Base	(H ₂ O	(KCl		
P/g	g	g	g	g	g	g	g	s))	%	%
41,1	20,4	6,0	1,6	0,6	4,7	33,3	28,6	86,0	6,6	5,8	4,36	7,51

Parámetros Físicos Evaluados para el suelo Imperturbado

Cuadro No. 4: Análisis de Textura, Densidad Aparente y estabilidad estructural realizado en Laboratorio, para muestras tomadas a una profundidad de 20 cm.

Partícula	%	Densidad	G/cm³	Est.Estr.	Mm.
Arena	36	Muestra1	1.00	Muestra1	4.90
Arcilla	11	Muestra2	1.07	Muestra2	4.93
Limo	53	Promedio	1.035	Promedio	4.92

Descripción del cuadro de cultivo y manejos realizados

Cuadro No. 5: Manejos realizados en el cuadro de cultivo.

Año 2005				Año 2004				Año 2003				Año 2002				Año 2001			
	I	O	V	P	I	O	V	P	I	O	V	P	I	O	V	P	I	O	
CC	C	C	L	L	L	L	L	L	L	L									
I						E	E												
M	FQ Ah	LV FQ Ah	RR FQ Ah	L V F	F Q A	R R L	R R F	L V F	F Q A	L Q h									

Referencias de cuadro: CC: Cultivo Comercial | I: Incorporaciones | M: Manejos
 C: Cebolla | EA: Estiércol de ave | LV: Laboreo vertical
 L: Lechuga | FQ: Fertilización Química | Ah: Aplicación herbicida
 RR: Rotovador

Factores que caracterizan su manejo de suelos

Fertilización

Realiza análisis de suelos y consulta con algún técnico de palabra (para el suelo que planta tomate). Las dosis las administra según su experiencia previa acumulada, tiene como estrategia la fertilización de base son con triple 15 y Urea en el surco. Acompaña en el ciclo del cultivo con urea y una batería de fertilizantes foliares una vez por semana.

Incorporaciones

Incorporación de estiércol: el estiércol incorporado es de ponedora. Se utiliza seco, y la dosis es definida en función de la cantidad disponible y de la oportunidad para aplicarlo en el cultivo. En general la aplicación se hace al inicio de los cultivos.

Considera que cuando aplica, acompaña bien el cultivo, mejora el follaje y no se tumban las plantas, no se apreta el suelo y se enraíza mejor. Como desventaja considera a la salinidad del material.

Abonos Verdes y Cultivos de Cobertura

No realiza.

Mulch

No utiliza mulch.

Tipo de Laboreo

Laboreo vertical, hace terminaciones con rotovador.

Manejo de malezas

Aplicación de herbicida. En cultivos instalados manejo con carpidas.

Descripción del suelo de la parcela bajo estudio

Cuadro No. 6: Descripción del perfil de la parcela estudiada.

Clasificación:	Vertisol	Suelo:	Perturbado	Exposición:	Oeste
Pendiente:	4%	Pedregosidad:	Nula	Fecha:	12/10/2005
Lugar:	Parcela Cultivo	Drenaje Ext.:	Bueno		
Vegetación:	Cebolla				

Productor:						
Hor. y subhor.	Espesor (cm)	Transición	Color Matriz	Moteado	Textura	Raíces
Ap	0 – 5	G	10 YR 3/2		Ac	Pocas
Bt**	5 – 45	G	10 YR 3/3 3/4	Chicos*	Ac	Pocas
Bck**	45 – 70	G	10 YR 4/4		Ac	Pocas
Ck	70		7.5 YR 5/2		Ac	
*Pocos 5 YR 4/6						
**Películas Ac						

**C.deslizam.						
---------------	--	--	--	--	--	--

Referencias de cuadro: 10 YR 3/2 very dark grayish brown | 10 YR 3/3 dark brown
 10 YR 3/4 dark brown | 10 YR 4/4 dark yellowish brown
 7,5 YR 5/2 brown | 5 YR 4/6 yellowish red

El horizonte BCk y Ck presenta una reacción HCl moderada.



Parámetros Químicos Evaluados para el suelo Imperturbado

Cuadro No. 7: Valores de análisis químico del suelo bajo cultivo.

Bray								%			C.Or	M.O
I	Ca	Mg	K	Na	A.Tit.	CICpH ₇	Bases T.	Sat	pH	pH	g	.
μg	meq/100	meq/100	meq/100	meq/100	meq/100	meq/100	meq/100		(H ₂ O	(KCl		
P/g	g	g	g	g	g	g	g	Bases))	%	%
337,2	7,1	4,0	0,8	0,7	1,7	14,2	12,5	88,2	7,5 *	6,7	1,88	3,23

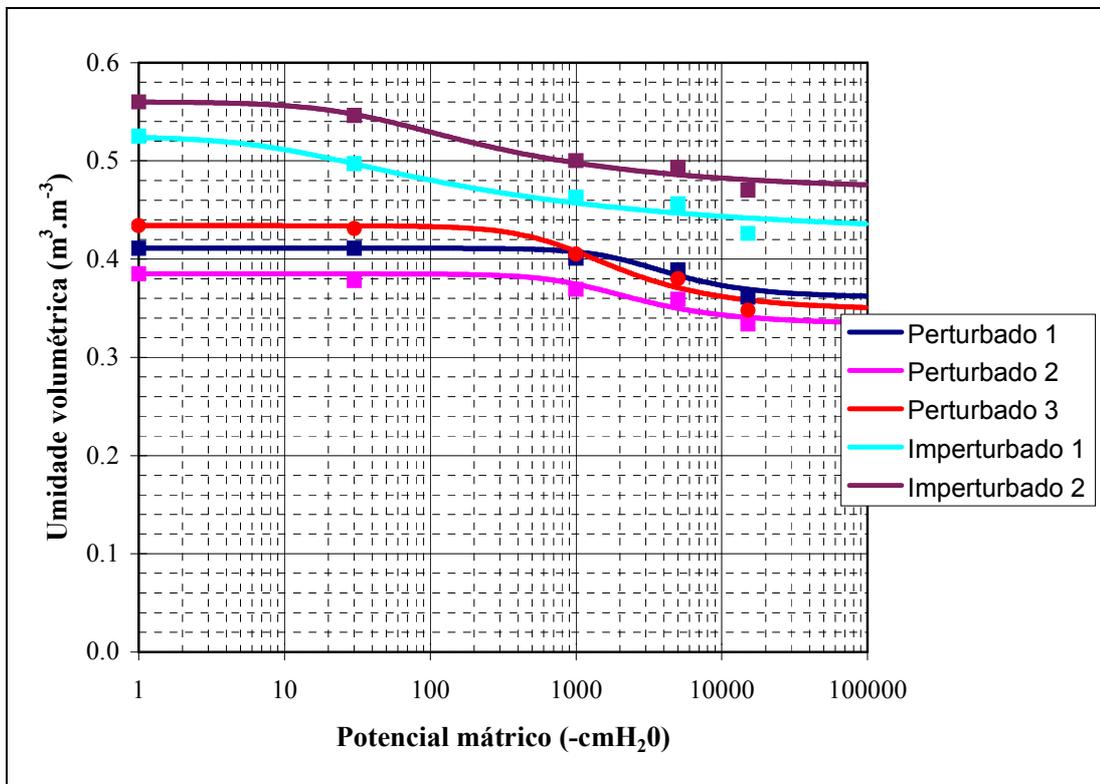
Parámetros Físicos Evaluados para el suelo Perturbado

Cuadro No. 8: Análisis de Textura, Densidad Aparente y estabilidad estructural realizado en Laboratorio, para muestras tomadas a una profundidad de 20 cm.

Partícula	%	D.A.	G/cm ³	E.E.	mm.
-----------	---	------	-------------------	------	-----

Arena	25	Muestra1	1.36	Muestra1	4.98
Arcilla	19	Muestra2	1.43	Muestra2	4.86
Limo	56	Muestra3	1.22		
		Promedio	1.34.	Promedio	4.92

Gráfico No.1: Curvas de Retención de Agua para los suelos Imperturbados (2 muestras) y Perturbados (3 muestras).



Cuadro No. 9: Cálculo de indicadores que se desprenden del Gráfico No. 1.

	Pert.	Pert.	Pert.	Impert	Impert	Promedio Impert.	Promedio pert.
Agua a 15000	0.36	0.334	0.35	0.426	0.47	0.448	0.3476
Agua a 1	0.41	0.385	0.43	0.525	0.56	0.5425	0.41

A.D.	0.05	0.051	0.09	0.099	0.09	0.0945	0.0623
Microp. 60 cm	0.41	0.384					
	1	9	0.43	0.4872	0.5377	0.51245	0.40983

Cuadro No. 10: Cálculo de Porosidad total y % de macroporos calculados a través de la fórmula empírica $(1-D.A./2.66)*100$ y el porcentaje de microporos obtenido con la curva de retención de agua.

SUELO	D.A. (g/cm3)	P.TOT. (%)	MACROP. (%)	MICROP. (%)
Impert.	1,035	61%	10%	51%
Pert.	1,336	50%	9%	41%

Indicadores Visuales relevados

Cuadro No. 11: Puntajes asignados a los indicadores visuales de sostenibilidad de suelos evaluados.

Indicadores Relevados	Puntaje Asignado
Generales del Predio	Escala de 1-10
Sistematización de la chacra	1
Diversidad Natural Circundante	3
Cobertura del Suelo	2
Erosión	1
Puntaje Promedio	1.75
Del Cultivo	
Competencia por malezas	2
Apariencia	5
Crecimiento del Cultivo	5
Puntaje Promedio	4
Del Suelo	Pert.-Impert.
Estructura	1-8
Porosidad	2-5
Puntaje Promedio	1.5 - 6.5

Foto de fractura de la muestra perturbada para análisis de estructura según IVSS.



Foto de un terrón de la muestra perturbada para análisis de porosidad según IVSS.



Foto de fractura de la muestra imperturbada para análisis de estructura según IVSS.



9.3.10 Caso No. 10

Ubicación del Predio: Ruta 8, km 19; paraje Villa Esperanza; Montevideo

Superficie: 7.5 has

Sistema de Producción: Orgánico

Rubros de Producción: Horticultura, cabras y fardos

Cuadro Estudiado: Cultivo de lechuga

Tipo de Suelo presente: Brun. Eutr. Típico L. Ac.

Unidad de Suelos: Libertad



Cuadro No. 1: Caracterización General del Predio en base a entrevista realizada al productor.

Mano de obra	Familiar (2)	Asalariada (0)	Zafra (0)
Maquinaria	Tractor (1)	Herramientas e instalaciones en buen estado	No recibe servicio de maquinaria
Riego	Microaspersor	Goteo	Agua buena calidad, pozo semisurgente
Cultivos realizados	Lechuga, papa tres siembras escalonadas de primavera, frutilla, tomate, chaucha, zapallo, alfalfa	Híbridos kabutía, demás variedades mas de una por cultivo.	Rendimientos medios
Aspectos relevantes	No tiene asesoramiento técnico	No lleva registros	Rotación de cultivos
Producción animal	Quiere incorporar cabras		
Comercialización	Directa Minoristas	Feria y ecotienda	Distancia al mercado 40 Km.
Apreciaciones del productor sobre su suelo y manejos	Caracteriza sus suelos como sueltos.	Abono mejora Estructura	Quisiera mejorar las técnicas de manejo

	Se secan rápido	Respecto a la infiltración no conoce un patrón para comparar	
--	-----------------	--	--

Cuadro No. 2: Descripción del Perfil de Suelo.

Clasificación:	Brun. Eutr. Típico L. Ac.	Suelo:	Imperturbado	Exposición:	Sur
Pendiente:	1%	Pedregosidad:	Nula	Fecha:	12/10/05
Lugar:	Borde de parcela	Drenaje Ext.:	Bueno		
Vegetación:	Gramíneas				
Microrelieve:	Lomada				

Productor:						
Hor. y subhor.	Espesor (cm)	Transición	Color Matriz	Moteado	Textura	Raíces
A	0 – 23		10 YR 3/2	Pocos	FrL	Si
AB	23 – 30		10 YR 3/2	7.5 YR 5/8	FrAc	Si
Bt	30 – 54		10 YR 4/2		Ac	Si
BC	54 – 72		Mezcla		Ac	
C	+ 72		10 YR 5/4		Ac	

Referencias de cuadro: 10 YR 3/2 very dark grayish brown | 10 YR 4/2 dark grayish brown
10 YR 5/4 yellowish brown | 7,5 YR 5/8 strong brown



Parámetros Químicos Evaluados para el suelo Imperturbado

Cuadro No. 3: Valores de análisis químico del suelo Imperturbado.

P	Ca	Mg	K	Na	A.Tit.	CICpH₇	Bases T.	%	pH	pH	C.Or	M.O
μg	meq/100	meq/100	meq/100	meq/100	meq/100	meq/100	meq/100		(H ₂ O	(KCl	g	.
P/g	g	g	g	g	g	g	g	Bases))	%	%
34,4	10,9	2,4	1,2	0,8	3,4	18,6	15,3	81,9	6,5	5,7	1,53	2,63

Parámetros Físicos Evaluados para el suelo Imperturbado

Cuadro No. 4: Análisis de Textura, Densidad Aparente y estabilidad estructural realizado en Laboratorio, para muestras tomadas a una profundidad de 20 cm.

Partícula	%	D.A.	g/cm³	E.E.	mm.
Arena	35	Muestra1	1.07	Muestra1	4.18
Arcilla	9	Muestra2	1.12	Muestra2	4.25
Limo	56	Promedio	1.09	Promedio	4.22

Descripción del cuadro de cultivo y manejos realizados

Cuadro No. 5: Manejos realizados en el cuadro de cultivo.

Año 2005				Año 2004				Año 2003				Año 2002				Año 2001			
		I	O	V	P	I	O	V	P	I	O	V	P	I	O	V	P	I	O

CC		L	N		P	Av	A		C	C		T				Cr			
			RA			Tr	vT									Fr			
I						AV										AV			
M		LV	LV		LV			L			L		L						
								V			V		V						

Referencias de cuadro: CC: Cultivo Comercial | I: Incorporaciones | M: Manejos
C: Cebolla | N: Nabo | RA: Remolacha | LV: Laboreo vertical
AV: Incorporación abono verde | L: Lechuga | P:Papa
Av: Avena | Tr: Trébol | Cr: Crotolaria | Fr: Frijol de cerdo

Factores que caracterizan su manejo de suelo

Incorporaciones

No realiza

Abonos Verdes y Cultivos de Cobertura

Abonos Verdes: las especies utilizadas son Crotolaria, Mileto, Frijol de cerdo, Alfalfa por programa de Montevideo rural. La decisión del corte varía en caso de aparición de gramilla, los abonos son cortados primero con chirquera y posteriormente son incorporados con cierta humedad, picados con una pasada de excéntrica, vibrocultivador y nuevamente excéntrica, quedando a una profundidad de 25 cm.

En su opinión ha notado cambios en cuanto a la mejora de la estructura y la cantidad de lombrices. Quisiera ajustar técnicas de que plantar enseguida del abono verde.

Mulch

No utiliza

Tipo de Laboreo

Laboreo Vertical.

Manejo de malezas

Laboreos, carpidas durante el ciclo del cultivo y abonos verdes.

Descripción del suelo de la parcela bajo estudio

Cuadro No. 6: Descripción del perfil de la parcela estudiada.

Clasificación:	Brun. Eutr. Típico L. Ac.	Suelo:	Perturbado	Exposición:	Sur
Pendiente:	1%	Pedregosidad:	Nula	Fecha:	12/10/05
Lugar:	Parcela de cultivo	Drenaje Ext.:	Bueno		
Vegetación:	Cultivo lechuga				
Microrelieve:	Lomada suave				

Productor: Hugo Bértola

Hor. y subhor.	Espesor (cm)	Transición	Color Matriz	Moteado	Textura	Raíces
A	0 – 27	Gradual	10 YR 3/2	7.5 YR 5/8	FrL	Si
AB	27 – 40	Gradual	10 YR 3/2		FrAc	Si
B	40 – 54	Gradual	10 YR 4/2	Abund. y	Ac	Si
BC	54 - 72	Abrupta	Mezcla	Pequeñ.	Ac	

Referencias: 10 YR 3/2 very dark grayish brown | 10 YR 4/2 dark grayish brown
7,5 YR 5/8 strong brown



Cuadro No. 7: Valores de análisis químico del suelo bajo cultivo.

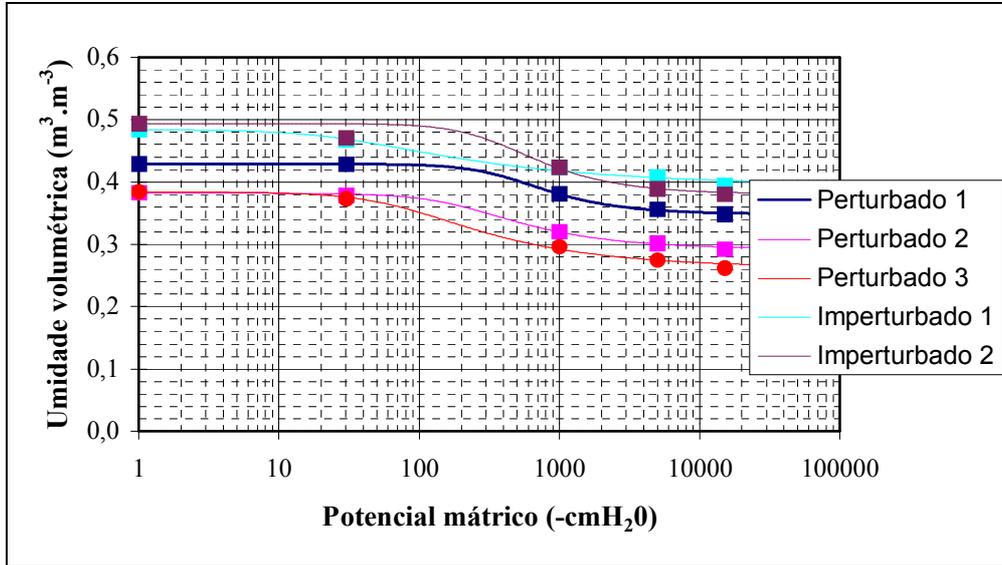
Bra y I	Ca	Mg	K	Na	A.Tit.	CICpH₇	Bases T.	% Sat	pH	pH	C.Or g	M.O .
μg	meq/100	meq/100	meq/100	meq/100	meq/100	meq/100	meq/100		(H ₂ O	(KCl		
P/g	g	g	g	g	g	g	g	Bases))	%	%
130,4	8,5	3,3	1,1	0,5	2,1	15,4	13,4	86,7	6,9 *	6,0	1,22	2,10

Parámetros Físicos Evaluados para el suelo Perturbado

Cuadro No. 8: Análisis de Textura, Densidad Aparente y estabilidad estructural realizado en Laboratorio, para muestras tomadas a una profundidad de 20 cm.

Partícula	%	D.A.	G/cm³	E.E.	mm.
Arena	31	Muestra1	1.44	Muestra1	2.33
Arcilla	14	Muestra2	1.27	Muestra2	2.30
Limo	55	Muestra3	1.14		
		Promedio	1.28	Promedio	2.32

Gráfico No. 1: Curvas de Retención de Agua para los suelos Imperturbados (2 muestras) y Perturbados (3 muestras).



Cuadro No. 9: Cálculo de indicadores que se desprenden del Gráfico No. 1.

	Pert.	Pert.	Pert.	Impert.	Impert.	Promedio Impert.	Promedio pert.
Agua a 15000	0.348	0.292	0.26	0.394	0.38	0.387	0.3006
Agua a 1	0.429	0.382	0.38	0.484	0.494	0.489	0.39833
A.D.	0.081	0.09	0.12	0.09	0.114	0.102	0.0976
Microp. 60 cm	0.4283	0.3782	0.36	0.4576	0.4924	0.475	0.39026

Cuadro No. 10: Cálculo de Porosidad total y % de macroporos calculados a través de la fórmula empírica $(1-D.A./2.66)*100$ y el porcentaje de microporos obtenido con la curva de retención de agua.

SUELO	D.A. (g/cm3)	P.T. (%)	MACROP. (%)	MICROP. (%)
Impert.	1,095	59	11	48
Pert.	1,283	52	13	39

Indicadores Visuales relevados

Cuadro No. 11: Puntajes asignados a los indicadores visuales de sostenibilidad de suelos evaluados.

Indicadores Relevados	Puntaje Asignado
Generales del Predio	Escala de 1-10
Sistematización de la chacra	6
Diversidad Natural Circundante	7
Cobertura del Suelo	8
Erosión	6
Puntaje Promedio	6.75
Del Cultivo	
Competencia por malezas	7
Apariencia	6
Crecimiento del Cultivo	7
Puntaje Promedio	6.7
Del Suelo	Pert. - Impert.
Estructura	6-8
Porosidad	6-7
Puntaje Promedio	6-7.5

Foto de fractura de la muestra imperturbada para análisis de estructura según IVSS.



9.3.11 Caso No. 11

Ubicación del Predio: Ruta 101, km. 24.500. Colinas de Carrasco. Montevideo.

Superficie: 6 has

Sistema de Producción: Orgánico

Rubros de Producción: Hortícola

Cuadro Estudiado: Cultivo de puerro

Tipo de Suelo presente: Vertisol Rúptico Lúvico L .Ac.

Unidad de Suelos: Libertad



Cuadro No. 1: Caracterización General del Predio en base a entrevista realizada al productor.

Mano de obra	Familiar (2)	Asalariada (2)	Zafra (15)
Maquinaria	Tractor (1)	Herramientas e instalaciones en estado regular	No recibe servicio de maquinaria
Riego	Aspersión		Agua buena calidad, pozo y tajamar
Cultivos Realizados	Cultivo de hoja, zanahoria, cebolla y puerro	En general variedades, algún híbrido	Rendimientos medios
Aspectos relevantes	No recibe asesoramiento técnico	No lleva registros	Rotación de cultivos
Producción animal	No		
Comercialización	Directa Minoristas	Feria	25 Km
Apreciaciones del productor sobre su suelo y manejos	Suelos en general duros, poco sueltos, lavados	Abono ha mejorado la estructura trabaja mejor	Quisiera realizar biofertilizante
	Mantiene la humedad en verano	Infiltra fácil	

Cuadro No. 2: Descripción del Perfil de Suelo Imperturbado, fase profunda.

Clasificación:	Vertisol Rúptico Lúvico L .Ac.	Suelo:	Imperturbado	Exposición:	Norte
Pendiente:	3-4%	Pedregosidad:	Nula	Fecha:	12/10/05
Lugar:	Borde de parcela	Drenaje Ext.:	Bueno		
Vegetación:	Gramíneas				
Microrelieve:	Ladera				

Productor:						
Hor. y subhor.	Espesor (cm)	Transición n	Color Matriz	Moteado	Textura	Raíces
A	0 – 20		10 YR 3/1		FrAc	Si
AB	20 – 30		10 YR 3/1		Ac	Si
C	+ 30		10 YR 2/1		Ac	Si

Referencias de cuadro: 10 YR 3/1 very dark gray | 10 YR 2/1 black



Parámetros Químicos estudiados para el suelo Imperturbado

Cuadro No. 3: Valores de análisis químico del suelo Imperturbado.

P	Ca	Mg	K	Na	A.Tit.	CICpH ₇	Bases T.	% Sat	pH	pH	C.Org	M.O.
µg												
P/g	Meq/100g	meq/100g	meq/100g	meq/100g	meq/100g	meq/100g	meq/100g	Bases	(H ₂ O)	(KCl)	%	%
34,0	24,3	7,6	0,6	0,6	5,8	39,0	33,2	85,1	6,1	5,2	2,44	4,20

Parámetros Físicos Evaluados para el suelo Imperturbado

Cuadro No. 4: Análisis de Textura, Densidad Aparente y estabilidad estructural realizado en Laboratorio, para muestras tomadas a una profundidad de 20 cm.

Partícula	%	D.A.	gr/cm ³	E.E.	mm.
Arena	16.89	Muestra1	1.18	Muestra1	4.40
Arcilla	29.72	Muestra2	1.28	Muestra2	4.80
Limo	53.39	Promedio	1.23	Promedio	4.6

Descripción del cuadro de cultivo y manejos realizados

Cuadro No. 5: Manejos realizados en el cuadro de cultivo.

Año 2005				Año 2004				Año 2003				Año 2002				Año 2001			
		I	O	V	P	I	O	V	P	I	O	V	P	I	O	V	P	I	O
CC		Pu		L	Z	Z	Z	CH		L	L	M							
I		E	Oi	E	Oi		E	EA	O		E	E	Oi						
		A		A			A		i		A	A							
M			B	L			L	LV	B		L		L						
				V			V				V		V						
				M															

Referencias de cuadro: CC: Cultivo Comercial | I: Incorporaciones | M: Manejos
 Pu: Puerro | EA: Estiércol de ave | LV: Laboreo vertical
 L: Lechuga | Oi: Otras incorporaciones (restos de cultivo y malezas)
 B: Barbecho | Z: Zanahoria | M- Mulch | CH: Chaucha

M: Morrón

Factores que caracterizan su manejo de suelos

Incorporaciones

Incorporación de estiércol: el estiércol incorporado es de ponedora. El material es acopiado en una pila sin hacer un manejo específico. Se utiliza seco y la aplicación se hace al implantar los cultivos. Se guía por el estado de las plantas. Encuentra como dificultad el ajuste de las dosis.

Compost: no lo utiliza.

Abonos Verdes y Cultivos de Cobertura

No realiza. Entierra los restos del cultivo junto con las malezas.

Mulch

El uso del mulch es orgánico en los cultivos de zanahoria y lechuga en verano. Utiliza una especie de junco que nace en el predio, el cual corta y deja secando a la sombra.

En la opinión del productor se mejora la humedad en tiempo seco y no deja calentar la tierra, también tiene un efecto sobre los roedores que no atacan el cultivo y aporta materia orgánica al incorporarlo.

Tipo de Laboreo

Laboreo vertical.

Manejo de malezas

Laboreo y carpidas durante el cultivo. Considera que hay que convivir con las malezas.

Descripción del suelo de la parcela bajo estudio

Cuadro No. 6: Descripción del perfil de la parcela estudiada, fase profunda.

Clasificación:	Vertisol	Suelo:	Perturbado	Exposición:	Norte
Pendiente:	3%	Pedregosidad:	Nula	Fecha:	12/10/05

Lugar:	Parcela de cultivo	Drenaje Ext.:	Bueno		
Vegetación:	Puerro				
Microrelieve:	Ladera				

Productor:						
Hor. y subhor.	Espesor (cm)	Transición	Color Matriz	Moteado	Textura	Raíces
A	0 – 24		10 YR 3/1		FrAc	Pocas
AB	24 – 26		10 YR 3/1		Ac	Pocas
B	+ 26		10 YR 2/1		Ac	

Referencias de cuadro: 10 YR 3/1 very dark gray | 10 YR 2/1 black



Parámetros Químicos Evaluados para el suelo Perturbado

Cuadro No. 7: Valores de análisis químico del suelo bajo cultivo.

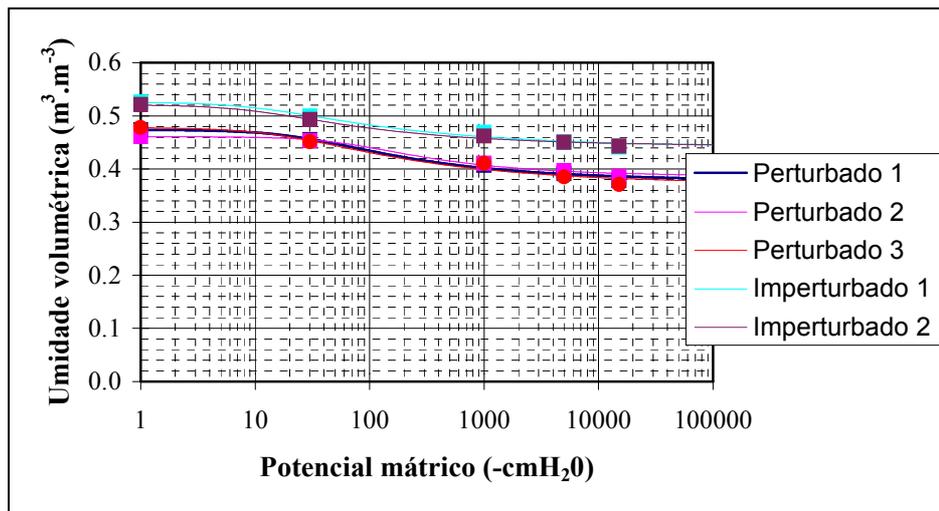
Bray I	Ca	Mg	K	Na	A.Tit.	CICpH₇	Bases T.	% Sat	pH (H₂O)	pH (KCl)	C.Or g	M.O .
µg	Meq/100	meq/100	meq/100	meq/100	meq/100	meq/100	meq/100		(H ₂ O)	(KCl)		
P/g	g	g	g	g	g	g	g	Bases))	%	%
148,0	17,6	6,7	0,9	0,8	3,2	29,1	26,0	89,1	7,1 *	6,0	2,09	3,60

Parámetros Físicos Evaluados para el suelo Perturbado

Cuadro No. 8: Análisis de Textura, Densidad Apparente y estabilidad estructural realizado en Laboratorio, para muestras tomadas a una profundidad de 20 cm.

Partícula	%	Densidad	G/cm ³	Est. Estr.	Mm.
Arena	15.05	Muestra1	1.26	Muestra1	1.7
Arcilla	31.41	Muestra2	1.21	Muestra2	2.14
Limo	53.53	Muestra3	1.2		
		Promedio	1.22	Promedio	1.92

Gráfico No. 1: Curvas de Retención de Agua para los suelos Imperturbados (2 muestras) y Perturbados (3 muestras).



Cuadro No. 9: Cálculo de indicadores que se desprenden del Gráfico No. 1.

	Pert.			Impert		Promedio	Promedio
	Pert.	Pert.	Pert.	Impert.	.	Impert.	pert.
Agua a							
15000	0.378	0.386	0.37	0.441	0.443	0.442	0.3783
Agua a 1	0.474	0.461	0.48	0.526	0.521	0.5235	0.471
A.D.	0.096	0.075	0.11	0.085	0.078	0.0815	0.0926
Microp. 60	0.4441	0.4479	0.44	0.4901	0.4835	0.4868	0.44413

cm

Cuadro No. 10: Cálculo de Porosidad total y % de macroporos calculados a través de la fórmula empírica $(1-D.A./2.66)*100$ y el porcentaje de microporos obtenido con la curva de retención de agua.

SUELO	D.A. (g/cm³)	P.T. (%)	MACROP. (%)	MICROP. (%)
Impert.	1,23	54	5	49
Pert.	1,223	54	10	44

Indicadores Visuales relevados

Cuadro No. 11: Puntajes asignados a los indicadores visuales de sostenibilidad de suelos evaluados.

Indicadores Relevados	Puntaje Asignado
Generales del Predio	Escala de 1-10
Sistematización de la chacra	3
Diversidad Natural Circundante	5
Cobertura del Suelo	6
Erosión	4
Puntaje Promedio	4.5
Del Cultivo	
Competencia por malezas	4
Apariencia	6
Crecimiento del Cultivo	6
Puntaje Promedio	5.3
Del Suelo	Pert. - Impert.
Estructura	6 - 6
Porosidad	7 - 6
Puntaje Promedio	6.5 - 6

Foto de fractura de la muestra perturbada para análisis de estructura según IVSS.



Foto de fractura de la muestra imperturbada para análisis de estructura según IVSS.



9.3.12 Caso No. 12

Ubicación del Predio: Costas del Arroyo Pando – Ruta 6, km 132 – Santa Rosa

Superficie: 19 has

Sistema de Producción: Orgánico

Rubros de Producción: Horticultura y Ganadería

Cuadro Estudiado: Cultivo de Brócoli

Tipo de Suelo presente: Vertisol Rúptico Lúvico L. Ac.

Unidad de Suelos: Libertad



Cuadro No. 1: Caracterización General del Predio en base a entrevista realizada al productor.

Mano de obra	Familiar (6)	Asalariada (0)	Zafra (2)
Maquinaria	Tractor (1)	Herramientas e instalaciones en buen estado	Recibe servicio de maquinaria Excéntrica para romper pradera
Riego	Aspersión	Goteo	Agua de buena calidad, tajamar
Cultivos Realizados	Frutilla, berenjena, boniato, crucíferas, zucchini, tomate dos ciclos, chaucha, morrón, maíz dulce, cultivos de hoja	Híbridos mas de dos por cultivo, variedades de polinización abierta	Rendimientos altos
Aspectos relevantes	Asesoramiento técnico	Lleva registros	Rotación de cultivos
Producción animal	Vacunos, Pollos y Cerdos		
Comercialización	Directa Minoristas, Directa mayorista	Supermercados, Mercado modelo descartes	Distancia al mercado 60-140 Km.
Apreciaciones del productor sobre su suelo y manejos	Suelos de buena calidad	Abono verde, rotaciones y animales mejora estructura	Mejoro la estructura con manejo, en otros mantuvo la calidad del suelo.
	Se seca rápido en las mas castigadas, mantiene la humedad en las tratadas con	Infiltra rápido, se mejoro el drenaje	

	abono verde		
--	-------------	--	--

Cuadro No. 2: Descripción del Perfil de Suelo Imperturbado, fase profunda.

Clasificación:	Vertisol Rúptico Lúvico L. Ac.	Suelo:	Imperturbado	Exposición:	Este
Pendiente:	1,00%	Pedregosidad:	Nula	Fecha:	18/11/05
Lugar:	Borde de parcela	Drenaje Ext.:	Bueno		
Vegetación:	Pradera				
Microrelieve:	Planicie				

		Productor:				
Hor. y subhor.	Espesor (cm)	Transición	Color Matriz	Moteado	Textura	Raíces
A ₁₁	0 – 18	Gr			FrL	Si
A ₁₂	18 – 58	Gr			Fr	Si
AB	58 – 70	Gr			FrAc	Si
Bt	70 – 88	Gr	*		Ac	Si
BC	88 - 126	Gr	*		Ac	
C	126 +		*		Ac	
			*Naranja abundante			

Desde el horizonte AB al C presenta concreciones de FeMn grandes y abundantes. El horizonte Bt presenta revestimientos tipo chocolate en rama.



Parámetros Químicos estudiados para el suelo Imperturbado

Cuadro No. 3: Valores de análisis químico del suelo Imperturbado.

P	Ca	Mg	K	Na	A.Tit.	CICpH₇	Bases T.	% Sat	pH	pH	C.Org	M.O
μg	meq/100	meq/100	meq/100	meq/100	meq/100	meq/100	meq/100		(H ₂ O	(KCl		
P/g	g	g	g	g	g	g	g	Bases))	%	%
36,8	21,1	3,7	1,4	0,4	*	26,6	26,6	100,0	7,3 *	6,6	*	-

Parámetros Físicos Evaluados para el suelo Imperturbado

Cuadro No. 4: Análisis de Textura, Densidad Aparente y estabilidad estructural realizado en Laboratorio, para muestras tomadas a una profundidad de 20 cm.

Partícula	%	D. A.	g/cm³	E.E.	mm.
Arena		Muestra1	1.02	Muestra1	4.74
Arcilla		Muestra2	1.13	Muestra2	4.50
Limo		Promedio	1.075	Promedio	4.62

Descripción del cuadro de cultivo y manejos realizados

Cuadro No. 5: Manejos realizados en el cuadro de cultivo.

Año 2005				Año 2004				Año 2003				Año 2002				Año 2001			
V	I	O		V	P	I	O	V	P	I	O	V	P	I	O	V	P	I	O

C	B	B		C	C	A	A	T	T		M	M	M		M	M			
C	R	R		a	a	v	v				z	z	z						
I			E			A				E				IE			IE		
			A			V				A				A			A		
						E													
						A													
M		L	B		L		L		L	B			L	B			L	B	B
		V			V		V		V			V					V		

Año 2000			
V	P	I	O
Me	Me	Av	Av
	EA	AV	
	LV		LV

Referencias de cuadro: CC: Cultivo Comercial | I: Incorporaciones | M: Manejos
 BR: Brócoli | Ca: Calabaza | AV: Abono Verde | Mz: Maíz
 LV: Laboreo Vertical | T: Tomate | EA: Estiércol Aves | Av: Avena
 B: Barbecho | M: Morrón

Factores que caracterizan su manejo de suelos

Incorporaciones

Incorporación de estiércol: el estiércol incorporado es de aves y vacuno. El material se utiliza seco y recibe restos de otros materiales como restos de la huerta. Busca agregar todos los años y la dosis es definida en función de cómo está la tierra, el cultivo a implantar y de que cultivo anterior viene. Recibe asesoramiento técnico.

En la opinión del productor se han notado cambios de mejora en el suelo, no lo encuentra tan apretado, principalmente las gredas. Aumenta la producción y es de bajo costo. Se menciona como desventaja el agregado de estiércol en estados frescos por alto nitrógeno.

Compost: El material es Abono de ave, de vacunos y restos vegetales. Se maneja en pilas y se dan vuelta. Lo utiliza al inicio de algunos cultivos y en almácigos.

Abonos Verdes y Cultivos de Cobertura

Abonos Verdes: las especies utilizadas son maíz y avena. Los abonos son sembrados en otoño temprano, se pastorean y se incorporan luego del rebrote. El cultivo se corta primero y con excéntrica, se pica e incorpora en superficie 5 centímetros.

El productor manifiesta que hay cambios positivos en la estructura, que permiten un mejor manejo de la tierra. No encuentra desventajas visibles.

Mulch

El uso del mulch es realizado en los cultivos de frutilla y tomate. Utiliza nylon negro. En ocasiones a utilizado mulch orgánico con pasto y fardos viejos.

En los casos de mulch orgánico considera que aumenta la materia orgánica. Como desventaja encontró un aumento circunstancial de bicho bolita, acarreándole problemas al cultivo.

Tipo de Laboreo

Laboreo vertical.

Manejo de malezas

Abono verdes y carpidas durante el cultivo.

Descripción del suelo de la parcela bajo estudio

Cuadro No. 6: Descripción del perfil de la parcela estudiada, fase profunda.

Clasificación:	Vertisol Rúptico Lúvico L. Ac.	Suelo:	Perturbado	Exposición:	Norte
Pendiente:	1,00%	Pedregosidad:	Nula	Fecha:	18/11/05
Lugar:	Cuadro Cultivo	Drenaje Ext.:	Bueno		
Vegetación:	Cultivo Brócoli				
Microrelieve:	Planicie				

		Productor:				
Hor. y subhor.	Espesor (cm)	Transición	Color Matriz	Moteado	Textura	Raíces

A	0 - 29				FrL	Si
AB	29 - 37 *				FrAc	Si
Bt	37 - 62				Ac	Si
BC	62 - 76				Ac	
C	76 +				Ac	

* Mezcla gradual de horizontes.



Parámetros Químicos Evaluados para el suelo Perturbado

Cuadro No. 7: Valores de análisis químico del suelo bajo cultivo.

Bray	I	Ca	Mg	K	Na	A.Tit.	CICpH₇	Bases T.	%	pH	pH	C.Or	M.O
	μg	meq/100	meq/100	meq/100	meq/100	meq/100	meq/100	meq/100		(H ₂ O	(KCl	g	.
	P/g	g	g	g	g	g	g	g	Bases))	%	%
	161,1	7,7	1,9	1,1	0,3	3,5	14,5	10,9	75,5	6,5	5,7	1,29	2,21

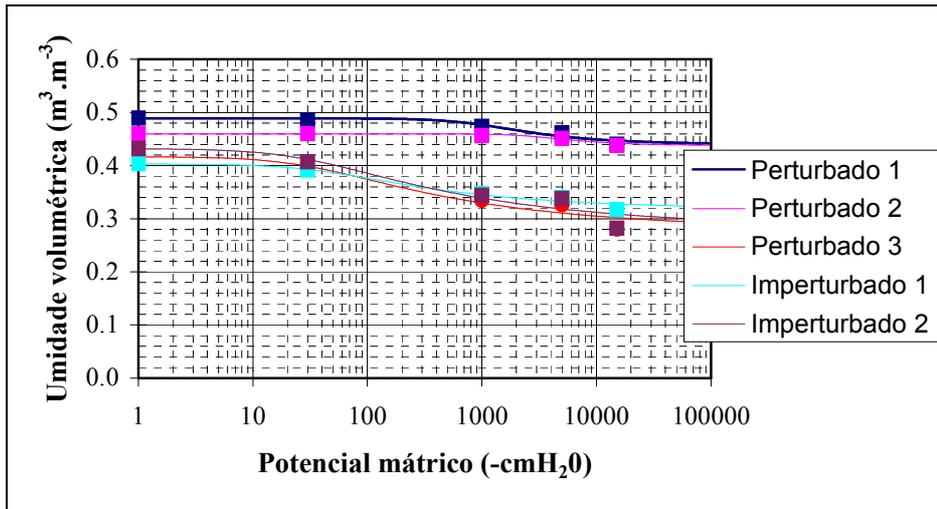
Parámetros Físicos Evaluados para el suelo Perturbado

Cuadro No. 8: Análisis de Textura, Densidad Aparente y estabilidad estructural realizado en Laboratorio, para muestras tomadas a una profundidad de 20 cm.

Partícula	%	D.A.	gr/cm³	E.E.	mm.
Arena	26	Muestra1	1.16	Muestra1	2.25
Arcilla	4	Muestra2	1.26	Muestra2	2.45
Limo	70	Muestra3	1.15		

		Promedio	1.19	Promedio	2.35
--	--	----------	------	----------	------

Gráfico No. 1: Curvas de Retención de Agua para los suelos Imperturbados (2 muestras) y Perturbados (3 muestras).



Cuadro No. 9: Cálculo de indicadores que se desprenden del Gráfico No. 1.

	Pert.	Pert.	Pert.	Impert.	Impert.	Promedio Impert.	Promedio pert.
Agua a 15000	0.353	0.298	0.28	0.498	0.467	0.4825	0.3116
Agua a 1	0.501	0.497	0.43	0.598	0.537	0.5675	0.4766
A.D.	0.148	0.199	0.15	0.1	0.07	0.085	0.165
Microp. 60 cm	0.399						
	3	0.3727	0.36	0.5956	0.5368	0.5662	0.37793

Cuadro No. 10: Cálculo de Porosidad total y % de macroporos calculados a través de la fórmula empírica $(1-D.A./2.66)*100$ y el porcentaje de microporos obtenido con la curva de retención de agua.

SUELO	D.A. (g/cm3)	P.T. (%)	MACROP. (%)	MICROP. (%)
-------	--------------	----------	-------------	-------------

Impert.	1,176	56	0	56
Pert.	0,718	73	35	38

Indicadores Visuales relevados

Cuadro No. 11: Puntajes asignados a los indicadores estudiados.

Indicadores Relevados	Puntaje Asignado
Generales del Predio	Escala de 1-10
Sistematización de la chacra	5
Diversidad Natural Circundante	7
Cobertura del Suelo	7
Erosión	7
Puntaje Promedio	6.5
Del Cultivo	
Competencia por malezas	6
Apariencia	8
Crecimiento del Cultivo	8
Puntaje Promedio	7.3
Del Suelo	Pert. - Impert.
Estructura	5 - 7
Porosidad	5 - 5.5
Conteo de Lombrices	0 - 2
Puntaje Promedio	4.75 - 6.25

Prueba de estructura para muestra perturbada



Prueba de porosidad para muestra perturbada

Prueba de estructura para muestra imperturbada



Prueba de porosidad para muestra imperturbada

9.3.13 Caso No. 13

Ubicación del Predio: Puntas del Arroyo Pando – Ruta 6, km 63 – Canelones

Superficie: 25 has

Sistema de Producción: Orgánico

Rubros de Producción: Horticultura y Ganadería

Cuadro Estudiado: Cultivo de Frutilla

Tipo de Suelo presente: Vertisol Rúptico Lúvico L. Ac.

Unidad de Suelos: Libertad



Cuadro No. 1: Caracterización General del Predio en base a entrevista realizada al productor.

Mano de obra	Familiar (2)	Asalariada (2)	Zafra (15)
Maquinaria	Tractor (1)	Herramientas e instalaciones en buen estado	Recibe servicio de maquinaria Cincel
Riego	Aspersión	Goteo	Agua buena calidad
Cultivos realizados	Frutilla, puerro, zapallo, tomate dos ciclos	Híbridos mas de dos por cultivo	Rendimientos altos
Aspectos relevantes	Asesoramiento Técnico	Lleva registros	Rotación de cultivos
Producción animal	Vacunos		
Comercialización	Directa Minoristas	Supermercados	50 Km.
Apreciaciones del productor sobre su suelo y manejos	Suelos de buena calidad	Abono verde mejora la estructura	Mejora la estructura con el manejo en general de la chacra
	Mantiene la humedad	Infiltra fácil	

Cuadro No. 2: Descripción del Perfil de Suelo.

Clasificación:	Vertisol	Suelo:	Imperturbado	Exposición:	Sur
Pendiente:	2,5-3,0%	Pedregosidad:	Nula	Fecha:	19/10/05
Lugar:	Borde alambre	Drenaje Ext.:			
Vegetación:	Chirca-carq.-gram				
Microrelieve:	Ladera suave				

		Productor:		Jorge Garrido		
Hor. y subhor.	Espesor (cm)	Transición	Color Matriz	Moteado	Textura	Raíces
A	0 – 24				FrAc	Si
AB	25 – 27				Ac	
B	27 – 50				Ac	
BC	51 – 65				Ac	
C	66 +			Calcáreo	Ac	



Parámetros Químicos Evaluados para el suelo Imperturbado

Cuadro No. 3: Valores de análisis químico del suelo Imperturbado.

P	Ca	Mg	K	Na	A.Tit.	CICpH₇	Bases T.	% Sat	pH (H₂O)	pH (KCl)	C.Or g	M.O. %
μg	meq/100	meq/100	meq/100	meq/100	meq/100	meq/100	meq/100	Base	(H ₂ O)	(KCl)	%	%
P/g	g	g	g	g	g	g	g	s))	%	%
5,40	28,60	4,93	0,88	0,34	3,74	38,49	34,75	90,29	6,57	5,59	2,73	4,69

Parámetros Físicos Evaluados para el suelo Imperturbado

Cuadro No. 4: Análisis de Textura, Densidad Aparente y estabilidad estructural realizado en Laboratorio, para muestras tomadas a una profundidad de 20 cm.

Partícula	%	D. Ap.	gr/cm ³	E.E.	mm.
Arena	17	Muestra1	1.06	Muestra1	3.90
Arcilla	27	Muestra2	1.29	Muestra2	3.65
Limo	56		1.17		3.78

Descripción del cuadro de cultivo y manejos realizados

Cuadro No. 5: Manejos realizados en el cuadro de cultivo.

	Año 2005			Año 2004				Año 2003				Año 2002				Año 2001			
	P	I	O	V	P	I	O	V	P	I	O	V	P	I	O	V	P	I	O
C	F	F	F	F	F	F	M	Mo			P								
I						E	A			EA	EA	AV							
M	P	P	P	P	P	L	L	LV	LV	B		LV	PP	P	PP	PP	PP	PP	PP
	M	M	M	M	M	V	V							P					

Referencias de cuadro: CC: Cultivo Comercial | I: Incorporaciones | M: Manejos
 F: Frutilla | AV: Abono Verde | M: Mulch | Mo: Moa
 EA: Estiércol Aves | PP: Pradera Permanente | P: Papa
 LV: Laboreo Vertical | B: Barbecho

Factores que caracterizan su manejo de suelos

Incorporaciones

Incorporación de estiércol: el estiércol incorporado es de cama de pollo y ponedora. El material se utiliza seco y la dosis es definida en función de análisis de suelo y cultivo a implantar. Recibe asesoramiento técnico. En general la aplicación se hace 3 meses antes del cultivo y varía entre los 10 y 15 tt por há. Ha notado cambios mejorando el suelo, ayudando en la descomposición del abono verde y como nutrición para las plantas. Expresa como desventaja que aumenta los niveles de Fósforo y de Potasio.

Compost: no lo utiliza.

Abonos Verdes y Cultivos de Cobertura

Abonos Verdes: las especies utilizadas son la moha, maíz, avena (solo ocasionalmente) y rastrojo de zapallo. Los abonos son cortados primero con chirquera y los deja secar al sol. Posteriormente son incorporados a 20-30 cm. de profundidad con excéntrica, reja y cincel en el estado de grano lechoso.

Ha notado cambios en cuanto a la mejora de la estructura y en la disminución de malezas. No encuentra desventajas visibles al manejo, si bien considera como limitante las herramientas.

Cultivos de Cobertura: utiliza trébol blanco y lotus con este fin, lo realiza en la entrefila de los cultivos de frutilla con el fin de controlar las malezas y generar un hábitat favorable para insectos predadores.

Praderas Permanentes: Las utiliza como descanso de la tierra en las rotaciones y alimento de ganado. En los casos donde el manejo fue con praderas la mejora de la estructura fue mejor.

Mulch

El uso del mulch es realizado en los cultivos de frutilla y tomate. Utiliza nylon negro. Se registro como problema el descarte del material y el residuo que queda en la tierra.

Tipo de Laboreo

Laboreo vertical.

Manejo de malezas

Abono verdes y carpidas durante el cultivo. Siembra de Lotus y trébol en entrefila en cultivo de frutilla

Descripción del suelo de la parcela bajo estudio

Cuadro No. 6: Descripción del perfil de la parcela estudiada.

Clasificación: Vertisol	Suelo: Perturbado	Exposición: Sur
--------------------------------	--------------------------	------------------------

Pendiente: 3,00% **Pedregosidad:** Nula **Fecha:** 19/10/05
Lugar: Cuadro Cultivo **Drenaje Ext.:**
Vegetación: Frutilla
Microrelieve: Ladera alta

Productor:						
Hor. y subhor.	Espesor (cm)	Transición	Color Matriz	Moteado	Textura	Raíces
A	0 - 27				FrAc	Si
AB	27 - 30				Ac	Si
B*	31 - 77				Ac	Si
BC	77 - 89				Ac	
C	89 +				AcL	
*Concr.CaCo 3						



Parámetros Químicos Evaluados para el suelo Perturbado

Cuadro No. 7: Valores de análisis químico del suelo bajo cultivo.

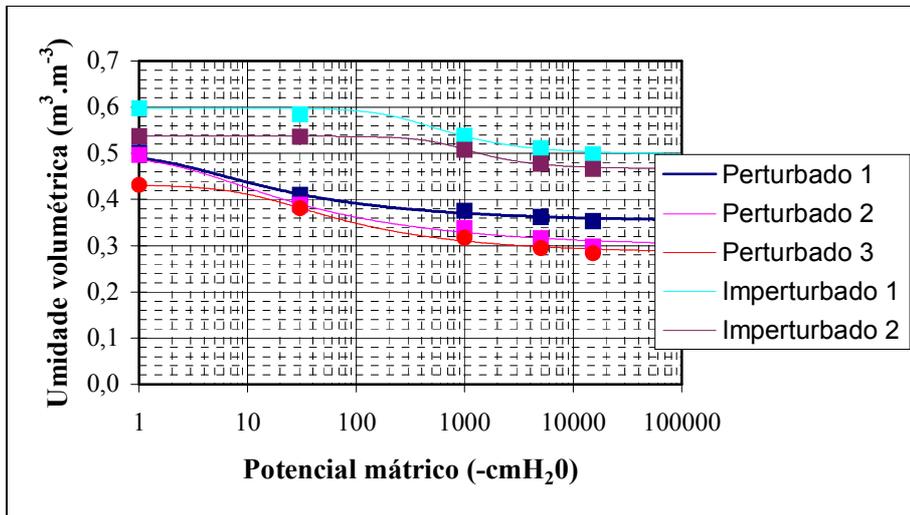
Bray	Ca	Mg	K	Na	A.Tit.	CICpH₇	Bases	%	pH	pH	C.Or	M.O
I	Ca	Mg	K	Na	A.Tit.	CICpH₇	T.	Sat	pH	pH	g	.
$\mu\text{g P/g}$	Meq/100 g	meq/100 g	meq/100 g	meq/100 g	meq/100 g	meq/100 g	meq/100 g	Bases	(H ₂ O)	(KCl)	%	%
159,3 0	28,40	7,02	2,46	0,50	4,11	42,49	38,38	90,33	6,69	6,04	2,66	4,58

Parámetros Físicos Evaluados para el suelo Perturbado

Cuadro No. 8: Análisis de Textura, Densidad Aparente y estabilidad estructural realizado en Laboratorio, para muestras tomadas a una profundidad de 20 cm.

Partícula	%	D.A.	gr/cm³	E.E.	mm.
Arena	18	Muestra1	0.639	Muestra1	3.11
Arcilla	31	Muestra2	0.824	Muestra2	2.6
Limo	51	Muestra3	0.693		
		Promedio	0.72	Promedio	2.86

Gráfico No. 1: Curvas de Retención de Agua para los suelos Imperturbados (2 muestras) y Perturbados (3 muestras).



Cuadro No. 9: Cálculo de indicadores que se desprenden del Gráfico No. 1.

	Pert		Impert.		Promedio Impert.	Promedio pert.
	Pert.	Pert.	Impert.	Impert.	Impert.	pert.
Agua a						
15000	0.353	0.298	0.28	0.498	0.467	0.31166
Agua a 1	0.501	0.497	0.43	0.598	0.537	0.5675
A.D.	0.148	0.199	0.15	0.1	0.07	0.085
Microp. 60	0.399					
cm	3	0.3727	0.36	0.5956	0.5368	0.5662
						0.37793

Cuadro No. 10: Cálculo de Porosidad total y % de macroporos calculados a través de la fórmula empírica $(1-D.A./2.66)*100$ y el porcentaje de microporos obtenido con la curva de retención de agua.

SUELO	D.A. (g/cm ³)	P.T. (%)	MACROP. (%)	MICROP. (%)
Impert.	1,176	56	0	56
Pert.	0,718	73	35	38

Indicadores Visuales relevados

Cuadro No. 11: Puntajes asignados a los indicadores visuales de sostenibilidad de suelos evaluados.

Indicadores Relevados	Puntaje Asignado
Generales del Predio	Escala de 1-10
Sistematización de la chacra	5
Diversidad Natural Circundante	7
Cobertura del Suelo	8
Erosión	8
Puntaje Promedio	7
Del Cultivo	
Competencia por malezas	9
Apariencia	9
Crecimiento del Cultivo	9
Puntaje Promedio	9
Del Suelo	Pert. - Impert.
Estructura	8-4
Porosidad	7-4
Puntaje Promedio	7.5-4

Foto de fractura de la muestra imperturbada para análisis de estructura según IVSS.



Foto de un terrón de la muestra imperturbada para análisis de porosidad según IVSS.



9.3.14 Caso No. 14

Ubicación del Predio: Paraje San Bautista - Ruta 6, camino Valle Alegre

Superficie: 8 has

Sistema de Producción: Convencional

Rubros de Producción: Horticultura

Cuadro Estudiado: Cultivo de Frutilla

Tipo de Suelo presente: Vertisol Rúptico Lúvico L. Ac.

Unidad de Suelos: Formación Libertad



Cuadro No. 1: Caracterización General del Predio en base a entrevista realizada al productor.

Mano de obra	Familiar (3)	Asalariada (0)	Zafra (4)
Maquinaria	Tractor (1)	Herramientas de gran potencia, atomizadoras e instalaciones en buen estado	Recibe servicio de maquinaria
Riego	Goteo		Agua calidad regular, río
Cultivos realizados	Frutilla, melón y morrón	Híbridos, uno en gral.	Rendimientos altos
Aspectos relevantes	Asesoramiento técnico	No lleva registros	No rota cultivos
Producción animal	No		
Comercialización	Directa Mayorista	Mercado modelo	Distancia al mercado 80 km.
Apreciaciones del productor sobre su suelo y manejos	Suelos de buena calidad	Le gustaría hacer abonos verdes	El suelo se seca rápidamente
	El suelo infiltra fácil		

Cuadro No. 2: Descripción del Perfil de Suelo Imperturbado, fase profunda.

Clasificación:	Vertisol Rúptico Lúvico L. Ac.	Suelo:	Imperturbado	Exposición:	Norte
Pendiente:	1,00%	Pedregosidad:	Nula	Fecha:	19/10/05
Lugar:	Borde alambre	Drenaje Ext.:			
Vegetación:	Campo Natural				

Microrelieve :	Bajo				
--------------------------	------	--	--	--	--

Productor:

Hor. y subhor.	Espesor (cm)	Transición	Color		Textura	Raíces
			Matriz	Moteado		
A	0 – 38	Gr	10 YR 2/2		FrLAc	Si
AB	38 – 41	Gr	10 YR 3/2		Ac	Si
B	41 – 100	Gr	10 YR 3/2	Rojizos	Ac	Si
BC	100 – 120			Pocos	Ac	
C	120 +			puntos	Ac	

Referencias de cuadro: 10 YR 2/2 dark brown | 10 YR 3/2 very dark grayish brown

*El suelo presenta revestimientos tipo chocolate en rama en el horizonte B y concreciones de carbonato de calcio en el horizonte BC y C.



Año 2000			
V	P	I	O
F	F	F	F
Ah	Ah	Ah	Ah
FQ	FQ	FQ	LI
M	M	M	FQ
			M

Referencias de cuadro: CC: Cultivo Comercial | I: Incorporaciones | M: Manejos
 F: Frutilla | LI: Laboreo inversión | B: Barbecho
 Ah: Aplicación herbicida | M: Mulch | FQ: Fertilización Química

Factores que caracterizan su manejo de suelos

Fertilización

Realiza análisis todos los años. Tiene como estrategia la fertilización de base con fosfato de amonio y acompañar el ciclo con una batería de fertilizantes foliares que van entre 5 y 6 diferentes, mencionando Calcio y Aminon como los mas recordados.

Mulch

El uso del mulch es realizado en los cultivos de frutilla. Utiliza nylon negro.

Manejo de malezas

Aplicación de herbicida y laboreo continuo en los cuadros en barbecho. Aplicaciones de herbicida con cultivos instalados en entrefila y carpidas.

Descripción del suelo de la parcela bajo estudio

Cuadro No. 6: Descripción del perfil de la parcela estudiada, fase profunda.

Clasificación:	Vertisol Rúptico Lúvico L. Ac.	Suelo:	Perturbado	Exposición:	Norte
Pendiente:	1,00%	Pedregosidad:	Nula	Fecha:	19/10/05

Lugar:	Cuadro cultivo	Drenaje Ext.:			
Vegetación:	Frutilla				
Microrelieve:	Bajo				

		Productor:				
Hor. y subhor.	Espesor (cm)	Transición	Color Matriz	Moteado	Textura	Raíces
Ap	0 - 18	Gr	10 YR 2/2		FrLAc	Si
AB	19 - 23	Gr	10 YR 3/2		Ac	
B	24 - 64	Gr	10 YR 3/2		Ac	
BC	64 - 90	Cl			Ac	
C	90 +				AcL	

Referencias de cuadro: 10 YR 2/2 dark brown | 10 YR 3/2 very dark grayish brown

*El suelo presenta revestimientos tipo chocolate en rama en el horizonte B y concreciones de carbonato de calcio en el horizonte BC y C.



Parámetros Químicos Evaluados para el suelo Perturbado

Cuadro No. 7: Valores de análisis químico del suelo bajo cultivo.

Bray	Ca	Mg	K	Na	A.Tit.	CICp	Bases	%	PH	pH	C.Or	M.O.
-------------	-----------	-----------	----------	-----------	---------------	-------------	--------------	----------	-----------	-----------	-------------	-------------

I						H₇	T.	Sat			g	
μg P/g	meq/100 g	meq/100 g	meq/10 0g	meq/100 g	meq/10 0g	meq/10 0g	meq/100 g	Bases	(H ₂ O)	(KCl)	%	%
129,40	12,14	3,36	1,07	0,54	2,99	20,10	17,11	85,13	6,02	5,68	1,59	2,73

Parámetros Físicos Evaluados para el suelo Perturbado

Cuadro No. 8: Análisis de Textura, Densidad Aparente y estabilidad estructural realizado en Laboratorio, para muestras tomadas a una profundidad de 20 cm.

Partícula	%	D.A.	gr/cm ³	E.E.	mm.
Arena	27	Muestra1		Muestra1	2.59
Arcilla	21	Muestra2		Muestra2	2.49
Limo	52	Muestra3			
		Promedio		Promedio	2.54

Cuadro No. 9: Cálculo de indicadores que se desprenden del Gráfico No. 1.

	Pert.	Pert.	Pert.	Impert.	Impert.	Promedio Impert.	Promedio pert.
Agua a 15000				0.476	0.464	0.47	
Agua a 1				0.56	0.519	0.5395	
A.D.				0.084	0.055	0.0695	
Microp. 60 cm				0.5301	0.5178		

Cuadro No. 10: Cálculo de Porosidad total y % de macroporos calculados a través de la fórmula empírica $(1-D.A./2.66)*100$ y el porcentaje de microporos obtenido con la curva de retención de agua.

SUELO	D.A. (g/cm ³)	P.T. (%)	MACROP. (%)	MICROP. (%)
Impert.	1,035	61	9	52
Pert.				

Indicadores Visuales relevados

Cuadro No. 11: Puntajes asignados a los indicadores visuales de sostenibilidad de suelos evaluados.

Indicadores Relevados	Puntaje Asignado
Generales del Predio	Escala de 1-10
Sistematización de la chacra	6
Diversidad Natural Circundante	4
Cobertura del Suelo	3
Erosión	6
Puntaje Promedio	4.75
Del Cultivo	
Competencia por malezas	6
Apariencia	6
Crecimiento del Cultivo	6
Puntaje Promedio	6
Del Suelo	Pert. - Impert.
Estructura	5 - 7
Porosidad	5 / 6
Puntaje Promedio	5 – 6.5

Foto de fractura de la muestra perturbada para análisis de estructura según IVSS.



Foto de fractura de la muestra imperturbada para análisis de estructura según IVSS.



9.3.15 Caso No. 15

Ubicación del Predio: Ruta Interbalnearia km 110.500 – Barrio El Pejerrey – Maldonado.

Superficie: 1.25 has

Sistema de Producción: Orgánico

Rubros de Producción: Horticultura y avicultura (ponedoras)

Cuadro Estudiado: Cultivo de Frutilla

Tipo de Suelo presente: Brun. Subeutr. Típico F

Unidad de Suelos: J. P. Varela



Cuadro No. 1: Caracterización General del Predio en base a entrevista realizada al productor.

Mano de obra	Familiar (2)	Asalariada (2)	Zafra (15)
Maquinaria	Tractor (1)	Herramientas e instalaciones en buen estado, rotovador	Recibe servicio de maquinaria pero no es sencillo.
Riego	Aspersión	Goteo	Agua buena calidad, pozo 90 m
Cultivos realizados	Cultivo de hoja, aromáticas, frutilla, papa, zanahoria, tomate	Híbridos mas de dos por cultivo	Rendimientos altos
Aspectos relevantes	No tiene asesoramiento técnico	No lleva registros	Rotación de cultivos
Producción animal	Ponedoras		
Comercialización	Directa Minoristas	Restaurantes	50 Km.
Apreciaciones del productor sobre su suelo y manejos	Suelos difíciles de manejar, poco profundos	Abono mejora Estructura, no hay cascotes de tierra	Quisiera realizar cero laboreo
	Se secan rápido	Infiltra lento	

Cuadro No. 2: Descripción del Perfil de Suelo.

	Brun. Subeotr.		Imperturbad		
Clasificación:	Típico F	Suelo:	o	Exposición:	Este
Pendiente:	3-4%	Pedregosidad:	Nula	Fecha:	21/10/05

Lugar:	Borde alambre	Drenaje			
		Ext.:	Bueno		
Vegetación:	Campo Natural				
Microrelieve:	Ladera alta				

Productor:

Hor. y subhor.	Espesor (cm)	Transición	Color Matriz	Moteado	Textura	Raíces
A	0 - 10	Cl	7.5 YR 4/2		FrL	Si
Bt1	10 - 29	Cl	10 YR 4/2	**5 YR5 /8	Ac	Si
Bt2	29 - 87	Cl	10 YR 2/2	**5 YR 5/8	Ac	Si
BC	87 - 104	Cl	Mezcla		AcL	
C	104 +		10 YR 6/6		FrL	
			**medios a grandes	**Abund.		
Suelo seco				Irregul.		

Referencias de cuadro: 7,5 YR 4/2 dark gray | 10 YR 4/2 dark grayish brown
 10 YR 2/2 dark brown | 10 YR 6/6 brownish yellow
 5 YR 5/8

Presenta concreciones de carbonato de calcio, pocas y pequeñas.



Parámetros Químicos estudiados para el suelo Imperturbado

Cuadro No. 3: Valores de análisis químico del suelo Imperturbado.

P	Ca	Mg	K	Na	A.Tit.	CICpH	Bases					M.O
μg	meq/100	meq/100	meq/100	meq/10	meq/10	7	T.	% Sat	pH	pH	C.Org	.
P/g	g	g	g	0g	0g	g	g	Bases	(H2 O)	(KCl)	%	%
5,2	5,9	3,2	0,7	0,6	6,4	16,7	10,3	61,9	5,7	4,7	2,07	3,57

Parámetros Físicos Evaluados para el suelo Imperturbado

Cuadro No. 4: Análisis de Textura, Densidad Aparente y estabilidad estructural realizado en Laboratorio, para muestras tomadas a una profundidad de 20 cm.

Partícula	%	D.A.	gr/cm3	E.E.	mm.
Arena	44	Muestra1	1.06	Muestra1	4.6
Arcilla	8	Muestra2	1.35	Muestra2	4.9
Limo	48		1.205		4.75

Descripción del cuadro de cultivo y manejos realizados

Cuadro No. 5: Manejos realizados en el cuadro de cultivo.

Año 2005				Año 2004				Año 2003				Año 2002				Año 2001			
		I	O	V	P	I	O	V	P	I	O	V	P	I	O	V	P	I	O
CC		F	F	F	F	F	HA	HA	HA										
I			C		C		C	C	C										
M						RR	LV		RR	LV									

Referencias de cuadro: CC: Cultivo Comercial | I: Incorporaciones | M: Manejos
 F: Frutilla | C: Incorporación de compost | RR: Rotovador
 HA: Habas | LV: Laboreo vertical

Factores que caracterizan su manejo de suelos

Incorporaciones

Incorporación de estiércol: el estiércol incorporado es de ponedora. El material es acopiado en una pila y se le agregan ramas y pastos. No se hace un manejo específico ni se voltea la pila. Se utiliza seco y la dosis es definida en función de la cantidad disponible. En general la aplicación se hace al implantar los cultivos.

En opinión del productor si no aplica el abono no responden los cultivos. Como desventaja menciona que se lava.

Compost: no lo utiliza.

Abonos Verdes y Cultivos de Cobertura

No realiza

Mulch

El uso del mulch es en los cultivos de frutilla. Utiliza nylon negro.

Ha realizado prácticas con mulch orgánico, con material seco. En su opinión mantiene la humedad en tiempo seco, considera los insectos presentes como benéficos y mejora la textura al incorporarlo. Como desventaja menciona que utiliza materiales que son malezas.

Tipo de Laboreo

Laboreo vertical, utiliza rotovador arriba del cantero.

Manejo de malezas

Laboreo y carpidas durante el cultivo.

Descripción del suelo de la parcela bajo estudio

Cuadro No. 6: Descripción del perfil de la parcela estudiada.

Clasificación:	Brun. Subeutr. Típico F	Suelo:	Perturbado	Exposición:	Este
Pendiente:	3-4%	Pedregosidad:	Nula	Fecha:	21/10/0 6
Lugar:	Cuadro Frutilla	Drenaje Ext.:			

Vegetación:	Frutilla				
Microrelieve:	Ladera Alta				

Productor:

Hor. Y subhor.	Espesor (cm)	Transición	Color Matriz	Moteado	Textura	Raíces
A	0 - 12		10 YR 3/2		FrL	Si
Bt1	12 - 28		10 YR 3/2	*5 YR 5/8	Ac	Si
Bt2	28 - 50		10 YR 3/2	*5 YR 5/8	Ac	
BC	51 - 60				AcL	
C	61 +		10 YR 5/6			
				*peq. Y		
*Humedo/riego				Abund.		

Referencias de cuadro: 10 YR 3/2 very dark grayish brown | 10 YR 5/6 yellowish brown
5 YR 5/8

El horizonte Bt1 presenta pocos revestimientos y alargados.



Cuadro No. 7: Valores de análisis químico del suelo bajo cultivo.

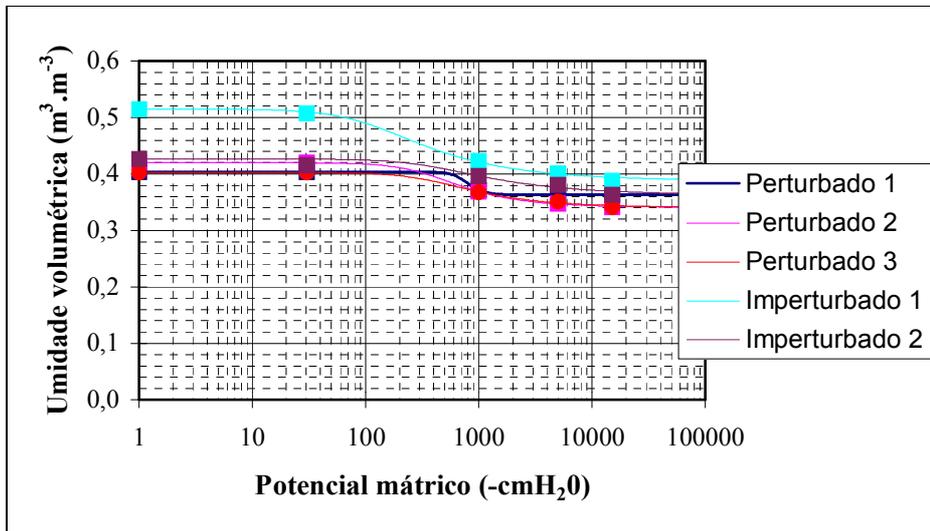
Bray	Ca	Mg	K	Na	A.Tit.	CICpH	Bases	%	pH	pH	C.Or	M.O
I						7	T.	Sat			g	.
μg	meq/100	meq/100	meq/100	meq/10	meq/100	meq/100	meq/10		(H ₂	(KCl		
P/g	g	g	g	0g	g	g	0g	Bases	O))	%	%
330,1	-	1,6	1,1	0,2	2,2	5,1	2,9	56,4	7,0 *	6,4	1,77	3,04

Parámetros Físicos Evaluados para la parcela de cultivo

Cuadro No. 8: Análisis de Textura, Densidad Aparente y estabilidad estructural realizado en Laboratorio, para muestras tomadas a una profundidad de 20 cm.

Partícula	%	D.A.	gr/cm ³	E.E.	mm.
Arena	40	Muestra1	1.4	Muestra1	4.45
Arcilla	14	Muestra2	1.37	Muestra2	3.5
Limo	46	Muestra3	1.42		
		Promedio	1.4	Promedio	3.98

Gráfico No. 1: Curvas de Retención de Agua para los suelos Imperturbados (2 muestras) y Perturbados (3 muestras).



Cuadro No. 9: Cálculo de indicadores que se desprenden del Gráfico No. 1.

	Pert.	Pert.	Pert.	Impert.	Impert.	Promedio Impert.	Promedio pert.
Agua a 15000	0.363	0.341	0.34	0.388	0.363	0.3755	0.34833
Agua a 1	0.404	0.42	0.4	0.515	0.427	0.471	0.409
A.D.	0.041	0.079	0.06	0.127	0.064	0.0955	0.0606
Microp. 60 cm	0.404	0.4191	0.4	0.5016	0.426	0.4638	0.40843

Cuadro No. 10: Cálculo de Porosidad total y % de macroporos calculados a través de la fórmula empírica $(1-D.A./2.66)*100$ y el porcentaje de microporos obtenido con la curva de retención de agua.

SUELO	D.A. (g/cm3)	P.T. (%)	MACROP. (%)	MICROP. (%)
Impert.	1,205	55	9	46
Pert.	1,396	48	7	41

Indicadores Visuales relevados

Cuadro No. 11: Puntajes asignados a los indicadores visuales de sostenibilidad de suelos evaluados.

Indicadores Relevados	Puntaje Asignado
Generales del Predio	Escala de 1-10
Sistematización de la chacra	6
Diversidad Natural Circundante	8
Cobertura del Suelo	7
Erosión	6
Puntaje Promedio	6.75
Del Cultivo	
Competencia por malezas	4
Apariencia	8
Crecimiento del Cultivo	7
Puntaje Promedio	6.3
Del Suelo	Pert. - Impert.
Estructura	5-3
Porosidad	6-5
Puntaje Promedio	5.5-4

Foto de fractura de la muestra imperturbada para análisis de estructura según IVSS.



9.3.16 Caso No. 16

Ubicación del Predio: Colonia Victoriano Suárez

Superficie: 21 has

Sistema de Producción: Orgánico

Rubros de Producción: Hortícola

Cuadro Estudiado: Lechuga

Tipo de Suelo presente: Brun. Eutr. (Subeutr.) Típico L Ac.

Unidad de Suelos: J. P. Libertad



Cuadro No. 1: Caracterización General del Predio en base a entrevista realizada al productor.

Mano de obra	Familiar (1)	Asalariada (0)	Zafra (0)
Maquinaria	Tractor (0)	Herramientas e instalaciones en estado regular. Arado sin vertedera tirado por caballo	Recibe servicio de maquinaria
Riego	Aspersión		Agua de buena calidad, tajamar
Cultivos realizados	Lechuga, Tomate, Papa, Acelga, Morrón, Cebolla, Trigo	Variedades de polinización abierta	Rendimientos altos
Aspectos relevantes	Asesoramiento Técnico	No lleva registros	Rotación de cultivos
Producción animal	No		
Comercialización	Directa Minoristas	Puestos en Piriápolis	Distancia al mercado 30 Km.
Apreciaciones del productor sobre su suelo y manejos	Suelos pobres y poco profundos	Abono verde, han mejorado los suelos, actualmente son mejores	Quisiera manejar mayor variedades de abono verde
	Mantienen la humedad	Infiltra rápido	

Cuadro No. 2: Descripción del Perfil de Suelo.

Clasificación:	Brun. Eutr. (Subeutr.) Típico L Ac.	Suelo:	Imperturbado	Exposición:	SE
Pendiente:	5,00%	Pedregosidad:	Nula	Fecha:	21/10/05
Lugar:	Campo Natural	Drenaje Ext.:	Buena		
Vegetación:	Chirca, gramilla				
Microrelieve:	Ladera Ondulad.				

Productor:						
Hor. y subhor.	Espesor (cm)	Transición	Color Matriz	Moteado	Texturas	Raíces
A	0 - 30	Gr	10 YR 4/2		FrL	Si
AB	30 - 39	Gr	10 YR 3/2		AcL	Si
Bt	39 - 77		10 YR 3/2	2.5 YR 4/8*	Ac	Si
BC	77 - 100		10 YR 4/3	2.5 YR 4/8*	Ac	Si
C	100 +		7.5 YR 5/8		Ac	Si
			*Abundantes mediano-gde			
			Forma irreg.	Óxidos		

Referencias de cuadro: 10 YR 4/2 brown | 10 YR 3/2 very dark grayish brown
7,5 YR 5/8 strong brown | 2,5 YR 4/8*

Arcilla con forma de chocolate en rama, presencia de concreciones de FeMn a partir del horizonte Bt, presencia de calcáreo. Abundantes caras de deslizamiento y películas de arcilla.



Parámetros Químicos Evaluados para el suelo Imperturbado

Cuadro No. 3: Valores de análisis químico del suelo Imperturbado.

P	Ca	Mg	K	Na	A.Tit.	CICpH₇	Bases T.	%	pH	pH	C.Or	M.O
μg	meq/100	meq/100	meq/100	meq/100	meq/100	meq/100	meq/100	Base	(H ₂ O	(KCl	g	.
P/g	g	g	g	g	g	g	g	s))	%	%
6,9	11,0	2,7	0,5	0,6	5,6	20,4	14,8	72,5	6,0	5,1	3,06	5,26

Parámetros Físicos Evaluados para el suelo Imperturbado

Cuadro No. 4: Análisis de Textura, Densidad Aparente y estabilidad estructural realizado en Laboratorio, para muestras tomadas a una profundidad de 20 cm.

Partícula	%	D.A.	gr/cm³	E.E.	mm.
Arena	27	Muestra1	1.26	Muestra1	4.50
Arcilla	17	Muestra2	1.29	Muestra2	4.73
Limo	56	Promedio	1.28	Promedio	4.62

Descripción del cuadro de cultivo y manejos realizados

Cuadro No. 5: Manejos realizados en el cuadro de cultivo.

Año 2005				Año 2004				Año 2003					
I	O	V	P	I	O	V	P	I	O	V	P	I	O

CC	L		T	T			P	P					Av	Av
													V	V
I	C			C					C		AV			
M	LV	B		LV	B	LV		LV	B					LV

Referencias de cuadro: CC: Cultivo Comercial | I: Incorporaciones | M: Manejos
L: Lechuga | P: Papa | AV: Abono Verde | LV: Laboreo Vertical
T: Tomate | C: Compost | B: Barbecho | Av: Avena | V: Vicia

Factores que caracterizan su manejo de suelos

Incorporaciones

Incorporación de estiércol: No realiza

Compost: El material es Abono de ave y restos vegetales principalmente chirca. Se maneja en pilas y se dan vuelta. Lo utiliza al inicio de algunos cultivos. Busca agregar todos los años y la dosis es definida observando las malezas y el cultivo. No recibe asesoramiento técnico.

En la opinión del productor se han notado cambios de mejora en el cultivo.

Abonos Verdes y Cultivos de Cobertura

Abonos Verdes: las especies utilizadas son Avena y Vicia. Los abonos son sembrados en otoño temprano y permanecen con cobertura hasta tres años; donde realiza los abonos van cambiando el tapiz surgiendo Lotus y Raigrass espontáneo. El cultivo se corta primero y se realiza una pasada con arado sin vertedera y sucesivas pasadas con rastra de dientes incorporado el abono a una profundidad de superficie 10 centímetros.

El productor considera que se han producido cambios positivos en la estructura. Encuentra que tiene una limitante que no tiene un rodillo para trabajar mejor la técnica.

Mulch

El uso del mulch es realizado en los cultivos de Lechuga. Utiliza pasto, sin ningún proceso previo. Considera que las plantas no sufren estrés hídrico.

Tipo de Laboreo

Laboreo vertical.

Manejo de malezas

Abono verdes y carpidas durante el cultivo.

Descripción del suelo de la parcela bajo estudio

Cuadro No. 6: Descripción del perfil de la parcela estudiada.

Clasificación:	Brun. Eutr. (Subeutr.) Típico L Ac.	Suelo:	Perturbado	Exposición:	SE
Pendiente:	5,00%	Pedregosidad:	Escasa	Fecha:	10/11/05
Lugar:	Cuadro Lechuga	Drenaje Ext.:	Malo		
Vegetación:	Lechuga				
Microrelieve:	Ladera media				

Productor:						
Hor. y subhor.	Espesor (cm)	Transición n	Color Matriz	Moteado	Textura	Raíces
A	0 - 36	a	10 YR 3/2		FrL	
Bt1	36 - 52	a	10 YR 2/1	5 YR 4/6*	AcL	
Bt2	52 - 94	c		2.5 YR 4/8	Ac	
BC	94 +					
			*Pocos pequeños			

Referencias de cuadro: 10 YR 3/2 very dark grayish brown | 10 YR 2/1 black
5 YR 4/6 yellowish red | 2,5 YR 4/8



Parámetros Químicos Evaluados para la parcela de cultivo

Cuadro No. 7: Valores de análisis químico del suelo bajo cultivo.

Bray I	Ca	Mg	K	Na	A.Tit.	CICpH ₇	Bases T.	% Sat	pH	pH	C.Org	M.O.
μg P/g	meq/100g	meq/100g	meq/100g	meq/100g	meq/100g	meq/100g	meq/100g	Bases	(H ₂ O)	(KCl)	%	%
97,1	11,9	3,4	0,9	0,3	4,5	20,9	16,4	78,5	6,5	5,7	1,64	2,81

Parámetros Físicos Evaluados para la parcela de cultivo

Cuadro No. 8: Análisis de Textura, Densidad Aparente y estabilidad estructural realizado en Laboratorio, para muestras tomadas a una profundidad de 20 cm.

Partícula	%	D.A.	gr/cm ³	E.E.	mm.
Arena	15	Muestra1	1.18	Muestra1	2.5
Arcilla	17	Muestra2	1.14	Muestra2	3.00
Limo	68	Muestra3	1.31		
		Promedio	1.21	Promedio	2.75

Indicadores Visuales relevados

Cuadro No. 11: Puntajes asignados a los indicadores visuales de sostenibilidad de suelos evaluados.

Indicadores Relevados	Puntaje Asignado
-----------------------	------------------

Generales del Predio	Escala de 1-10
Sistematización de la chacra	5
Diversidad Natural Circundante	9
Cobertura del Suelo	7
Erosión	6
Puntaje Promedio	6.75
Del Cultivo	
Competencia por malezas	6
Apariencia	6
Crecimiento del Cultivo	5
Puntaje Promedio	5.7
Del Suelo	Pert. - Impert.
Estructura	7 - 7
Porosidad	7 - 5
Puntaje Promedio	7-6.5

Foto de fractura de la muestra perturbada para análisis de estructura según IVSS.



Foto de fractura de la muestra perturbada para análisis de estructura según IVSS.



9.3.17 Caso No. 17

Ubicación del Predio: Ruta Interbalnearia, Colonia Victoriano Suárez - Maldonado

Superficie: 23 has

Sistema de Producción: Convencional

Rubros de Producción: Cerdos, ganadería, huevos y horticultura

Cuadro Estudiado: Acelga

Tipo de Suelo presente: Brun. Eutr. (Subeutr.) Típico L. Ac.

Unidad de Suelos: J. P. Varela



Cuadro No. 1: Caracterización General del Predio en base a entrevista realizada al productor.

Mano de obra	Familiar (3)	Asalariada (2)	Zafra (2)
Maquinaria	Tractor (1)	Herramientas, atomizadoras e instalaciones en buen estado	No recibe servicio de maquinaria
Riego	Aspersión		Agua de buena calidad, arroyo
Cultivos realizados	Papa, Acelga, Cebolla, Zapallo, Maíz dulce, Acelga, Tomate dos ciclos	Híbridos, dos en general.	Rendimientos medios
Aspectos relevantes	No tiene asesoramiento técnico	No lleva registros	No rota cultivos
Producción animal	Vacunos, cerdos, gallinas ponedoras.		
Comercialización	Directo consumidor final.	Feria	Distancia al mercado 30 km.
Apreciaciones del productor sobre su suelo y manejos	Suelos degradados algunos por mucho cultivo de papa	Le gustaría hacer praderas mas seguido	Se seca rápidamente
	Infiltra rápido	Pone énfasis en manejo de caídas y rebaje de caminos	

Cuadro No. 2: Descripción del Perfil de Suelo.

	Brun. Eutr. (Subeutr.)				
Clasificación:	Típico L. Ac.	Suelo:	Imperturbado	Exposición:	Este
Pendiente:	1%	Pedregosidad:	Nula	Fecha:	21/10/05
Lugar:	Pradera vieja	Drenaje Ext.:	Bueno		
Vegetación:	Campo Natural				
Microrelieve:	Loma suave				

Productor:						
Hor. y subhor.	Espesor (cm)	Transición	Color Matriz	Moteco	Textura	Raíces
A	0 - 20	a	10 YR 4/3		FrL	
Bt1	20 - 43	c	10 YR 3/3		FrAcL	
Bt2	43 - 65	g	10 YR 3/3	5 YR 4/6*	Ac	
BC	65 - 90	g	10 YR 3/3/4/4	5 YR 4/6*	Ac	
C	90 +		10 YR 4/4			
				*común		
				chicos		

Referencias de cuadro: 10 YR 4/3 brown | 10 YR 3/3 dark brown | 10 YR 4/4 brown
5 YR 4/6 yellowish red

Presenta pocas concreciones de FeMn en el horizonte Bt2 y abundantes caras de deslizamiento en los horizontes Bt1 y Bt2.

Parámetros Químicos Evaluados para el suelo Imperturbado

Cuadro No. 3: Valores de análisis químico del suelo Imperturbado.

P	Ca	Mg	K	Na	A.Tit.	CICpH₇	Bases T.	%	pH	pH	C.Org	M.O.
µg												
P/g	meq/100g	meq/100g	meq/100g	meq/100g	meq/100g	meq/100g	meq/100g	Bases	(H ₂ O)	(KCl)	%	%
6,5	9,0	3,6	1,0	0,5	7,3	21,3	14,0	65,8	5,9	4,9	2,20	3,79

Parámetros Físicos Evaluados para el suelo Imperturbado

Cuadro No. 4: Análisis de Textura, Densidad Aparente y estabilidad estructural realizado en Laboratorio, para muestras tomadas a una profundidad de 20 cm.

Partícula	%	D.A.	gr/cm³	E.E.	mm.
Arena	24	Muestra1	1.25	Muestra1	4.63
Arcilla	13	Muestra2	1.15	Muestra2	4.94
Limo	63	Promedio	1.2	Promedio	4.79

Descripción del cuadro de cultivo y manejos realizados

Cuadro No. 5: Manejos realizados en el cuadro de cultivo.

Año 2005				Año 2004				Año 2003				Año 2002				Año 2001			
		I	O	V	P	I	O	V	P	I	O	V	P	I	O	V	P	I	O
CC		A		M								P			P				
I				EP															
M	Ah	L	Ah	L	An	An	PP	PP	PP	PP	Ah	Ah	L	Ah	Ah	L			
		V		V								F	V		F	V			
		F		F								Q			Q				
		Q		Q															

Referencias de cuadro: CC: Cultivo Comercial | I: Incorporaciones | M: Manejos
A: Acelga | EP: Incorporación de estiércol porcino | P: Papa
PP: Pradera permanente | LV: Laboreo vertical | M: Morrón
An: Animales (Cerdos) | Ah: Aplicación herbicida
FQ: Fertilización Química

Factores que caracterizan su manejo

Fertilización

Realiza análisis de suelos y consulta con técnico el manejo. Tiene como estrategia la fertilización de base son con triple 15 y Urea en el surco. En años utiliza 20-40, 7-40-0 como sustituto del triple 15. Acompaña en el ciclo del cultivo con urea.

Incorporaciones

No realiza como manejo habitual, al cambiar en la rotación, la pradera utilizada en la cría de cerdos a cultivos hortícolas, se produce una incorporación del estiércol de cerdo en forma natural.

Abonos Verdes y Cultivos de Cobertura

No realiza.

Mulch

No utiliza mulch.

Tipo de Laboreo

Laboreo vertical.

Manejo de malezas

Aplicación de herbicida. En cultivos instalados manejo con carpidas.

Descripción del suelo de la parcela bajo estudio

Cuadro No. 6: Descripción del perfil de la parcela estudiada.

	Brun. Eutr. (Subeutr.)				
Clasificación:	Típico L. Ac.	Suelo:	Perturbado	Exposición:	Este
Pendiente:	1,00%	Pedregosidad:	Nula	Fecha:	21/10/05
Lugar:	Cuadro cultivo	Drenaje Ext.:	Bueno		
Vegetación:	Acelga				
Microrelieve:	Pend. Media				

Productor:						
Hor. y subhor.	Espesor (cm)	Transición n	Color Matriz	Moteado	Textura	Raíces
Ap	0 - 15	Cl	10 YR 4/3		FrL	Pocas
AB*	15 - 43	Ab	10 YR 3/2		FrAL	Pocas
Bt	43 - 65	Gr	10 YR 3/2	*	Ac	Pocas
BC	65 - 85	Gr	10 YR 3/2/4/4		Ac	
C	85 +		10 YR 4/4		AcL	
				*común		
				chicos		

Referencias de cuadro: 10 YR 4/3 brown | 10 YR 3/2 very dark grayish brown
10 YR 4/4 brown

En los horizontes inferiores al Bt existe presencia de caras de deslizamiento y películas de arcilla.



Cuadro No. 7: Valores de análisis químico del suelo bajo cultivo.

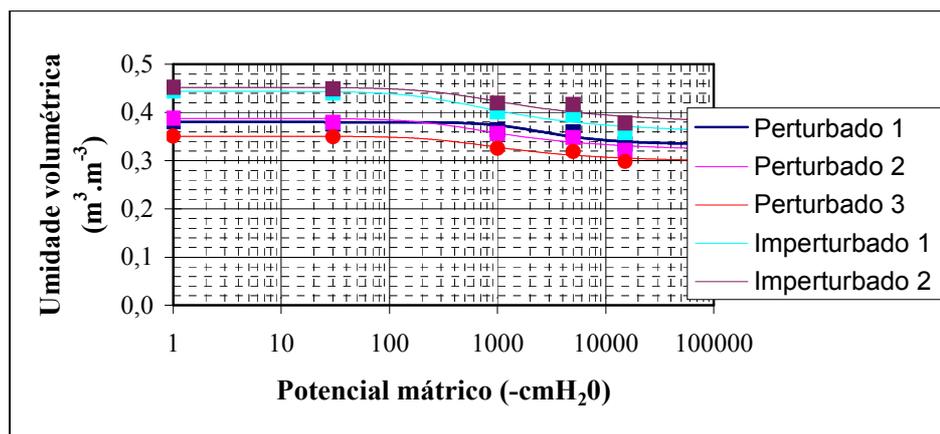
Bray	Ca	Mg	K	Na	A.Tit.	CICpH ₇	Bases T.	%	pH	pH	C.Org	M.O.
μg												
P/g	meq/100g	meq/100g	meq/100g	meq/100g	meq/100g	meq/100g	meq/100g	Bases	(H ₂ O)	(KCl)	%	%
37,7	5,8	1,9	0,4	0,5	5,6	14,3	8,7	60,7	5,5	4,6	1,18	2,03

Parámetros Físicos Evaluados para la parcela de cultivo

Cuadro No. 8: Análisis de Textura, Densidad Aparente y estabilidad estructural realizado en Laboratorio, para muestras tomadas a una profundidad de 20 cm.

Partícula	%	D.A.	gr/cm ³	E.E.	mm.
Arena	27	Muestra1	1.29	Muestra1	2.22
Arcilla	8	Muestra2	1.32	Muestra2	2.30
Limo	65	Muestra3	1.40		
		Promedio	1.34	Promedio	2.26

Gráfico No. 1: Curvas de Retención de Agua para los suelos Imperturbados (2 muestras) y Perturbados (3 muestras).



Cuadro No. 9: Cálculo de indicadores que se desprenden del Gráfico No. 1.

	Pert.	Pert.	Pert.	Imper t.	Impert.	Promedio Impert.	Promedio pert.
Agua a 15000	0.334	0.321	0.3	0.358	0.378	0.368	0.3176
Agua a 1	0.38	0.388	0.35	0.444	0.452	0.448	0.373
A.D.	0.046	0.067	0.05	0.086	0.074	0.08	0.0553
Microp. 60 cm	0.38	0.3863	0.35	0.4415	0.4506	0.00195	0.0009

Cuadro No. 10: Cálculo de Porosidad total y % de macroporos calculados a través de la fórmula empírica $(1-D.A./2.66)*100$ y el porcentaje de microporos obtenido con la curva de retención de agua.

SUELO	D.A. (g/cm3)	P.T. (%)	MACROP. (%)	MICROP. (%)
Impert.	1,2	55	10	45
Pert.	1,336	50	13	37

Indicadores Visuales relevados

Cuadro No. 11: Puntajes asignados a los indicadores visuales de sostenibilidad de suelos evaluados.

Indicadores Relevados	Puntaje Asignado
Generales del Predio	Escala de 1-10
Sistematización de la chacra	2
Diversidad Natural Circundante	7
Cobertura del Suelo	6
Erosión	6
Puntaje Promedio	5.25
Del Cultivo	
Competencia por malezas	6
Apariencia	6

Crecimiento del Cultivo	6
Puntaje Promedio	6
Del Suelo	Pert. - Impert.
Estructura	3 - 5
Porosidad	5 - 5
Puntaje Promedio	4-5