



FACULTAD DE
AGRONOMIA
UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA

**EFFECTO DEL MOMENTO DE INICIO
DEL PERIODO DE BARBECHO QUIMICO SOBRE
LA DISPONIBILIDAD DE N-NO₃ EN SUELO
CRECIMIENTO Y DESARROLLO
DE AVENA SEMBRADA SIN LABOREO**

por

Alfonso ALVAREZ OTTONELLO
Gonzalo DUCOS ABADIE
Fernando MIETTO RODRIGUEZ

T E S I S

2000

MONTEVIDEO

URUGUAY



UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

**EFFECTO DEL MOMENTO DE INICIO DEL PERIODO DE
BARBECHO QUÍMICO SOBRE LA DISPONIBILIDAD DE N-NO₃ EN
SUELO CRECIMIENTO Y DESARROLLO DE AVENA SEMBRADA
SIN LABOREO**

por

Alfonso ALVAREZ OTTONELLO
Gonzalo DUCOS ABADIE
Fernando MIETTO RODRIGUEZ

TESIS presentada como uno de
los requisitos para obtener el
título de Ingeniero Agrónomo

MONTEVIDEO
URUGUAY
2000

Tesis aprobada por:

Director: Ing. Agr. Oswaldo Ernst
Nombre completo y firma

Ing. Agr. Grisel Fernández
Nombre completo y firma

Ing. Agr. Esteban Hoffman
Nombre completo y firma

Fecha: _____

Autor: Alfonso Alvarez Ottonello
Nombre completo y firma

Gonzalo Ducos Abadie
Nombre completo y firma

Fernando Mietto Rodriguez
Nombre completo y firma

AGRADECIMIENTOS

- A nuestras familias por apoyarnos siempre.
- .Al Ing. Agr.Oswaldo Ernst por la orientación académica necesaria la para la realización de este trabajo.
- Al personal de biblioteca de Facultad de Agronomía.
- A todos los que de una u otra forma colaboraron con esta Tesis.

DEDICADO A

Mi familia y dos amigos que acompañaron en esta tesis.

Alfonso, Gonzalo, Fernando

TABLA DE CONTENIDO

PÁGINA DE APROBACIÓN	II
AGRADECIMIENTOS	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES	VII
<u>1.INTRODUCCIÓN</u>	1
<u>2.REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u>	3
2.1.LOS RASTROJOS EN SUPERFICIE	3
2.1.1. <u>Cambios en el régimen térmico</u>	3
2.1.2. <u>Cambios en el régimen hídrico</u>	4
2.2. EVOLUCIÓN DE LA MATERIA ORGÁNICA	5
2.3. DINÁMICA DEL NITRÓGENO EN SIEMBRA DIRECTA	6
2.3.1. <u>Conceptos</u>	7
2.3.2. <u>Dinámica del nitrógeno</u>	7
2.4. PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO	10
2.4.1. <u>Calidad de la sementera</u>	10
2.4.2. <u>Densidad aparente, Compactación y Agregación</u>	10
2.4.3. <u>Crecimiento radicular</u>	13
2.5. Descomposición e rastrojos	14
2.5.1. <u>Tiempo de barbecho</u>	14
2.5.2. <u>Producción de fitotoxinas</u>	15
<u>3.MATERIALES Y METODOS</u>	18
3.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES	18
3.1.1. <u>Ubicación del experimento</u>	18
3.1.2. <u>Descripción del tipo de suelo</u>	18
3.1.3. <u>Historia de chacra</u>	18
3.2. DISEÑO EXPERIMENTAL	19
3.2.1. <u>Tratamientos</u>	19
3.3. MANEJO DEL ENSAYO	21
3.4. DETERMINACIONES REALIZADAS	23
3.4.1. <u>En suelo</u>	23
3.4.1.1. Nitrógeno en suelo	23
3.4.1.2. Resistencia a la penetración	24
3.4.2. <u>En planta</u>	24
3.4.2.1. Materia seca	25
3.4.2.2. Porcentaje de nitrógeno	25
3.4.2.3. Implantación	26
3.4.2.4. Crecimiento y desarrollo	26
3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	26
<u>4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	28

4.1. CARACTERIZACION CLIMATICA	28
4.2. EFECTO DEL MANEJO DEL SUELO SOBRE LA EVOLUCION Y CONSERVACION DE NITROGENO EN EL SUELO	30
4.2.1. <u>Periodo de acumulaci3n de nitr3geno</u>	33
4.2.2. <u>Periodo de p3rdidas de nitr3geno</u>	35
4.3. EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS EN LA RESISTENCIA A LA PENETRACION	40
4.4. EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS EN LA IMPLANTACION Y DESARROLLO DE LA AVENA	44
4.5. EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS SOBRE LA PRODUCCION DE MATERIA SECA DE LA AVENA	49
5. <u>CONCLUSIONES</u>	51
6. <u>RESUMEN</u>	53
7. <u>SUMMARY</u>	54
8. <u>BIBLIOGRAFIA</u>	55
9. <u>APENDICES</u>	64

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

CUADROS	Página
1. Análisis de suelo. Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca, Dirección General de Recursos Naturales Renovables. División de Suelos y Aguas.	18
2. Nomenclatura y descripción de los tratamientos.	20
3. Aportes de agua por precipitación y riego.	29
4. Efecto del manejo del barbecho sobre la disponibilidad de N-NO ₃ (ppm) en el suelo de 0-20 cm.	30
5. Efecto de la interacción Tratamiento por profundidad en la disponibilidad de N-NO ₃ (ppm) en el suelo de 0-20 cm.	30
6. Efecto del manejo del barbecho sobre el crecimiento inicial de avena y la absorción de nitrógeno.	49
ILUSTRACIONES	
1. Cronología de operaciones de siembra y riego.	22
2. Cronología de aplicación de herbicidas en los tratamientos.	22
3. Cronología de las determinaciones.	23

4. Precipitaciones del año 2000 en relación al promedio histórico.	28
5. Precipitaciones en mm a partir de 45 días post-inicio.	29
6. Evolución de las temperaturas Máxima, Mínima y Media.	30
7. Evolución del contenido de N-NO ₃ de 0-10 cm y de 10-20 cm durante el período experimental (25/11/99 al 25/05/00) en respuesta al manejo del barbecho.	32
8. Contenido de N-NO ₃ de 0-10 y de 10-20 cm en tratamientos con y sin cobertura de los 24 a los 68 días post inicio.	33
9. Contenido de N-NO ₃ de 0-10 y de 10-20 cm a los 47 días post inicio en los grupos de tratamientos.	35
10. Sumatoria de Nitrógeno en planta y suelo (0 a 10 cm), a los 89 días post-inicio.	36
11. Incremento en el contenido de N-NO ₃ entre los 111 y 131 días post-inicio en los distintos manejos de barbecho.	38
12. Evolución del contenido de N-NO ₃ en P1 y P2 vs P3 y P4 de 0-20 cm de los 111 a los 131 días post-inicio.	39
13. Efecto de los tratamientos sobre la frecuencia de puntos con menos de 2 kg/cm ² .	41
14. Promedio de frecuencia de puntos con menos de 2 kg/cm ² en tratamientos con cobertura (P1, P2, P3, P4, M+r y M-r) y sin cobertura (BM y BL).	42
15. Porcentaje de ocurrencia de valores con menos de 2 kg/cm ² de resistencia a la penetración con distintos largos de barbecho a partir de pradera.	43
16. Evolución del número de plantas/m ² en función del manejo del barbecho.	44
17. Efecto del tiempo de barbecho sobre la implantación de avena sembrada sin laboreo sobre pradera.	46

18. Numero final de plantas/m2 obtenidas en P2 vs resto de tratamientos con primer aplicación del herbicida el 26/11/99.	47
19. Efecto del manejo del barbecho sobre el desarrollo fenológico del cultivo de avena a los 29 dias post-siembra.	47
20. Efecto del tiempo en barbecho sobre el desarrollo de avena sembrada sin laboreo sobre pradera.	48
21. Efecto del manejo del barbecho sobre la producción de materia seca/ha de avena a los 60 dias de la siembra	50

1. INTRODUCCION

El No-till, conocido como la siembra directa; es un sistema de preparación del suelo y de la vegetación para la siembra, en donde la perturbación que se realiza en el suelo para la colocación de las semillas es mínima.

Las semillas son ubicadas en una angosta cama de siembra o surco. El control de la vegetación se realiza por medio del uso de herbicidas, fundamentalmente del glifosato (García Prechac, 1997).

En sistemas manejados bajo siembra directa, existen alteraciones en variables que interaccionan. Se dan cambios en la dinámica de los nutrientes, agua, temperatura, enmalezamientos, plagas y enfermedades. Todo estos cambios llevan a utilizar una tecnología distinta a la utilizada en un sistema de laboreo convencional.

En laboreo convencional las operaciones entre el laboreo primario y la siembra tienen como principal objetivo eliminar la vegetación existente en el suelo, según estudios citados por Shear (1985), para que deje de utilizar factores de crecimiento como son agua y nutrientes, eliminando la futura competencia.

El mismo concepto debe ser tenido en cuenta en siembra directa y los cultivos manifiestan esa competencia con disminuciones del rendimiento. Para que esto no ocurra hay que hacer un correcto uso de los herbicidas y de sus momentos de aplicación.

La hipótesis de este trabajo, sostiene que existe una diferencia en el establecimiento y crecimiento inicial de un cultivo, que afecta su rendimiento, según el momento en el cual se controla la vegetación, con respecto a la siembra.

Se plantea que la interacción entre fecha de muerte y tipo de vegetación presente antes de la siembra, (entendiéndose por tipo, principalmente la cantidad de la misma, y su relación C/N, que afectan directamente su tiempo de degradación), tendrá un impacto sobre la calidad de la sementera.

El objetivo de este trabajo es establecer el momento óptimo de control de la vegetación para lograr un alto porcentaje de implantación y buen crecimiento inicial del cultivo, en este caso de invierno.

2. REVISION BIBLIOGRAFICA

2.1. Los rastrojos en superficie

La siembra directa reduce la erosión, disminuye la pérdida de materia orgánica, aumenta el contenido de agua en el suelo, reduce los costos de laboreo y permite una agricultura sustentable en términos productivos y ambientales.

Su efecto sobre las propiedades del suelo como medida para la conservación del mismo, depende de dejar a este cubierto por residuos.

Cuando la cobertura del suelo con rastrojos supera el 50%, se convierte en una efectiva práctica conservacionista, Sprague y Triplet (1986), otros autores como Mannering y Fenster, (1977) citan que el mayor efecto se da con un 30% de cobertura. La siembra directa con cobertura de suelo por rastrojos es una medida de manejo efectiva para el control de erosión.

Es el rastrojo y no el suelo quien intercepta las gotas de lluvia absorbiendo su energía, así de esta manera no se da el proceso de desagregación de los agregados y además se disminuye el escurrimiento, por lo que también reduce el segundo paso del proceso erosivo que es el transporte de las partículas del suelo, entonces los residuos contribuyen a la conservación del suelo.

2.1.1 Cambios en el régimen térmico

Los residuos en superficie tienden a incrementar el Albedo, disminuyendo la radiación neta, por lo tanto la cantidad de energía disponible para calentar el aire, calentar el suelo y para evaporar agua (directa o a través de las plantas) es menor (García Préchac, 1997).

Un suelo cubierto con residuos, además de la reducción de la radiación neta, menor proporción de esta se destina a calentar el suelo, (según García Préchac, 1997) debido a la baja conductividad térmica de los residuos, por su alto volumen ocupado por aire.

También es menor la energía destinada a evaporar agua, lo que resulta en un mayor contenido de agua en el perfil. Esto aumenta el calor específico del suelo y la conductividad térmica difunde el calor más rápido en profundidad, por lo tanto la superficie tiende a estar más fría. (García Préchac, 1997)

Los suelos en siembra directa y rastrojo en superficie están más fríos y presentan una amplitud térmica menor que aquellos que son laboreados.

2.1.2. Cambios en el régimen hídrico

Un suelo con cobertura tiene menor energía destinada a evaporar agua y por lo tanto como se aumenta la infiltración y tiene menos pérdidas, el contenido de agua en el suelo es mayor.

Con al menos 50% de cobertura se aumenta la infiltración y disminuye la evaporación. Unger y Paker, (1968) citan que en siembra directa la evaporación se reduce en un 57% si tenían el suelo cubierto quedando mas agua para las plantas.

El rastrojo en superficie permite además conservar el agua almacenada ya que retarda la evaporación lográndose un uso más eficiente de la misma.

Es necesario enfatizar que a una mayor irregularidad climática de una zona se requiere que la cuantificación del impacto de la siembra directa sobre el agua en el suelo necesite de una mayor cantidad de ensayos. No obstante el uso de la siembra directa causa cambios en los primeros cm del suelo que favorecen la infiltración y disminuye la evaporación. Esto mejora la eficiencia del barbecho y repercute favorablemente en los rendimientos a pesar de la irregularidad del clima. (Hugo Marelli; José Paniatti, 1998)

De esta manera la bibliografía cita la diferencia en los sistemas, ejemplificando esto estudios realizados en las grandes planicies de los EEUU, muestran la relevancia de utilizar estos conceptos para lograr un mayor rendimiento de los cultivos. (Power y Peterson, 1998; Wilhelm y Meikle, 1999), lo opuesto plantean Burrows et al, (1962) ellos proponen que por encima de los 42

grados norte se debe remover la cobertura del surco a sembrar porque sino estará muy frío y húmedo por lo que se retardará demasiado el crecimiento inicial.

2.2. Evolución de la materia orgánica

La variedad de sustancias orgánicas existentes en el suelo, pueden ser incluidos en dos grandes grupos:

- restos orgánicos frescos, que son entre 10-15% del total de la materia orgánica.
- sustancias húmicas, originadas de complejas transformaciones de los restos frescos y son el restante 85-90% de la materia orgánica.

Los cambios en la materia orgánica pueden ocurrir por varios mecanismos:

- redistribución, mezclado y dilución en profundidad por el laboreo
- oxidación de la materia orgánica por parte de los microorganismos del suelo
- reducción de los ingresos de carbono y nitrógeno
- erosión del suelo

Sin el aporte de residuos solo se puede disminuir la pérdida de C-orgánico del suelo.

La disminución de la materia orgánica del suelo y su degradación, pueden ser disminuidas aumentando las entradas al sistema de carbono y acortando el largo del barbecho (Doran y Elliot, 1999).

También Reeves (1997) en estudios a largo plazo concluye que se puede incrementar el C-orgánico del suelo manejando adecuadamente la fertilización, sumando a esto el retorno de los

residuos, realizando cero laboreo y manejando el sistema con rotaciones de pasturas (de gramíneas y leguminosas) y cultivos. Según García Préchac, (2000) este incremento llega hasta volver al equilibrio inicial del suelo.

Al suspender el laboreo se produce una concentración de la materia orgánica en los primeros centímetros de suelo, que luego desciende bruscamente, a diferencia del laboreo convencional en donde por efecto de la inversión del perfil, la materia orgánica es distribuida más uniformemente. (Carter y Rennie, 1982)

Trabajos de largo plazo, realizados en siembra directa en las grandes planicies de los EEUU, mostraron aumentos del C-orgánico del suelo, que van desde un 12 hasta un 32% (320-550 Kg. C/ Ha /año).(Doran y Elliot, 1998)

La materia orgánica en siembra directa entre los 0-22,5 centímetros es 19% mayor que en suelos labreados. (Dick, 1983) Pero además ocurren variaciones en el ámbito de los pools de materia orgánica, resulta ser más lábil el C-orgánico y el N-orgánico por lo tanto es una biomasa potencialmente más mineralizable y esto está positivamente correlacionado con el contenido de materia orgánica.

Una forma de visualizar este cambio en el pool de la materia orgánica, son los menores contenidos de lignina en la paja de los cultivos realizados bajo siembra directa vs. laboreo convencional. (Sprague y Triplett, 1986)

Existe una correlación entre la susceptibilidad de los restos vegetales a ser descompuestos y la velocidad con la que se realiza ese proceso, con respecto al contenido de lignina de ellos, restos con menos de lignina se descomponen más rápido Silva, (1995), por lo que se puede concluir que en siembra directa los rastrojos se degradarían más rápido.

2.3. Dinámica del nitrógeno en siembra directa

2.3.1. Conceptos

- **MINERALIZACION**

Es la transformación microbiana del nitrógeno orgánico en mineral. La naturaleza de la materia orgánica (si esta es restos frescos en descomposición o humus), la temperatura, el contenido de agua y el pH del suelo, son factores que controlan el proceso.

- **INMOVILIZACION**

Es esencialmente lo opuesto al proceso de mineralización, en donde el N-inorgánico es convertido a N-orgánico, esto reduce la disponibilidad del nitrógeno para las plantas. (Rice y Smith, 1983)

- **DESNITRIFICACION**

Es un proceso en donde el nitrato es reducido a nitrógeno gas, en el proceso de respiración. Es realizado por bacterias anaerobias facultativas que en condiciones de bajo oxígeno utilizan como aceptor de electrones al nitrato.

La desnitrificación se puede esperar con suelos con excesos de agua y ocurren en ciertos periodos el año, para Nebraska se pierde 1 Kg. N / Ha por ciclo.

2.3.2. Dinámica de nitrógeno

Los manejos del barbecho tienen un efecto conocido e importante sobre la conservación del agua y sobre el control de la erosión, pero también tiene un efecto sobre el ciclo del nitrógeno y la transformación de este. (Power y Peterson, 1998)

La actividad biológica del nitrógeno y del carbono se concentra en los primeros centímetros del perfil del suelo de 0-7.6 cm en la siembra directa, lo que tiene un efecto de hacer disponible el N-orgánico más rápido para las plantas. (Doran y Elliot 1999). El potencial de mineralización es un 35% mayor en siembra directa que en laboreo convencional lo que indica una mejor conservación de las formas de N-orgánico.

Puede existir una inhibición de la nitrificación en siembra directa por el uso de los herbicidas, además puede darse la supresión de la nitrificación por la competencia de la heterogeneidad de los microorganismos del suelo en sistemas de siembra directa. Se suma a esto el efecto de la menor temperatura el suelo que según Malhy y McGill los suelos trabajados en siembra directa tienen 1-3 grados menos que suelos laboreados.

Doran y Elliot (1998) concluyen que el suelo en un sistema de siembra directa tiene más agua y es más frío, las reservas de carbono y la actividad biológica se concentran en la superficie 0-7.6 cm del suelo lo que favorece a la inmovilización.

Según Linn y Doren citados por Wilhelm y Meikle, (1998) la siembra directa comparada con el laboreo convencional reduce la pérdida del N-total del suelo, por una menor oxidación de la materia orgánica en un suelo más frío y mejor agregado.

Para los primeros 13 años el nitrógeno se perdió respecto un campo natural en 3, 8, 19 % en siembra directa, laboreo reducido, laboreo convencional. Wilhelm y Meikle, (1998).

Además los autores sugieren que dejar los residuos en la superficie se produce un aumento del nitrógeno total, pero de cierta manera ese nitrógeno está limitado en su disponibilidad para el cultivo posterior, por el efecto de la inmovilización que se produce al descomponer esos residuos.

Este mecanismo en donde se consume N-NO₃ de la solución del suelo y se pasa a N-orgánico en los tejidos microbianos, que a futuro terminara como N-orgánico del suelo por el proceso de humificación; de esta manera N-NO₃ que podía perderse por lixiviación pasa al N-total del suelo.

El manejo del barbecho puede hacer variar la dinámica del nitrógeno en el suelo por las diferencias en la actividad de los microorganismos del suelo, resultado de los cambios en el N-total y la dinámica del agua y el aire del suelo Wilhelm y Meikle (1998).

Trabajos realizados en Marcos Juárez, Córdoba, demuestran que la soja en rotación con el cultivo de maíz bajo siembra directa aumentan el N-total del suelo.

Además los suelos que incorporan la rotación comparados con los suelos bajo monocultivo tienen una mayor capacidad de mineralización (Conti et al 1998)

La rotación de maíz-soja tiene ventajas económicas y ambientales contra el monocultivo de maíz; pero la menor cantidad de rastrojo que queda en superficie luego de hacer soja y su mayor velocidad de descomposición exponen al suelo a una mayor erosión al dejar el suelo con menor cobertura. (Anabayan y Walters 1997)

Los residuos de esa cobertura tienen efectos indeseables sobre el cultivo siguiente, los rastrojos necesitan un tiempo para descomponerse, que desaparezcan las toxinas y no se afecte la siembra posterior. (Fox y Bandel, 1986)

El tipo de rastrojo hace variar el nitrógeno disponible luego del cultivo por lo que inmoviliza cada rastrojo, según los kilos de éste y su relación C/N.

Existe un ascenso en el contenido de nitrógeno del suelo, después de un periodo de descomposición de los rastrojos. (Eck y Jones, 1992)

El día de muerte del cultivo de cobertura afecta el contenido de nitrógeno que tiene y su disponibilidad para el cultivo siguiente.

Matar la cobertura con anterioridad optimiza la cantidad de nitrógeno disponible para el cultivo subsiguiente. El tiempo necesario es función de la relación C/N, de la cobertura vegetal (Brinsfield, Staver 1991, Munawar 1990). Alison (1966) plantea que relaciones C/N que exceden 25/1 inmovilizan nitrógeno tanto del suelo como de la fertilización.

El largo del barbecho, afecta la población y potencial de rendimiento por un menor contenido de agua en el suelo, debido a que la existencia de una vegetación creciendo activamente consume agua que no estará disponible para el cultivo posterior.

La inmovilización del nitrógeno por la descomposición del rastrojo o posibles alelopatías dadas por la liberación de metabolitos intermedios de los microorganismos del suelo

afectaran al cultivo siguiente si no se otorga tiempo necesario para que estos efectos se minimicen y también se plantea un efecto físico de interferencia de los residuos en el contacto semilla suelo.

2.4. Propiedades Físicas del suelo

2.4.1. Calidad de sementera

Preparar una correcta cama de siembra es muy importante y va a depender del tipo de suelo según la textura, contenido de materia orgánica y la intensidad de las precipitaciones luego de la siembra.

La estabilidad y firmeza del suelo son necesarias para mantener su estructura y no imponer un estrés en el crecimiento vegetal.

El ambiente de 0-30 centímetros es diferente luego de 10 años utilizando en un sistema de producción la siembra directa, es más frío, húmedo y menos aeróbico, que un sistema de laboreo convencional (Doran y Elliott 1998).

La temperatura, el agua y los nutrientes están por debajo del óptimo y hacen modificar el desarrollo radicular. El laboreo y la fertilización tienen un impacto directo y otro indirecto sobre el crecimiento, la partición de la materia seca y sobre el índice de área foliar lo que hace a la intercepción de la luz y todo esto impacta sobre el rendimiento del cultivo (Milthorpe y Moorb 1974).

Con el correr de los años se llega a un equilibrio en el suelo, en donde se mejora la estructura del suelo por incremento de la actividad biológica (Pidgeon, 1977).

2.4.2. Densidad aparente, Compactación y Agregación

Las pérdidas de materia orgánica en los primeros 15 centímetros de suelo fueron de 15-40% en laboreo convencional,

15-20% en laboreo reducido y menores del 5% en siembra directa; esto tuvo un efecto en la densidad aparente debido a la relación inversa existente entre las variables gramos Carbono / 100 gramos de suelo y la densidad aparente.

Taboada et al. (1998) comparando siembra directa y laboreo convencional durante 4 años en la Pampa, observaron que no existían diferencias para las variables C-orgánico del suelo y densidad aparente; pero sí se encontraban diferencias en las variables compactación superficial y resistencia a la penetración.

Thomas et al. (1996) citado por Taboada, deja en claro que esa compactación superficial no es un problema para la siembra directa en suelos franco limosos, la cobertura que se mantiene sobre el suelo tiene un efecto de prevención en el aumento de la densidad aparente y la compactación.

Un suelo muy denso significa menos posibilidad de penetración de agua por un menor espacio poroso y una reducida difusión aire (Gantzer y Blake, 1978).

Menores contenidos de agua en el suelo, debido a la extracción del cultivo resulta en una mayor resistencia de penetración, y el cultivo per se afecta el contenido de agua (Dexter, 1987; Unger y Jons, 1998).

El crecimiento de la planta se ve afectado y esto se manifiesta de distintas maneras; se reduce la exploración radicular por unidad de volumen de suelo, produciéndose un engrosamiento de las raíces y menor altura de planta (Bordoli, 2000). Ernst, (1999) comenta que además hay una menor relación parte aérea / raíz.

Masle y Passioura (1987), citados por Kemanian y Leites (1996) establecieron que en un rango de resistencia a la penetración de 1.5-5.4 MPa, el crecimiento aéreo disminuyó más que el radicular en los primeros 22 días post-emergencia.

Esta disminución se verificó en el peso y área foliar por planta, la disminución en el área foliar, es explicada por una menor tasas de expansión foliar ya que el filocron aumenta a mayor resistencia a la penetración, el filocron pasó de 4.9 días a 7.6 días

al variar la resistencia de 1.5 a 5.4 MPa. Atwell (1990), citado por Kemanian y Leites (1996) reportó que no existió efecto de la compactación sobre el número de hojas, pero se dilató la aparición de los macollos en (*Triticum aestivum*), lo mismo determinaron Kemanian y Leites (1996) para (*Hordeum vulgare*).

La generación de un estrés como ser la absorción de la E cinética de la lluvia al impactar contra el suelo destruye la estructura del mismo y el problema puede ser tan grande que la raíz pueda no penetrar. El problema se soluciona con cobertura sobre el suelo, ya que esta es quien absorbe la energía cinética de la lluvia evitando la compactación y desagregación en los primeros centímetros del suelo (Dexter 1997).

La cantidad de rastrojo que se necesita depende de varios factores entre ellos están: el clima de la región, la topografía, el tipo de suelo y el manejo.

La cobertura de la superficie con residuos y la mayor estabilidad de los agregados en siembra directa hacen a los suelos más resistentes contra la agresividad de los agentes erosivos (Tebrugge y During, 1999).

Estudios realizados por Mannering et al.(1975) en Indiana concluye que la sembrera debe tener entre un 20-30% de agregados de calibre menor de 2 mm, para una correcta germinación, para el estudio en el caso del Maíz. Cuando estos agregados son menores al 15% la germinación es mala y si es mayor de un 30% el suelo se encostra y se reduce la emergencia de las plántulas.

Existe una reducción de los agregados mayores de 2 mm en laboreo convencional comparado con siembra directa en los primeros centímetros de suelo, Tisdale et al.(1975) sugieren que esos agregados dependen de materiales temporarios como son las raíces, hongos y sustancias húmicas; estos componentes son mineralizados lo que los hace muy sensibles al laboreo

Un alto nivel de agregación es considerado un buen indicador de la estructura del suelo. Dejando en superficie residuos se tiene un efecto positivo sobre las propiedades físicas del suelo.

La agregación se utiliza como un indicador de la resistencia del suelo a la dispersión, como susceptibilidad a la compactación, grado de aireación del suelo y a la emergencia de las plantas.

Se encontró que la estabilidad de los agregados en la superficie es mayor bajo siembra directa y son más estables con significación sobre laboreo reducido y laboreo convencional (Chan, 1994).

2.4.3. Crecimiento radicular

Según Wilhelm et al. (1982), el crecimiento radicular es sensible a las capas de suelo y la resistencia a la penetración, resultados similares son citados por Martino (1994).

La densidad aparente mayor y la compactación reducen el crecimiento de raíces y macollos en trigo según Wilhelm y Meikle (1998) y Ousside (1992).

Para el año 1978 el peso radicular fue mayor para la siembra directa luego el laboreo reducido y luego el laboreo convencional, no teniendo respuesta al agregado de nitrógeno. Para el año siguiente el tipo de laboreo tampoco tuvo diferencias (Wilhelm y Meikle 1979). Para Schafer y Nielsen para los dos años que lo midieron tuvieron una diferencia significativa, siendo superior el peso radicular para la siembra directa.

La siembra directa tiene mayor proporción de poro mayores a 1 mm, la densidad aparente en el cual el crecimiento de la parte raíz se ve comprometido es mayor a 1,5. El efecto negativo de incrementos en la densidad aparente en siembra directa sobre el crecimiento radicular y el movimiento del agua se ve parcialmente contrarrestado por el incremento de largos poros generados por la descomposición de las raíces y la mesofauna (García Préchac, 2000).

Como consecuencia del desarrollo radicular en siembra directa se genera una pérdida mayor de herbicidas por el movimiento preferencial a través de los poros dejados por las raíces descompuestas (Perdomo, 2000).

Wally y Dexter (1994) notaron que las raíces y las lombrices son fundamentales para la estructura del suelo, y que los experimentos modernos de conservación de suelo y rotación de cultivo miden la importancia de los procesos biológicos que contribuyen a aliviar la compactación del suelo. (Alakukku 1998)

2.5. DESCOMPOSICION DE RASTROJOS

2.5.1. Tiempo de barbecho

El largo del barbecho, afecta la población y potencial de rendimiento del cultivo siguiente, una de las posibles causas es la fitotoxicidad que se genera en la descomposición de los rastrojos.

Estos son producidos en etapas tempranas de la descomposición de los residuos y es en esos primeros momentos donde se dan las mayores concentraciones, (Kimberg 1973) por lo que debe haber un determinado periodo de tiempo entre la cosecha de un cultivo y la siembra del siguiente para reducir este efecto negativo. (Tang y Waiss, 1978; Raimbault; Vyn y Tollenaar 1990).

El control químico o mecánico de un cultivo debe hacerse alrededor de 20 días antes de la siembra del siguiente cultivo para evitar efectos fitotóxicos durante la descomposición del rastrojo y la inmovilización de nitrógeno. (Abassalo 1977, Ruedell 1995).

Un estudio realizado en Mississippi, donde se intenta pasar de *Cynodon dactylon* a una pastura, el herbicida se debe aplicar 30 días antes para que no se afecte la implantación (Fox y Bandel 1986).

Mueller, Warrant y Koch (1980) sugieren que para sembrar alfalfas sobre pasturas de gramíneas hay que permitir la descomposición de los rastrojos.

Los estudios en Ontario hechos por Raimbault (1990), muestran la reducción en los rendimientos de maíz cuando este es sembrado inmediatamente después de aplicado el herbicida sobre la cobertura especialmente en un sistema de siembra directa. Esta

reducción de rendimiento es causada por la producción de compuestos alelopáticos.

Hay también otros factores que afectan al tiempo de descomposición como afirma Patrick (1964) que al aumentar la salinidad superficial del suelo aumenta en el periodo de descomposición y los efectos de los productos de la descomposición se incrementan al aumentar la salinidad (Sprague y Triplet 1986).

2.5.2. Producción de fitotoxinas

Bajo siembra directa se dejan residuos en superficie que de su descomposición aparecen aleloquímicos, los cuales pueden afectar el crecimiento radicular y foliar, pero además esas fitotoxinas pueden predisponer a la planta al ataque de patógenos.

Guenzi y Mc Calla (1966), Touson (1968), Patrick (1971), Chou y Young (1975), Putman (1988), dicen que la fitotoxicidad se debe a ácidos orgánicos solubles en agua, fenoles, compuestos aromáticos y ácidos grasos de cadena corta y además se le suman sustancias del metabolismo de los organismos del suelo, como el ácido acético, oxálico y otros.

Un ejemplo de la participación de los microorganismos del suelo lo hacen Norstadt y McCalla (1963) encuentran que existe un efecto depresivo sobre el crecimiento y desarrollo causado por toxinas vegetales y por microorganismos los que por la presencia de residuos se multiplican mas prolíficamente. Fundamentalmente se asocia esto a un hongo, el *Penicillium urticae* que produce una toxina, el patulin cuyo efecto se compara con el 2,4D:

- 1ppm 2,4D reduce 50 % el crecimiento radicular
- 20 ppm patulin reduce 50 % el crecimiento radicular
- 7,5 ppm 2,4 D reduce 50 % el crecimiento aéreo
- 40 ppm patulin reduce 50 % el crecimiento aéreo

McCalla y Haskins (1964) encontraron que existen muchos otros hongos con efectos similares.

Estas sustancias son activas en un amplio rango de pH (Patrick 1978) y se producen bajo condiciones anaerobias siendo su incremento de concentración el resultado de la actividad microbiana durante la descomposición del rastrojo (Martín, Mc Coy y Dick 1990).

Patrick (1964) y Linx (1978), sugieren que estas sustancias son descompuestas por otros microorganismos del suelo de manera que la fitotoxicidad es transitoria.

Evidencias recientes muestran que los fitopatógenos que se asocian a hongos saprofiticos de la paja de los cereales están implicados en retardar la germinación de las semillas y del crecimiento radicular (Coach et al. 1991).

Varios estudios han investigado el efecto fitotóxico de sustancias exudadas por las raíces de las plantas y por sustancias que se generan en la descomposición de los residuos de una especie sobre la germinación y crecimiento de otras, ejemplos de esto son reportados por Moje (1966), Abdul-Wahab y Rice (1967), Chou y Young (1975), Larson y Schwarz (1980), Lolas y Coble (1982) citados por Miller (1996). En estos trabajos diferentes especies comunes dentro de nuestros enmalezamientos *Cynodon dactylon*, *Sorghum halepense*, *Digitaria sanguinalis*, así como también dentro de nuestras especies sembradas, *Lolium Multiflorum*, *Festuca arundinacea* y *Dactylis glomerata* presentan efectos fitotoxicos.

Varios modos de acción están involucrados en la inhibición del crecimiento y desarrollo de las plantas. Einhellig (1995) cita para el sorgo, compuestos como, glucósidos cianogénicos, taninos, quinonas y fenoles, los cuales tienen acción inhibitoria y producen diferentes lesiones biológicas.

Algunas acciones específicas de estos compuestos son: la inhibición de la división celular (efecto de los alcaloides), modificación en la construcción de la pared celular, provocar el desbalance hormonal, afectar la permeabilidad de la membrana, modificar el transporte, inhibir la actividad de ciertas enzimas (por ejemplo la ácido indoalacético oxidasa), la producción de

pigmentos fotosintéticos, respiración, síntesis proteica (fenoles y alcaloides) (Netzly et al., 1988; Rice, 1984; Rizvi y Rizvi, 1992; Wink y Twardowski, 1992).

Al igual que los herbicidas los aleloquímicos pueden ser tomados por la materia orgánica y las arcillas del suelo y ser desactivados Dalton et al.(1983), pero a diferencia de los herbicidas que son incorporados al sistema para dar protección y luego disminuyan su concentración, los aleloquímicos son continuamente incorporados al sistema por un periodo de tiempo, lo que hace que su remoción de la solución del suelo depende de la relación incorporación / degradación (Williamson y Weidenhamer, 1990).

Los factores ambientales tienen un efecto muy importante en controlar la expresión de la alelopatía, suelos con bajos contenidos de materia orgánica y arcillas incrementan la actividad de los aleloquímicos (Kalisz y Stone, 1984), también bajos niveles de macronutrientes y las altas temperaturas, tienen un efecto de aumentar la actividad de esos compuestos. (Weidenhamer, 1985)

3. MATERIALES Y METODOS

3.1. CARACTERISTICAS GENERALES

3.1.1. Ubicación del experimento

El experimento fue instalado en la Estación Experimental " Dr. Mario A. Cassinoni " de la Facultad de Agronomía, latitud 32°20'57", longitud 58°02'13", en el verano-otoño 2000.

3.1.2. Descripción del tipo de suelo

El suelo sobre el cual se instaló el experimento es un Brunosol éutrico/subeutrico típico de la unidad " San Manuel " según la Carta de Reconocimiento de Suelos del Uruguay escala 1: 1.000.000. (MGAP año 1976), (Argiudol según clasificación FAO).

Cuadro 1. Análisis de suelo. Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca, Dirección General de Recursos Naturales Renovables. División de Suelos y Aguas.

pH H ₂ O	pH KCl	%MO	P *	K **	Ca **	Mg **	Na **
6.7	5.9	3.9	17	0.69	21.4	1.0	0.09

* Partes por millón

** Miliequivalentes por cada 100 gramos de suelo

3.1.3. Historia de chacra

El experimento se instaló en un sitio con amplia historia agrícola, que para ese momento era una pradera de *Trifolium pratense* y *Dactylis glomerata*, sembrada en siembra directa en el otoño de 1998.

3.2. DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño experimental fue de parcelas al azar, con tres repeticiones.

- El experimento se inició el 25/11/99 y consistió en 10 tratamientos de manejo del barbecho para la siembra sin laboreo de avena el 25/04/00 (Cuadro 2).
- Tamaño de parcelas: 10 metros de largo por 4 metros de ancho.

3.2.1. Tratamientos

Se evaluaron dos estrategias de preparación del suelo. Una de ellas consistió en la aplicación del herbicida en la primavera anterior a la siembra (25/11/99), en donde a su vez se realizan tres manejos diferentes. El primero de ellos fue la realización de un barbecho largo, que se inicia el 25/11/99, en donde uno de ellos permanece limpio BLL (barbecho largo limpio) y al otro se deja enmalezar con malezas anuales estivales que nacieron posteriormente (BLS, barbecho largo sucio); otro de los manejos iniciados en la primavera anterior fueron los barbechos medios, los cuales se inician luego del fracaso de la instalación de un cultivo de Soja *Glycine max (L.)*, también se generan dos tratamientos uno que permanece limpio BML (barbecho medio limpio) y otro que se enmaleza BMS (barbecho medio sucio); el tercer manejo iniciado en la primavera, fue sembrar un cultivo de Moha (*Setaria itálica*) como cobertura y cultivo trampa de nitrógeno, a partir de éste se generan dos tratamientos, M+R (moha cuyo rastrojo es dejado en superficie) y M-R (moha cuyo rastrojo es retirado de la superficie luego del corte como heno). La otra estrategia fue iniciar el barbecho en 4 fechas distintas en el verano/otoño previo a la siembra de la avena (P1,P2,P3 y P4).

Cuadro 2. *Nomenclatura y descripción de los tratamientos evaluados*

T*	Uso	Descripción	Fecha	Siembra
P1	Pradera	Herbicida 1	22-2-00	Avena
P2	Pradera	Herbicida 2	9-3-00	Avena
P3	Pradera	Herbicida 3	16-3-00	Avena
P4	Pradera	Herbicida 4	22-3-00	Avena
M+R	Pradera/ Moha	Corte 22-2-00 y rastrojo en cobertura	25-11-99 20/12/99 22-2-00	Avena
M-R	Moha	Corte 22-2-00 y retiro de rastrojo	25-11-99 20/12/99 22-2-00	Avena
BML	Barbecho medio	Sin malezas	25-11-99 20-12-99 22-2-00	Avena
BMS	Barbecho Medio	Enmalezado	25-11-99 5/4/00	Avena
BLL	Barbecho Largo	Sin malezas	25-11-99 20/12/99 22-2-00	Avena
BLS	Barbecho Largo	Enmalezado	25/11/99 5/4/00	Avena

*Tratamientos (T),

NOTA: Herbicida= 1.8 l /ha de glifosato.

El 26 de diciembre de 1999 se sembró Moha (*Setaria itálica*), con una sembradora de siembra directa de doble disco, sembrándose 25 Kg por Ha de semilla comercial. El corte se realizó el 22-2-00 en ambos tratamientos, M+R y M-R

La fecha de siembra de la avena (variedad RLE 115) fue el 26 de abril del 2000 utilizando la misma sembradora a 110 kg/ha de semilla. No se agregó fertilizante nitrogenado ni fosfatado.

3.3. MANEJO DEL ENSAYO

Luego de la ubicación del experimento y su división en parcelas, el 25/11/99 se controló la vegetación con glifosato en las parcelas donde se debía implantar moha o soja y también aquellas que serían el tratamiento barbecho a partir de la primavera. Las demás parcelas permanecieron empraderadas.

Debido a las condiciones hídricas del año, para que el herbicida tuviera un control efectivo, días antes se regó la superficie del ensayo con 15 mm.

Como las condiciones climáticas siguieron siendo adversas, pasando por un periodo de estrés hídrico severo para las plantas, el 08/12/99 se procedió a diagramar una sistematización de la chacra para riego.

El sistema de riego adoptado fue de Riego por Gravedad, donde el agua proveniente directamente del pozo fue encauzada en una reguera y conducida dentro del experimento por microtaipas trazadas con desnivel controlado (1por mil).

Con este sistema se regó con aproximadamente 150mm en las siguientes fechas:

- 9 de diciembre
- 11 de enero
- 1 de febrero

En las siguientes Figuras se describe el manejo del experimento.

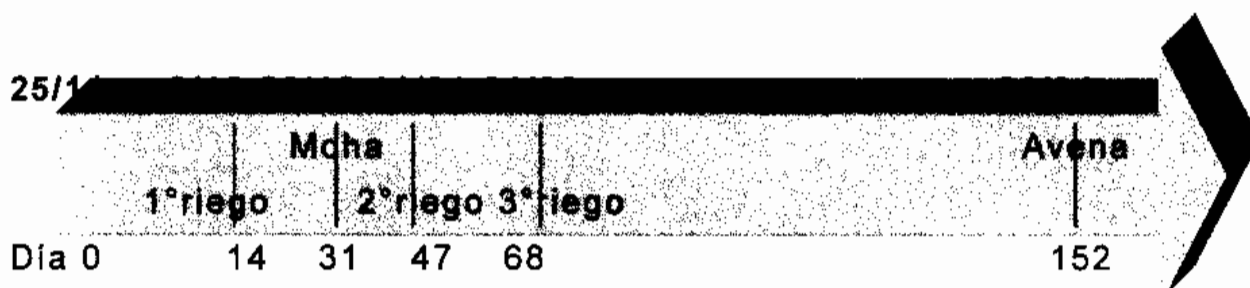


Figura 1. Cronología de operaciones de siembra y riego.

A partir del 25/11 se iniciaron las aplicaciones de herbicidas que corresponden a cada tratamiento.

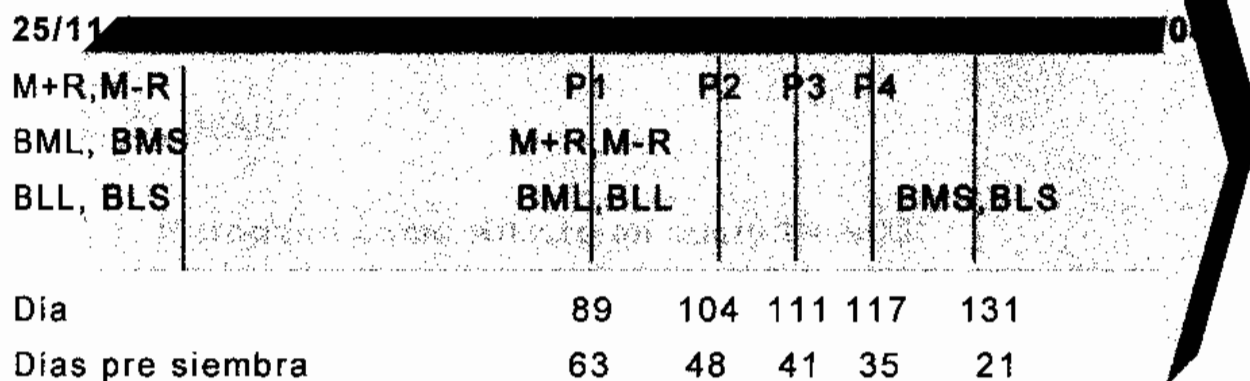


Figura 2. Cronología de aplicación de herbicidas en los tratamientos.

3.4. DETERMINACIONES REALIZADAS

	25/11	05/12	14/12	04/01	09/01	16/01	05/02	25/02	05/03
N-NO ₃	N-NO ₃	N-NO ₃	N-NO ₃	N-NO ₃	N-NO ₃	N-NO ₃	N-NO ₃	N-NO ₃	N-NO ₃
					M.S.	M.S.	R.P.	M.S.	M.S.
								Im.Im.Im	
									CD
inicio									
Día 0	24	47	68	89	111	131	151	182	

Figura 3. Cronología de las determinaciones

*N-NO₃= Nitrógeno como nitrato en suelo; R.P.= resistencia la penetración; M.S.= materia seca; Im.= implantación; C.D.= crecimiento y desarrollo

3.4.1. En Suelo

3.4.1.1. Nitrógeno como Nitrato en suelo (N-NO₃)

Se realizaron 9 muestreos cada 20 días para analizar el contenido de nitratos (N-NO₃) en el suelo.

Cada muestra estuvo compuesta por 5 sub. muestras por parcela, y dos profundidades, 0-10 y de 10-20 centímetros.

Las fechas en que se realizaron los muestreos fueron:

- 26/11/99
- 20/12/99

- 11/01/00
- 01/02/00
- 22/02/00
- 16/03/00
- 05/04/00
- 25/04/00
- 25/05/00

Las muestras se secaron en estufa a una temperatura controlada de 60 grados C, durante un periodo de 48 horas. Posteriormente fueron molidas y tamizadas. La determinación del contenido de N-NO₃ en ppm se realizó por la técnica de electrodo de N-NO₃ con equipo Orion, modelo 93-07, con CaSO₄ como floculante y un buffer de Ag para controlar el contenido de iones en solución, con el mismo objetivo se utilizó agua desionizada, ya que el equipo lo que mide en efecto son concentraciones iónicas.

3.4.1.2. Resistencia a la penetración (R.S.)

La medición se efectuó el 05/04 con un penetrómetro Soil Compactation Tester con su punta de diámetro 1.27 cm de 0- 10 centímetros de profundidad.

Se hicieron 30 medidas por parcela, tomándose como lectura tres categorías, menos de 2kg/cm²; 2 a 3 kg/cm² y más de 3 kg/cm².

3.4.2. En planta

3.4.2.1. Materia Seca (M.S.)

Se llevaron a cabo determinaciones de Materia seca en las siguientes fechas:

- 22/02/00
- 16/03/00
- 05/04/00
- 25/05/00

Para las 3 primeras fechas se realizaron cortes de 20 cm por 20 cm, que se pesaron y se llevaron a la estufa donde permanecieron por 24 horas a 60° C. A continuación se pesaron las muestras secas y por diferencia se calculó el porcentaje de materia seca.

Para la última fecha en la que el muestreo de plantas se hizo con plantas de avena se procedió igual luego del muestreo.

3.4.2.2. Porcentaje de Nitrógeno en planta

Esta medición se realizó sobre las mismas muestras a las que se determinó peso seco. Una vez secadas las muestras se molieron y tamizaron, de cada muestra se extrajo una submuestra representativa de 0,5 gramos a la cual se le aplicó el método de Kjeldahl, para la determinación de su porcentaje de Nitrógeno el cual consistió en una digestión ácida con ácido sulfúrico a 360° C y posterior destilación en medio básico, recogiendo el amonio desprendido en una solución de ácido Bórico. Para determinar el contenido de Nitrógeno se tituló solución resultante con ácido clorhídrico.

3.4.2.3. Implantación (Im.)

Estas mediciones se hicieron en la avena a partir de los 7 días post siembra, en las siguientes fechas:

- 02/05/05
- 11/05/00
- 24/05/00

Lo que se midió en este caso fue el número de plantas presentes en un mismo metro cuadrado 3 veces para ver la evolución del número de las mismas.

3.4.2.4 Crecimiento y desarrollo (C.D.)

El 24 de mayo se hizo la medición de estas variables.

Se muestrearon 30 plantas por parcela, siempre respetando una línea de siembra como referencia para reducir la variación externa.

Se estableció el peso de las 30 plantas como forma de estimar su crecimiento, y para medir desarrollo fenológico se determinó el número de plantas en cada estadio de los que se observaron.

3.5. ANALISIS ESTADISTICO

Los datos obtenidos de cada una de las variables estudiadas en este experimento fueron analizadas estadísticamente por el método de GLM (para obtener análisis de varianza y contrastes de medias) del Software "The SAS System for Windows Realese 6.11" (SAS Institute INC).

El modelo utilizado para la interpretación de los datos fue:

- $Y_{ij} = M + T_i + E_{ij}$

La significancia usada para el análisis de los datos fue la convencional, P menor a 0,1 siendo aclarados los casos en que se usó otro nivel de significancia.

En cada fecha de muestreo se realizaron contrastes de tratamientos para manejos similares del barbecho:

'pradera-rastrojo' tratamientos P1,P2,P3,P4 vs RESTO ;

'moha-barbecho largo' tratamientos M+R,M-R vs BLL, BLS;

'moha-barbecho medio' tratamientos M+R,M-R vs BML,BMS;

'barbecho largo-barbecho medio' tratamientos BLL, BLS vs BML, BMS;

También se realizó un contraste entre los tratamientos con y sin cobertura para evaluar el efecto de la misma a los 131 días de iniciado el experimento.

Para la variable, número de plantas de avena se realizaron contrastes entre P4 y BM,BL y M en las tres fechas de muestreo.

En la ultima fecha en que se muestreo la avena, al medir desarrollo se contrastaron los resultados de la variable entre P1,2,3,4 y BM,BL,M.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. CARACTERIZACION CLIMATICA

En la Figura 4 se presenta la distribución de lluvias mensuales registradas durante el período experimental, en comparación con la media histórica para Paysandú y las lluvias registradas entre cada fecha de muestreo de suelos realizado(Figura 5).

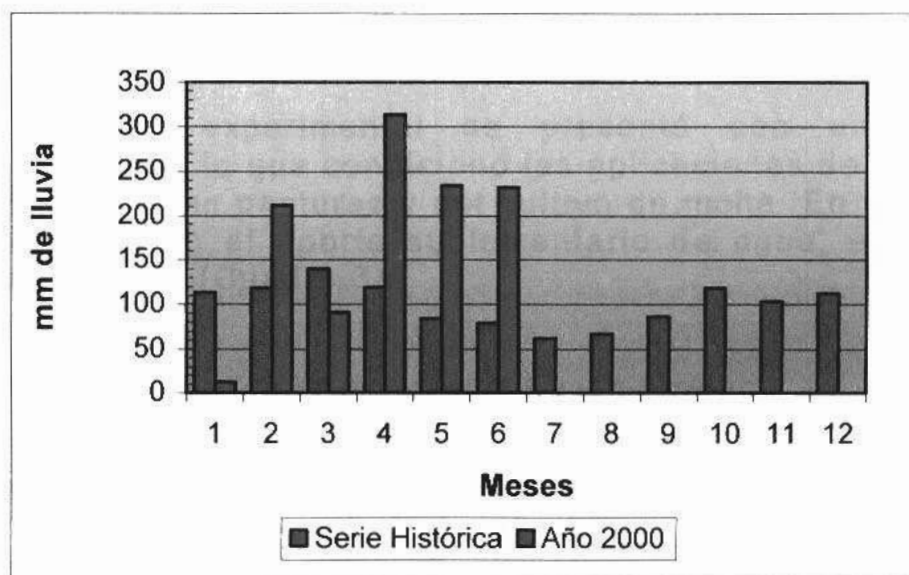


Figura 4. Precipitaciones del año 2000 en relación al promedio histórico.

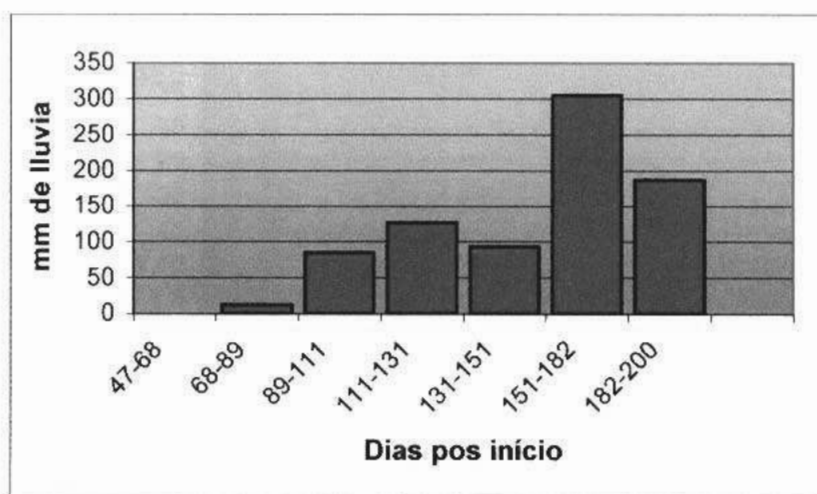


Figura 5. Precipitaciones en mm a partir de 45 días post-inicio.

El período experimental se presentó con una severa deficiencia hídrica, lo que condicionó las aplicaciones de herbicida, el crecimiento de las pasturas y del cultivo de moha. En función de esto, fue necesario el aporte suplementario de agua, el cual fue realizado por riego (Cuadro 3).

Cuadro 3. Aportes de agua por precipitación y riego.

Días post inicio	0	24	47	68	89	111	131	151
PP				12	85	127	93	305
Riego	15	150	150	150				
TOTAL	15	150	150	162	85	127	93	305

Dada las características del riego realizado, siendo éste por gravedad, fue necesario agregar cantidades importantes de agua en cada evento de riego para lograr que este fuera homogéneo, lo que modificó las características hídricas, determinando condiciones de aporte de agua superiores a la media histórica para la región.

Las temperaturas durante el período experimental se presentan en la Figura 6.

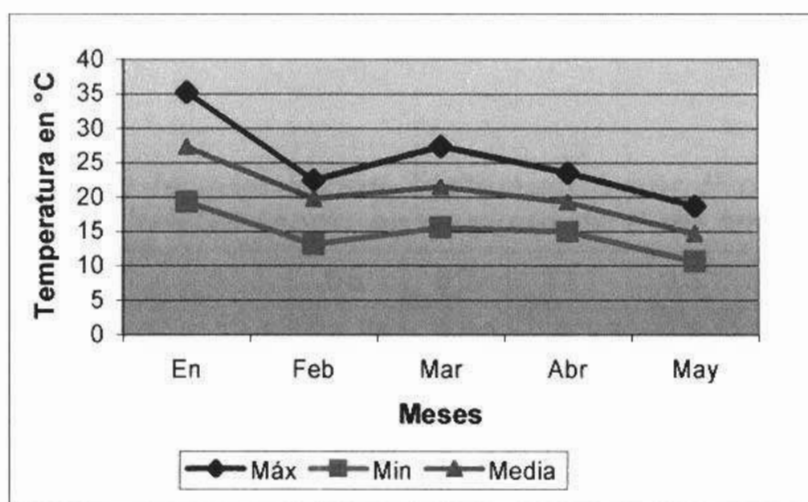


Figura 6. Evolución de las temperaturas Máxima, Mínima y Media.

4.2. EFECTO DEL MANEJO DEL SUELO SOBRE LA EVOLUCION Y CONSEVACION DEL NITROGENO EN EL SUELO

Los tratamientos modificaron significativamente la disponibilidad de N-NO₃ (ppm) en las dos profundidades (0-10 y 10-20 centímetros) evaluadas a los 0,24,47,89,111,131 días a partir del 25 de noviembre, a los 68 días no se encontraron diferencias significativas como consecuencia de la baja precisión de la determinación (CV 106).(Cuadro 4,5 y Figura 7)

Cuadro 4. Efecto del manejo del barbecho sobre la disponibilidad de N-NO₃ (ppm) en el suelo de 0-20 cm.

Día	0	24	47	68	89	111	131	151	182
Media	1.58	5.0	13.8	20.85	8.63	5.23	9.17	3.28	1.59
CV	13.9	57.0	37.3	106.0	57.5	68.7	34.58	24.8	30.52
Pr>F	0.03	0.007	0.008	0.30	0.0001	0.003	0.0001	0.244	0.80

La interacción tratamiento por profundidad solo fue significativa al día 0 y a los 89 días pos inicio de los tratamientos. (Cuadro 5)

Cuadro 5. Efecto de la interacción Tratamiento por Profundidad en la disponibilidad de N-NO₃ (ppm) en el suelo de 0-20 cm.

Día	0	24	47	68	89	111	131	151	182
Media	1.58	5.0	13.8	20.85	8.63	5.23	9.17	3.28	1.59
CV	13.9	57.0	37.3	106.0	57.5	68.7	34.58	24.8	30.52
Pr>F	0.0009	0.53	0.20	0.70	0.11	0.75	0.97	1.00	0.51

No se observaron diferencias significativas al medir ppm de N-NO₃ en dos profundidades (0-10 y 10-20 cm).

En la Figura 7 se presenta la evolución del contenido de N-NO₃ (ppm) en el suelo entre el día 0 y 180 del experimento. (Apéndice 7, fecha 1 a 9)

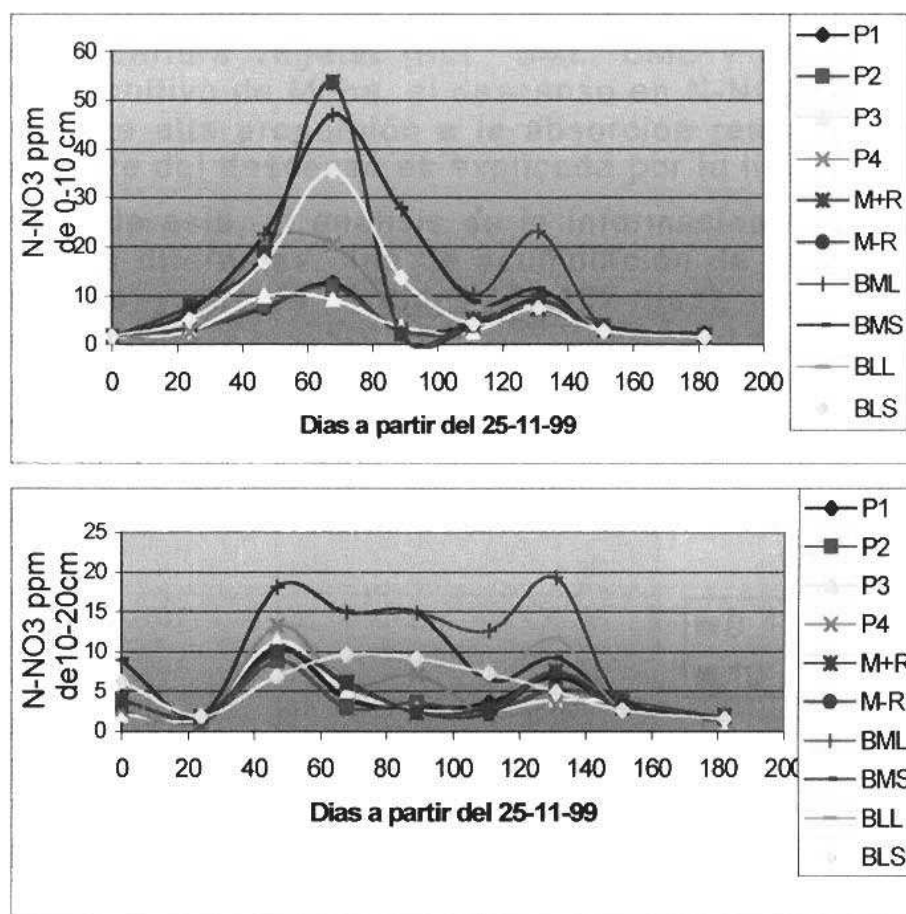


Figura 7 . Evolución del contenido de N-NO₃ (ppm) de 0 a 10 cm y de 10 a 20 cm durante el período experimental (25/11/99 al 25/5/00) en respuesta al manejo del barbecho.

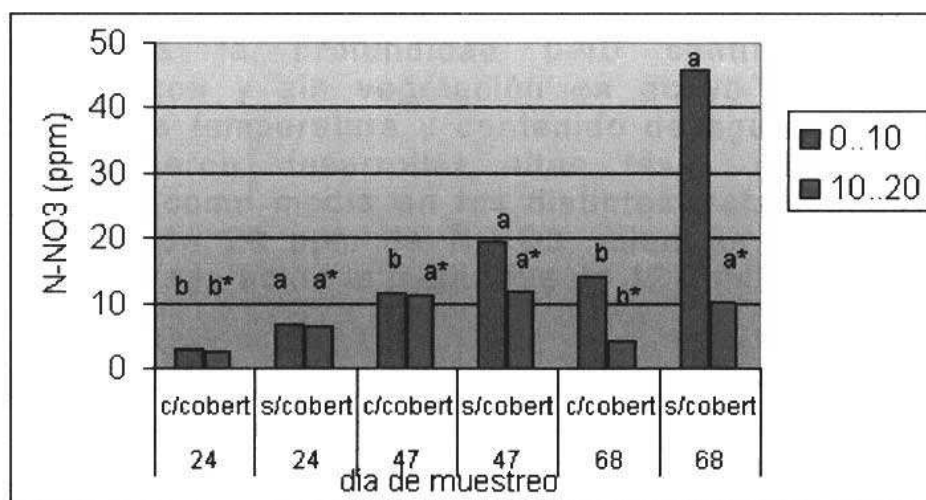
Existió una evolución diferencial en el contenido de N-NO₃ (ppm) en el suelo en función de los tratamientos y de la disponibilidad hídrica. Hasta el día 68 en un período de acumulación, se diferenciaron dos grandes grupos de tratamientos, los que recibieron herbicida el 25/11/99 y los que permanecieron bajo pradera. Durante este período no existieron precipitaciones y se realizaron dos riegos de 150 mm.(Figura 8)

A partir del día 89, comenzó un período de precipitaciones importantes, lo que determinó el descenso en la disponibilidad de N-NO₃ (ppm) en el suelo en los primeros 10 centímetros del perfil

y un incremento en el horizonte 10-20 centímetros. El movimiento en profundidad fue mayor en los tratamientos con barbecho químico y sin cobertura vegetal (BLL, BML, BMS y BLS). En los tratamientos con cultivo de Moha, el descenso en N-NO₃ registrado se atribuye en una alta proporción a la absorción realizada por el cultivo y otra parte del descenso es explicada por la lixiviación.

En función de esto, el análisis de la información se presenta para dos periodos diferentes, uno de acumulación de Nitrógeno en el suelo (0-68 días) y otro de pérdidas (70-182 días).

4.2.1. Período de acumulación de Nitrógeno



**Letras distintas en la figura difieren con $P < 0.01$.

***Letras con asterisco diferencian las profundidades.

Figura 8. Contenido de N-NO₃ (ppm) de 0-10 y de 10-20 centímetros en tratamientos con y sin cobertura de los 24 a los 68 días post-inicio.

En los dos primeros muestreos, la disponibilidad de N-NO₃ en el suelo fue baja en las dos profundidades evaluadas, lo que se atribuye a la absorción del tapiz vegetal existente hasta el 25/11 y la descomposición del mismo en los tratamientos con herbicida.

No obstante esto, a los 24 días ya se observaron diferencias entre aquellos tratamientos con control de la vegetación (M+R, M-

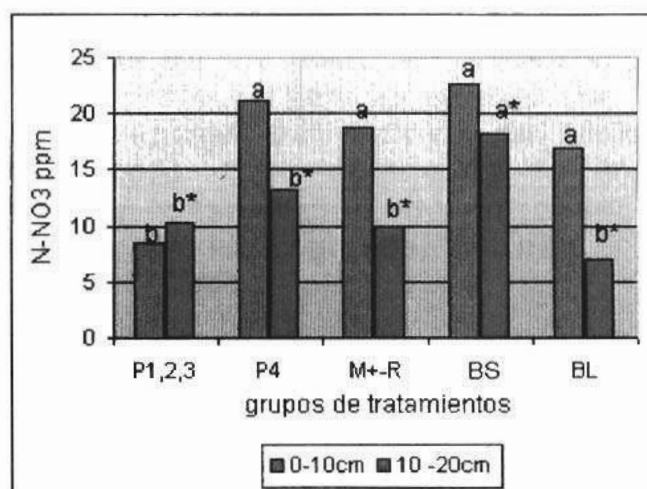
R, BML, BMS, BLL, BLS) desde el inicio del experimento y aquellos en los que no se aplicó glifosato (P1,P2,P3,P4) en los que la vegetación siguió creciendo retirando nitrógeno del suelo ($P < 0.01$).

Estos incrementos en la disponibilidad de N-NO₃ en ppm para los tratamientos en donde se controló la vegetación, podrían ser explicados por la mejora de las condiciones que favorecieron a la mineralización, debido a que el contenido de agua en el suelo aumentó por el riego, las condiciones de temperatura eran óptimas y la no existencia de la absorción por parte de las plantas, como lo menciona Tisdale y Nelson, (1970).

A los 47 días post inicio, existen diferencias significativas ($P < 0.01$) para la profundidad 0-10 centímetros entre los tratamientos con y sin vegetación en activo crecimiento. Las condiciones de temperatura y contenido de agua en el suelo (vía riego) permitieron desarrollar altas tasas de mineralización, alcanzándose como media en los distintos tratamientos donde no hubo vegetación 20 ppm de N-NO₃, mientras que para los que mantenían la vegetación la media fue de 12 ppm de N-NO₃.

Cabe destacar que en aquellos tratamientos en los que la Mocha ya se había implantado (M+R Y M-R) los niveles de N-NO₃ eran inferiores a los de los tratamientos de barbecho limpio probablemente debido a la extracción que comenzó a realizar dicho cultivo en ese momento (15 días de crecimiento) y a su vez el N-NO₃ era mayor que en los otros tratamientos con vegetación.

La aplicación de agua por riego explican el aumento del contenido de N-NO₃ en el estrato más profundo (10 a 20 cm) lo cual fue una tendencia que se observó en todos los tratamientos principalmente en los que estaban limpios y sin cobertura como ser BML y BMS (Figura 9).



**Las letras dentro de la figura difieren con $P < 0.1$.

***Letras con asterisco diferencian las profundidades.

Figura 9. Contenido de N-NO₃ de 0 a 10 y de 10 a 20 cm a los 47 días post-inicio en los grupos de tratamientos.

Para el cuarto muestreo (68 días), de 0 a 10 centímetros las diferencias en el contenido de N-NO₃ estuvieron dadas entre los tratamientos que aún tenían pradera (a excepción de P4) y el resto, pudiéndose observar una mineralización neta en todos los tratamientos, siendo mayor en M+R, M-R, BML, BMS, BLL, BLS.

De 10-20 centímetros se vio una disminución del contenido de N-NO₃ (Figura 7). Donde había cobertura, se lavó y se extrajo por la vegetación, donde no había cobertura la pérdida de Nitrógeno está explicada por la lixiviación.

4.2.2. Período de pérdida de Nitrógeno

A los 89 días post-inicio, se observó una disminución del contenido de N-NO₃ en todos los tratamientos, lo que se explicaría por el gran aporte de agua dado por el riego y lluvias (162 mm), provocando grandes pérdidas de N-NO₃. La tasa de disminución del contenido de N-NO₃ fue distinta entre los tratamientos, siendo

la mayor la observada en los tratamientos M+R Y M-R, en ellos la desaparición del nutriente no solo se explicó por la lixiviación sino también por la extracción del cultivo de Moha (58 días de crecimiento, espigazón). Esto demuestra la importancia de los cultivos trampa en la conservación del nitrógeno en sistemas con barbechos largos, como lo han demostrado Raimbault et al. (1991); Sainju et al. (1998) .

El cultivo de Moha produjo 4815 Kg de materia seca/ha hasta espigazón, con un contenido de nitrógeno de 1.45%, lo que significa que éste extrajo 70 Kg de N, evitando de esta manera que éste se pierda en profundidad y así en el mediano plazo este nitrógeno pueda estar disponible para las plantas.

En la Figura 10 se presenta la cantidad de nitrógeno (kg/ha) presente en suelo más planta a los 89 días, tomando una densidad aparente del suelo de 1.1 g/cm³ para los primeros 10 centímetros del perfil. Para la Moha los 70 Kg de N. son 63 ppm N-NO₃, lo que coincide con el descenso en la figura 7 para la fecha.

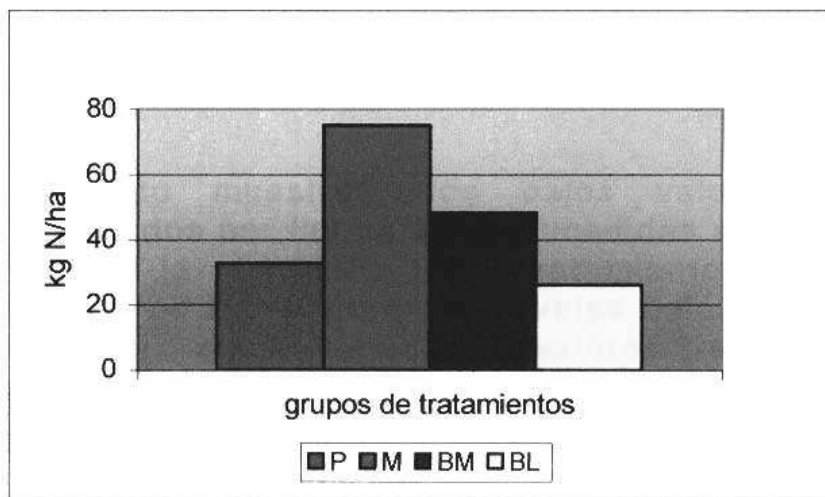


Figura 10. Sumatoria de Nitrógeno en planta y suelo (0 a 10 centímetros), a los 89 días post-inicio.

Como lo demostraron Hansen y Djurhuus, (1997), la presencia de los cultivos trampa permite conservar mayor contenido de nitrógeno en el sistema, evitando su pérdida por lixiviación.

En el caso del BL, si bien no hubo extracción por cultivos o malezas, los bajos niveles pueden estar explicados por el lavado del nutriente o la posible desnitrificación Doran y Elliot, (1998) ya que en esta situación no había cobertura.

Los tratamientos P1, P2, P3 y P4 absorbieron 23 Kg. N /ha, sumando a esto el nitrógeno en el suelo, había 32 kg/ha de nitrógeno en el sistema.

Este menor valor en los tratamientos con pradera se podría explicar porque en esta fecha estaba descomponiéndose material muerto producto de la senescencia y por ende inmovilizando nitrógeno que no se cuantificó, esto coincide con lo reportado por Rice y Smith, (1983). Por lo tanto, en aquellos tratamientos en que hubo un activo crecimiento vegetal se redujo el descenso de N-NO₃ en el perfil. En las situaciones en que no hubo crecimiento vegetal (BML, BMS, BLL, BLS) se registraron pérdidas entre 30 y 40 ppm de N-NO₃ hacia mayores profundidades lo cual tiene dos consecuencias, ese nitrógeno no estará más para las plantas y a su vez la lixiviación contaminará los acuíferos subsuperficiales.

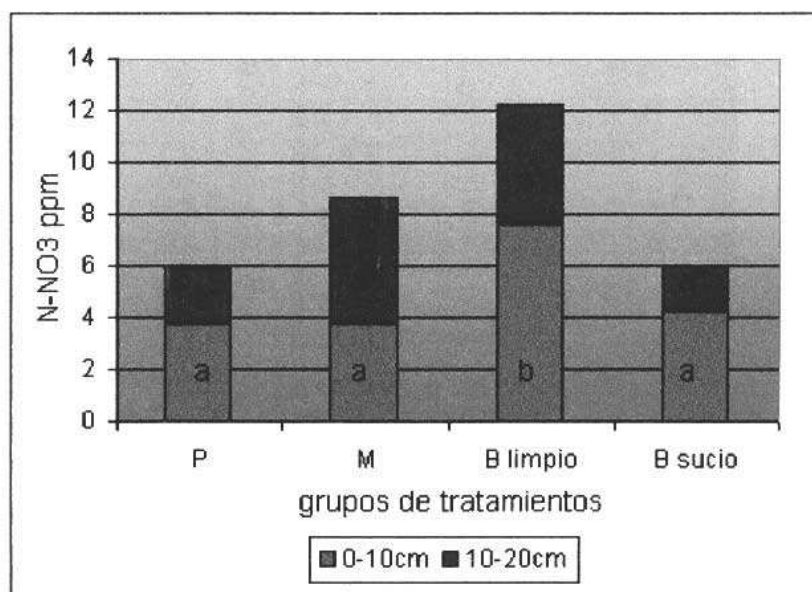
En el sexto muestreo, los bajos valores observados estuvieron explicados por las pérdidas sucedidas anteriormente por la precipitación y la absorción. Los tratamientos que ya habían perdido el N-NO₃ se mantuvieron en niveles bajo, BML Y BMS se diferenciaron del resto teniendo valores significativamente superiores, pero inferiores a los registrados en el muestreo anterior (89 días). (Fig. 7)

Entre los tratamientos BML Y BMS también se observaron diferencias las que estarían dadas por el control de la vegetación que se realizó en el tratamiento BML.

Hubo un comportamiento similar entre los cuatro tratamientos que tenían praderas los que se diferenciaron de los

demás; a su vez los tratamientos con Moha se diferenciaron de los barbechos sean medios o largos; los tratamientos con pradera y Moha registraron menores valores de N-NO₃ que los que estuvieron en barbecho, siendo esto probablemente dado por lo mismo de antes (extracción y lavado).

Entre el sexto y séptimo muestreo (111 y 131 DPI) se registró una nueva acumulación de N-NO₃ dado que las condiciones ambientales favorecieron la mineralización neta. Los tratamientos sin crecimiento vegetal registraron un incremento superior que los enmalezados ($P < 0.1$), con pradera o cultivo de cobertura (Figura 11).



**Las letras en la figura difieren con $P < 0.1$.

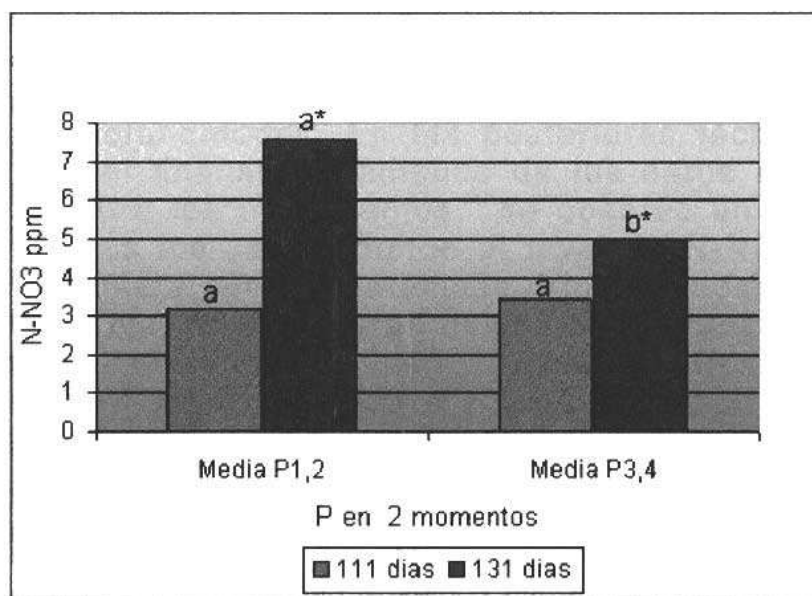
***Letras con asterisco diferencian las profundidades.

Figura 11. Incremento en el contenido de N-NO₃ (ppm) entre los 111 y 131 días post-inicio en los distintos manejos de barbecho.

Los tratamientos en los que se vio una mayor acumulación de N-NO₃ entre los días 111 y 131 fueron los barbechos limpios seguido de los tratamientos Moha+R y -R, observándose diferencias entre los barbechos limpios y los barbechos enmalezados. Se podría pensar que el comportamiento de P1, P2, P3 y P4 fuera similar a los barbechos enmalezados, pero si

observamos la siguiente figura se puede identificar una evolución distinta de los tratamientos con pradera.

El valor medio de los tratamientos que se mantuvieron con pradera resulta de un comportamiento diferencial entre P1, P2 y P3, P4 (Figura 12).



**Las letras en la figura difieren con $P < 0,1$.

***Letras con asterisco diferencian las profundidades.

Figura 12. Evolución del contenido de N-NO3 en P1 y P2 vs P3 y P4 de 0-20 centímetros desde los 111 a los 131 post-inicio.

Los tratamientos P1,P2 a los 111 días no difieren en contenido de N-NO3 de P3,P4 pero si se observa diferencia ($P < 0,1$) en el día 131 siendo mayor el contenido de N-NO3 en P1,P2 lo que se podría explicar por la fecha de aplicación del herbicida, al día 131 P1 y P2 tienen 40 y 30 días respectivamente de la aplicación del herbicida y P3, P4 solamente 20 y 12 días, este tiempo no es suficiente para que se halla finalizado el período de descomposición y posible inmovilización que genera este tipo de cobertura, es así que se producen diferencias en la aparición del nitrógeno en el suelo.

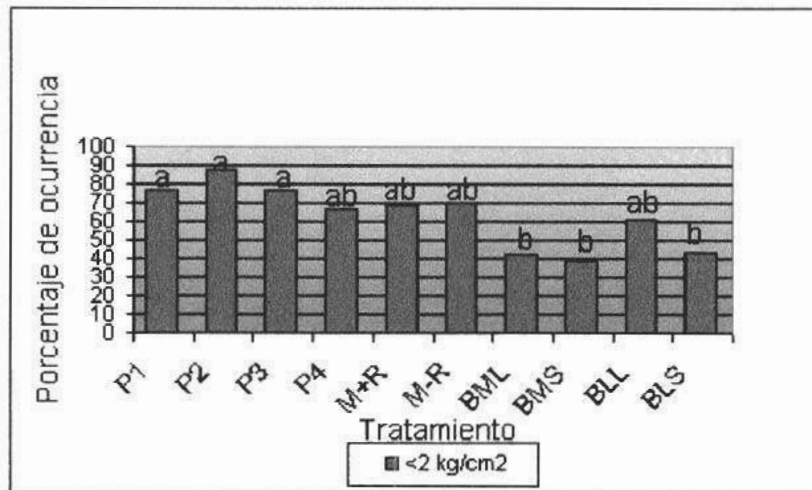
El día de la muerte de la vegetación, en este caso una pradera, afecta el contenido de nitrógeno del suelo y su disponibilidad para el cultivo siguiente y como se produce la recuperación del contenido de nitrógeno. Al controlar la cobertura con anterioridad se optimiza la cantidad de nitrógeno disponible y el tiempo necesario es función de la relación C/N de la cobertura vegetal (Brinsfield y Stver, 1991; Munawar, 1990).

Luego se produjeron precipitaciones de 305 mm las cuales hicieron desaparecer las diferencias en los contenidos de N-NO₃ en las dos profundidades. En las posteriores fechas (151 y 182 días) si bien el análisis estadístico de los datos marca pequeñas diferencias entre los tratamientos, se observó un comportamiento similar en todos los casos, donde el nivel de N-NO₃ descendió a valores cercanos a cero (para ambas profundidades) en un periodo de 20 días en los que ocurrieron lluvias que alcanzaron los 305 mm lixiviándose el nutriente, y luego a raíz de otros 187 mm en los siguientes 30 días el nivel de N-NO₃ permaneció en torno a los mismos valores.

4.3. EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS EN LA RESISTENCIA A LA PENETRACION

En promedio, el 63% de los puntos de muestreo de resistencia a la penetración del suelo (0-10 centímetros) registraron valores menores a 2 kg/cm², por lo que estarían indicando baja probabilidad de problemas para el crecimiento radicular.

En la Figura 13 se muestra el efecto de los tratamientos sobre la frecuencia de puntos con menos de 2 kg/cm² de resistencia a la penetración.



**Letras distintas en la figura difieren con $P < 0,1$.

Figura 13. Efecto de los tratamientos sobre la frecuencia de puntos con menos de 2 kg/cm².

Los tratamientos P1, P2, P3 difirieron de BML, BLL, BLS ($p < 0,1$). Los tratamientos P4, M+R, M-R y BLL no se diferenciaron de ninguno de los dos grupos.

Aquellos tratamientos que permanecieron con cobertura (P1, P2, P3, P4 y M+R, M-R) mostraron mayor porcentaje de ocurrencia de valores de menos de 2 kg/cm² de resistencia a la penetración que aquellos que permanecieron más tiempo sin cobertura como BM y BL (75% contra 46% respectivamente) indicando esto una menor compactación superficial en aquellos tratamientos con cobertura (Figura 14). Esto pone de manifiesto la importancia de la cobertura del suelo para evitar su erosión y compactación superficial (García Préchac, 2000).

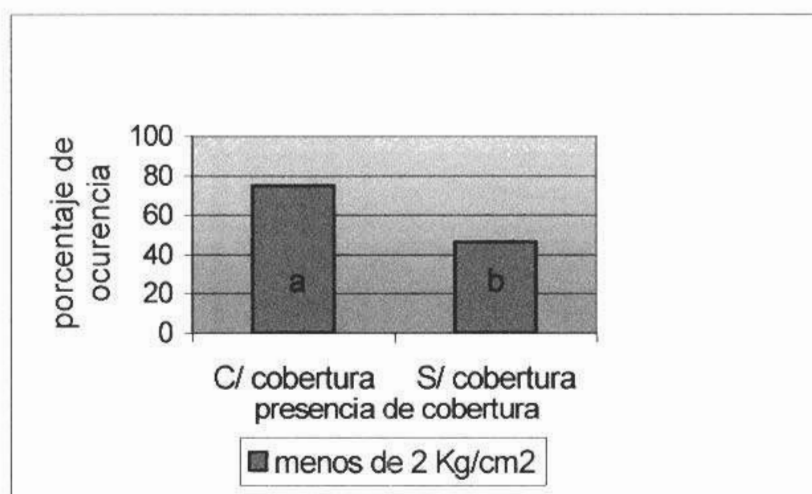


Figura 14. Promedio de frecuencia de puntos con menos de 2 kg/cm² en tratamientos con cobertura (P1, P2, P3, P4, M+R y M-R) y sin cobertura (BM y BL).

**Letras distintas en la figura difieren con $P < 0.1$.

Este efecto de la cobertura tiene varias implicancias, como menciona García Préchac, (1998) es la cobertura la que absorbe la energía cinética de la lluvia y no permite que se produzca la primera etapa del proceso erosivo que es la desagregación, Dexter, (1997) añade que esa desagregación provoca un aumento en la resistencia a la penetración que dificultaría el crecimiento radicular. Esto se puede observar en la figura anterior donde luego de 200 mm las diferencias entre cobertura y sin cobertura se manifestaron en la resistencia a la penetración.

La lluvia tuvo un efecto en la reducción del tamaño de los agregados del suelo, aumentando la proporción de agregados menores de 2 mm lo que afectó la germinación lo que concuerda con lo que dice Mannering (1975).

Dentro del grupo de los tratamientos con cobertura se encuentran P1, P2, P3 y P4, donde el efecto de la lluvia fue reducido por la presencia de rastrojo. Dado la distinta fecha de aplicación del herbicida difirieron en la condición del suelo al momento de la siembra de la avena, encontrándose la mejor condición del mismo con 50 días post aplicación (Figura 15).

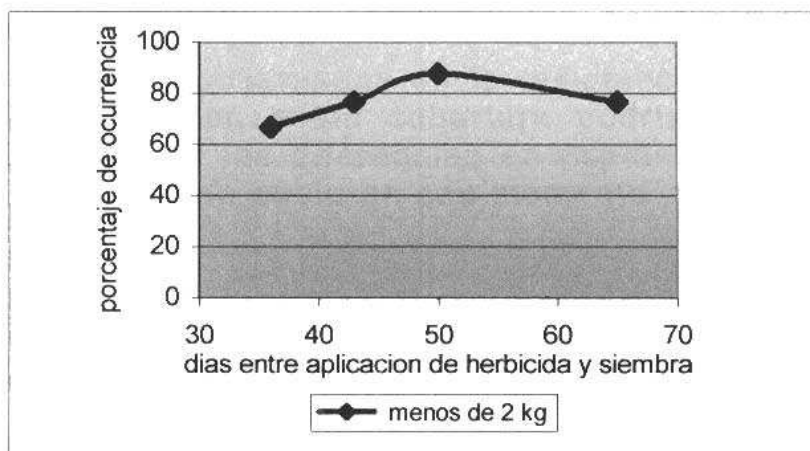


Figura 15. Porcentaje de ocurrencia de valores con menos de 2 kg/cm² de resistencia a la penetración con distintos largos de barbecho a partir de pradera.

El porcentaje de mediciones con menos de 2 kg/cm² de resistencia a la penetración se incrementó hasta los 50 días de barbecho, pasando de 65 a 90 por ciento de las observaciones respectivamente, ésta disminución de la resistencia a la penetración del suelo al pasar de 35 días a 50 días de barbecho, podría ser explicada por la descomposición de las raíces, en este proceso se generan espacios porosos que son fundamentales en la estructura del suelo, este incremento en el espacio poroso reduce la compactación superficial y ésta reducción de la compactación tiene un efecto positivo sobre el desarrollo del sistema radicular y aumenta la infiltración (Alakukku, 1998).

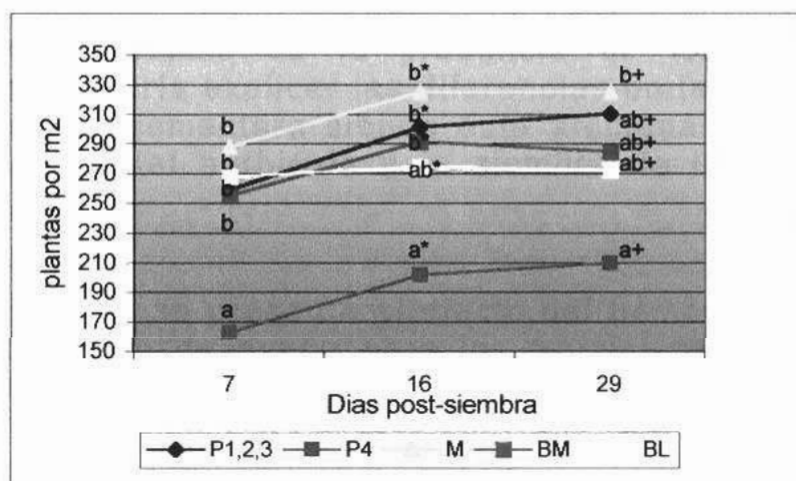
En el período comprendido entre los 50 a 65 días de barbecho se produce una disminución en los valores de ocurrencia con menos de 2Kg/cm², lo que podría estar ocurriendo debido a que con esos tiempos de barbecho, los rastrojos en superficie se hubieran degradado y el suelo con poca cobertura se estuviera compactando por efecto de las grandes precipitaciones ocurridas en ese intervalo de tiempo.

Resultados similares fueron obtenidos por De Armas y Nougue, (s/p) para avena sobre pradera engramillada, donde determinaron una relación directa entre tiempo de barbecho y porcentaje de determinaciones menores a 2 kg/cm².

Las diferencias observadas en la resistencia a la penetración en las situaciones con o sin cobertura podrían ser uno de los factores que explican las diferencias en implantación dado que el contenido de N-NO₃ en suelo en ese momento era similar en todos los tratamientos.

4.4. EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS EN LA IMPLANTACION Y DESARROLLO DE LA AVENA

La implantación de la avena fue significativamente afectada por los tratamientos ($P < 0.1$) a los 7 días pos siembra, efecto que fue disminuyendo en los conteos realizados a los 16 y 29 días pos siembra. (Figura 16)



**Las letras en la figura difieren con $P < 0,1$.

Figura 16. Evolución del número de plantas/m² en función del manejo del barbecho.

El único tratamiento que redujo significativamente la implantación final de la avena fue el barbecho más corto sobre pradera (36 días entre aplicación de glifosato y siembra), este tiempo fue mayor a los 20 días citados por Ruedell, (1995) o los 30 días mencionados por Fox y Bandel, (1986), para que desaparezcan los efectos negativos.

Estos resultados demuestran la importancia del tiempo de barbecho sobre la implantación de cultivos sembrados sin laboreo. Este efecto podría explicarse por la presencia de fitotoxinas producto de la descomposición de los rastrojos. Fox y Bandel (1986) y Abassalo (1977) determinaron un período mínimo entre aplicación de herbicida y siembra entre 20 y 30 días.

Estas fitotoxinas son generadas en la descomposición de los rastrojos, siendo alguna de ellas glucósidos cianogénicos, taninos, quinonas, fenoles y varios ácidos orgánicos; todos ellos tienen acción inhibitoria y producen diferentes lesiones biológicas. (Einhellig, 1995). El efecto depresivo observado, podría ser comparado con la acción del 2-4D, afectando crecimiento radicular y aéreo. (Norstadt y McCalla, 1963).

Otro factor además de la presencia de los compuestos alelopáticos, que podría explicar las diferencias en la implantación, es la calidad de la sementera siendo ésta afectada por el tiempo entre la aplicación del herbicida y la siembra de la avena. (Ver figura 15)

En la Figura 17 se presenta el efecto del tiempo en barbecho sobre la implantación de avena para los tratamientos sembrados directamente sobre pradera.

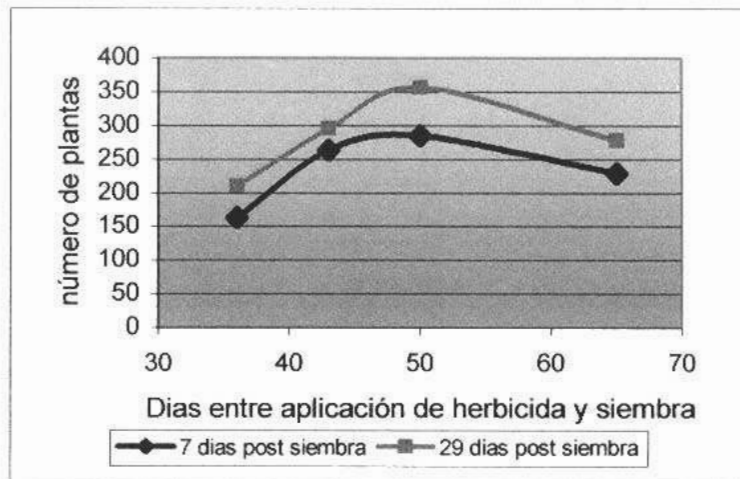
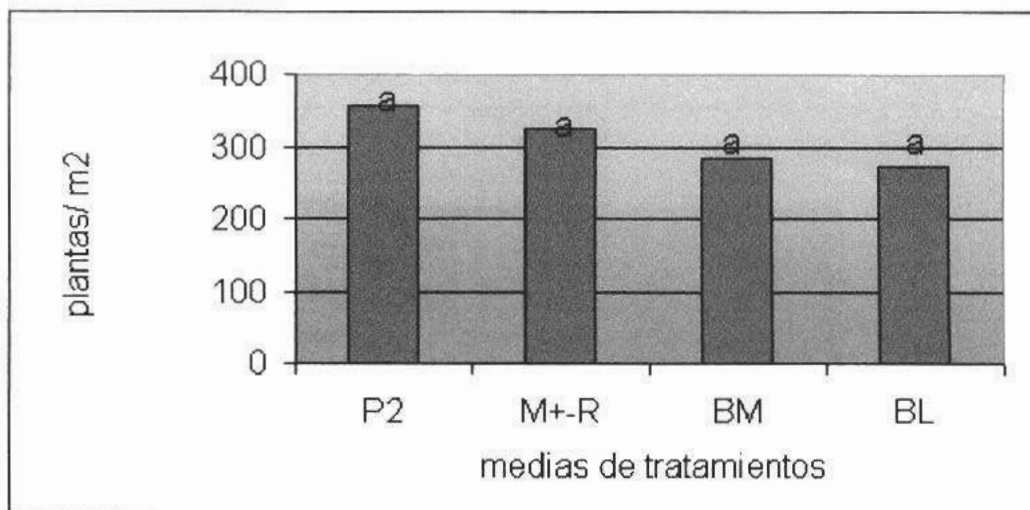


Figura 17. Efecto del tiempo de barbecho sobre la implantación de avena sembrada sin laboreo sobre pradera.

Los resultados muestran que la implantación final mejoró hasta un período de entre 43 y 50 días de barbecho, lográndose un incremento del 70 % en el número final de plantas obtenidas (210 plantas/m² con un barbecho de 35 días y 356 plantas/m² con 50 días de barbecho).

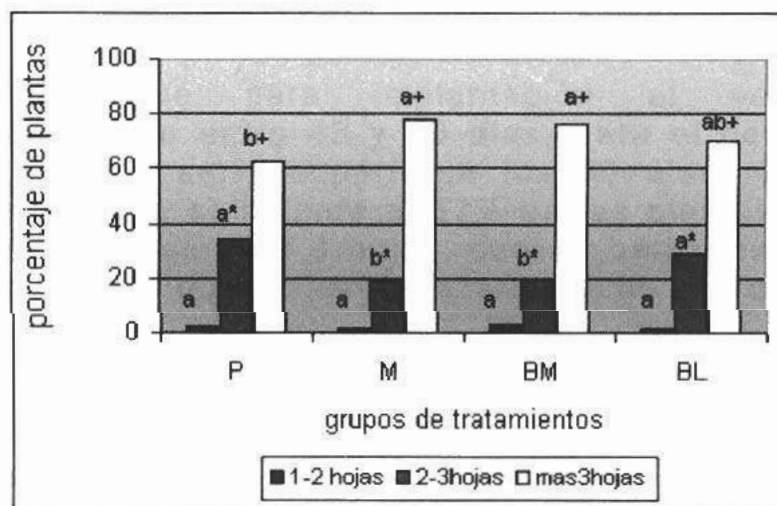
El tratamiento P2 (50 días de barbecho) no difirió significativamente de la implantación lograda en los tratamientos cuya primer aplicación de glifosato fue realizada el 26 de noviembre (M+R, M-R, BML, BMS, BLL y BLS) (Figura 18).



**Letras distintas en la figura difieren con $P < 0,1$.

Figura 18. Número final de plantas por metro cuadrado obtenidas en P2 vs el resto de los tratamientos con primer aplicación de herbicida el 26 de noviembre.

En la Figura 19 se presenta el estado de desarrollo de la Avena a los 29 días pos siembra. Existe una diferencia significativa ($P < 0.1$) en el estado de desarrollo, los tratamientos en los cuales la avena alcanzó los mayores estados fenológicos fueron M+R y M-R, así como los BM.



**Letras distintas en la figura difieren con $P < 0,1$.

Figura 19. Efecto del manejo del barbecho sobre el desarrollo fenológico del cultivo de avena a los 29 días pos siembra.

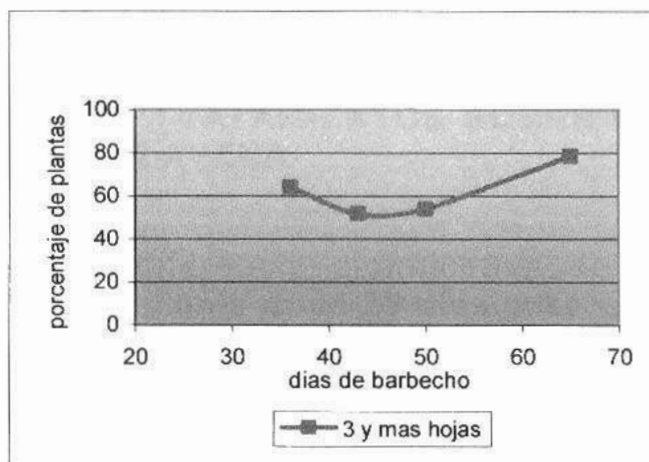


Figura 20. Efecto del tiempo en barbecho sobre el desarrollo de avena sembrada sin laboreo sobre pradera.

Las plantas logradas sobre praderas con primer aplicación de glifosato posterior a 62 días presiembra (P1,P2,P3 y P4), tuvieron un menor desarrollo ($P < 0.1$) que aquellas logradas sobre pradera con primer aplicación de glifosato el día cero del ensayo (M, BM, BL) . Dentro de las aplicaciones posteriores, se detectó un efecto positivo del tiempo de barbecho hasta el período máximo evaluado (65 días).

Mientras que para implantación el período óptimo determinado estuvo entre 43 y 50 días, para el desarrollo de las plantas el óptimo sería superior a los 65 días. Con barbechos menores a 56 días, solamente el 57% de las plantas alcanzaron el estado fenológico más de 3 hojas, con un barbecho de 65 días el 80% de las plantas obtenidas alcanzaron dicho estado.

Varios autores han determinado que existe un efecto negativo de ciertas sustancias orgánicas producidas durante la descomposición de rastrojos, que afectan la germinación y el desarrollo de otras especies (Abdul Wahab y Rice 1967, Kimberg 1973, Putnam y Duke 1978, Coach 1991, Miller 1996). Este efecto desaparece con el tiempo en barbecho, esto podría explicar el menor desarrollo alcanzado por las plantas y como al transcurrir el

tiempo el efecto se reduce, lo cual demuestra que el proceso involucrado es un proceso biológico.

4.5. EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS SOBRE LA PRODUCCION DE MATERIA SECA DE AVENA

No se detectó diferencia significativa de los tratamientos sobre el peso de cada planta a los 29 días post-siembra, por lo que el efecto sobre la producción de materia seca por Ha inicial fue el resultado de las diferencias en implantación (Cuadro 6)

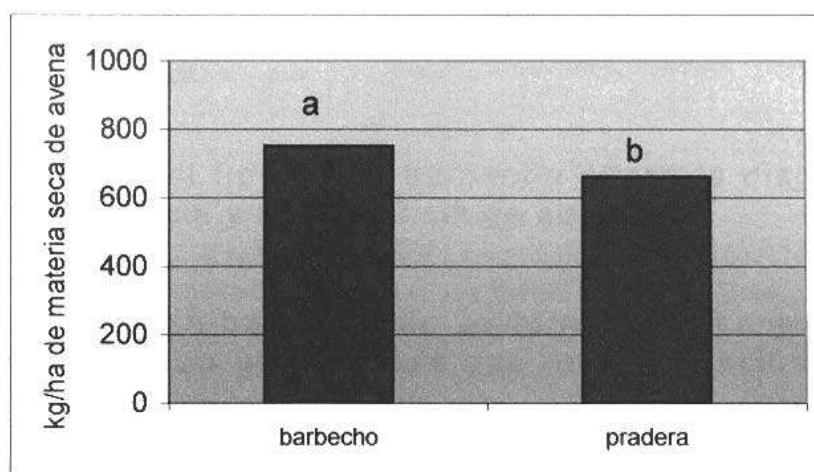
Cuadro 6. Efecto del manejo del barbecho sobre el crecimiento inicial de avena y la absorción de nitrógeno.

	P4	P1-P3	M	BM	BL
Pl/m ²	210 b	309 a	325 a	284 a	273 ab
G/planta	0.063 a	0.069 a	0.064 a	0.067 a	0.061 a
G/m ²	13.4 b	21.3 a	22 a	19 a	16.7 ab
N %	3.07 a	3.18 a	3.03 a	2.94 a	2.98 a
Ng/m ²	0.41 b	0.67 a	0.66 a	0.55 ab	0.49 b

**Valores seguidos por igual letra dentro de la fila no difieren entre sí con $P < 0,1$.

Tampoco existieron diferencias en el porcentaje de nitrógeno en la materia seca, por lo que las diferencias en la cantidad de nitrógeno absorbido hasta los 30 días post-siembra también resultaron de las diferencias en implantación.

A los 60 días de crecimiento, solo se registraron diferencias significativas ($P < 0,1$) entre los tratamientos con aplicación de herbicida en noviembre de 1999 y el resto (Figura 21).



**Letras distintas en la figura difieren con $P < 0,1$.

Figura 21. Efecto del manejo del barbecho sobre la producción de materia seca/ha de avena a los 60 días de la siembra.

*Barbecho= BLL, BLS, BML, BMS, M+R, M-R

*Pradera= P1, P2, P3, P4.

A su vez, los mejores tratamientos, BMS, BLS, BLL, no difirieron significativamente de los tratamientos en los que se sembró Moha (815 kg/ha vs 742 kg/ha de materia seca respectivamente). Los tratamientos de peor comportamiento y significativamente diferentes de los mejores ($P < 0.05$) resultaron BML, P3 y P4 con 613 kg/ha de materia seca en promedio.

5. CONCLUSIONES

El manejo del tiempo de barbecho altera la disponibilidad de nitrógeno de 0-10cm y de 10-20 cm de suelo.

En 20 días de barbecho no se termina de cumplir el proceso de inmovilización en una pradera que tuvo aplicación de herbicida total.

Barbechos de menos de 41 días tienen un efecto depresivo en la implantación (en implantación final).

La mejor implantación final se logra con un tiempo de barbecho de 50 días.

Con 50 días de barbecho se logra el óptimo, en resistencia a la penetración de la sementera.

A diferencia del óptimo tiempo de barbecho requerido en implantación, para lograr un mayor desarrollo de las plantas se necesita un periodo mayor a 60 días.

Dejar el suelo descubierto por más de 2 meses provoca un incremento de la compactación superficial.

El uso de cultivos trampa junto con tiempos de barbecho cercanos a 2 meses permite conservar en el sistema mayor cantidad de nitrógeno.

Las diferencias en la producción de materia seca hasta los 29 días post-siembra están dadas por el número de plantas y no por el peso individual de las mismas.

A los 60 días pos siembra, los mejores tratamientos resultaron aquellos iniciados con aplicación de herbicida en noviembre, sin diferencias entre los manejos posteriores.

Por lo tanto, el mejor manejo resulta aquel en el que se sembró y enfardó el cultivo de Moha. Este logró cumplir con el tiempo en barbecho necesario para descomposición del tapiz, descompactar el suelo, mantener cubierto al mismo durante ese período de tiempo, reducir las pérdidas de nitrógeno y asegurar la implantación y crecimiento del cultivo de invierno.

6. RESUMEN

En el verano-otoño del 2000 se instaló un experimento en la Estación Experimental Mario A. Cassinoni, Facultad de Agronomía. Se evaluaron distintos tiempos de barbecho (150,63,48,41,35 días) y coberturas (con cultivo trampa y sin cultivo trampa), para ver su efecto en la evolución del N-NO₃ en suelo, la implantación, crecimiento, desarrollo y producción de materia seca inicial de un verdeo de invierno (Avena bizantina cv. RLE115). La evolución del N-NO₃ se divide en dos etapas, una de acumulación otra de pérdidas. La primera terminó el día 68, en ella se diferencian dos grandes grupos de tratamientos, por un lado los que permanecieron como praderas y por otro los que tuvieron aplicación de herbicida al inicio del ensayo, estos presentaron una mayor acumulación ($P < 0.1$). La siguiente etapa fue determinada por las condiciones climáticas, las que ocasionaron pérdidas del nutriente. Este comportamiento fue similar en todos los tratamientos diferenciándose los mismos por su capacidad de recuperación, la peor recuperación estuvo dada por aquellos tratamientos que tenían la aplicación del herbicida menos de 21 días antes P3,P4. La utilización de un cultivo trampa en los barbechos largos permitió conservar el N-NO₃ proveniente de la mineralización, en el sistema, de modo que luego parte de este fuera disponible para el verdeo. En función de los tratamientos se pudo determinar un momento óptimo de control de la vegetación, para la calidad de la sementera relacionada con la resistencia a la penetración y para implantación y desarrollo del cultivo. La mejor sementera se logró con 50 días de barbecho, y los mismos días fueron los necesarios para optimizar el número final de plantas. Los barbechos largos (150 días) no favorecieron estas variables debido a la mayor compactación superficial y pérdidas de N-NO₃ dentro del sistema pero si fueron benéficos para un mayor desarrollo individual de las plantas. Los barbechos cortos menores a 41 días fueron negativos para todas las variables medidas por supuestos efectos alelopáticos y disponibilidad de N-NO₃. Se concluyó entonces que en este caso el largo óptimo del periodo de barbecho fue de entre 50 y 65 días.

7. SUMMARY

In the 2000 summer – autumn, an experiment was installed at the “Estación Experimental Mário A. Cassioni”. There were evaluated five different fallow times (150,63,48,41,35 days) to see the effect of those in the N-NO₃ evolution on soil, establishment, early growth, development and dry matter production in a winter crop (Avena bizantina cv. RLE 115). The N-NO₃ evolution had two steps. At first, finished on day 68, there were two kind of development, some treatments witch stayed with pasture and others with herbicide application showing those ones highest levels of N-NO₃ (P<0.1). The following step was signed by weather, inducing leaching. This happened in every treatment witch could be difference by the ability of increase N-NO₃ levels, being shortest than 21 days fallow time the worst situations (P3,P4). Using catch crop in the long fallow plots allowed the N-NO₃ produced by mineralization to keep on the system, being available to the following crop. The different treatment allowed to establish an optimum moment for killing the vegetation to obtain a better seedbed related to the penetration resistance and to the establishment and early growth of the crop. The best seedbed was obtained with a fifty days fallow, which is the same time of fallow necessary to optimize the establishment, in speed and final number of plants. The longest fallow (150 days) did not help those variables because in these conditions they had highest superficial compactation and loses of nitrogen, already they were better for plant development. Shortest than 41 days fallow were also negative for all the measures as a result of the allelopathic effects of decomposition . Summing up, for this case the optimum fallow time is between 50 and 65 days.

8. BIBLIOGRAFIA

1. PANIGATI, J.L.; MARELLI, H.; BUSCHIAZZO, D.; GIL, R. 1998. Siembra Directa. Hemisferio Sur. 333 p.
2. SPRAGUE, M.A.; TRIPLETT, G..B. 1986. Non tillage surface tillage agriculture, the tillage revolution. EEUU, John Wiley and Sons. 335p.
3. RICE, E.L. 1974. Allelopathy. New York, Academic press. 353p.
4. ABDIN, O.A.; ZHOU, X.M.; CLOUTIER, D.C.; FARIS, M.A.; SMITH, D.L. 2000 Cover crops and interrow tillage for weed control in short season maize (Zea mays). European Journal Of Agronomy 12:93-102.
5. ADDISCOTT, T. M.; THOMAS, D. 2000. Tillage, mineralization and leaching: phosphate. Soil And tillage Research 53:255-273.
6. ALAKUKKU, L. 1998. Properties of compacted fine-textured soils as affected by crop rotation and reduced tillage. Soil And Tillage Research 47:83-89.
7. ALBERT, L. SIMS.; JAMES, S.SCHEPERS.; ROBERT, A. OLSON.; JAMES, F. POWER. 1998. Irrigated corn yield and nitrogen accumulation response in a comparison of no-till and conventional till: tillage and surface-residue variables. Agronomy Journal 90:630-637.
8. ALICE, M. WOLFE.; DONALD, J. ECKERT. 1999. Crop Sequence and Surface Residue Effects on the Performance of No-Till Corn Grown on a Poorly Drained Soil. Agronomy Journal 91:363-367.
9. ANABAYAN, KESSAVALOU.; DANIEL, T. WALTERS. 1997. Winter Rye as a Cover Crop Following Soybean Under Conservation Tillage. Agronomy Journal 89:68-74.
10. _____. 1999. Winterrye Cover Crop Following Soybean Under Conservation Tillage: Residual Soil Nitrate. Agronomy Journal 91:643-649.
11. ANDREW, J. CLARK.; ALVIN, M. DECKER.; JOHN, J. MEISINGER.; MARLA, S. MCINTOSH. 1997. Kill Date of Vetch, Rye, And a Vetch-Rye Mixture:I. Cover Crop and Corn Nitrogen. Agronomy Journal 89:427-434.

12. ARVIDSSON, J. 1998. Effects of cultivation depth in reduced tillage on soil physical properties, crop yield and plant pathogens. *European Journal Of Agronomy* 9:79-85.
13. BONARI, E.; MAZZONCINI, M.; PERUZZI, A. 1995. Effects of conventional and minimum tillage on winter oilseed rape (*Brassica napus* L.) in a sandy soil. *Soil And Tillage Research* (33)2 pp. 91-108.
14. BRINSFIELD, R.B.; STAVER, K.W. 1991. Use of cereal cover crops for reducing groundwater nitrate contamination. Hardgrove.
15. BUSCHIAZZO, D.E.; PANIGATTI JOSÉ, L.; UNGER, P.L.W. 1998. Tillage effects on soil properties and crop production in the subhumid and semiarid Argentina Pampas. *Soil And Tillage Research* 49:105-116.
16. CAMPBELL, C.A.; MCCONKEY, B.G.; ZENTNER, R.P.; SELLES, F.; CURTIN, D. 1996. Tillage and crop rotation effects on soil organic C and N in a coarse-textured typical Haploboroll in southwestern Saskatchewan. *Soil And Tillage Research* 37:3-14.
17. _____; THOMAS, A.G.; BIEDERBECK, V.O.; MCCONKEY, B.G.; SELLES, F.; SPURR, D.; ZENTNER, R.P. 1998. Converting from no-tillage to pre-seeding tillage: Influence on weeds, spring wheat grain yields and N, and soil quality. *Soil And Tillage Research* 46 (3-4).
18. CAREFOOT, J.M.; JANZEN, H.H. 1997. Effect of straw management, tillage timing and timing of fertilizer nitrogen application on the crop utilization of fertilizer and soil nitrogen in an irrigated cereal rotation. *Soil And Tillage Research* 44 (3-4).
19. CATT, J.A.; HOWSE, K.R.; CHRISTIAN, D.G.; LANE, P.W.; HARRIS, G.L.; GOSS, M.J. 2000. Assessment of tillage strategies to decrease nitrate leaching in the Brimstone Farm Experiment, Oxfordshire, UK. *Soil And Tillage Research* 53:185-200.
20. CONTI, M.E.; PALMA, R.M.; ARRIGO, N.M.; ZOURARAKIS, D.P.; CAPPELLETTI, C.A. 1998. Long-term rotation effect of soybean with no-till maize on soil N availability indices and microbial activity in the Argentine Pampa. *Soil And Tillage Research* 49 (3).
21. DARRELL, A. MILLER. 1996. Allelopathy in Forage Crop System. *Agronomy Journal* 88:854-859.

22. DAVID, S. SEIGLER. 1996. Chemistry and Mechanisms of Allelopathic Interactions. *Agronomy Journal* 88:876-885.
23. DEIBERT, E.J. 1995. Dry bean production with various tillage and residue management systems. *Soil And Tillage Research* 36:97-109.
24. DEXTER, A.R. 1997. Physical properties of tilled soils. *Soil And Tillage Research* 43:41-63.
25. DORAN, J.W.; ELLIOT, E.T.; PAUSTIAN, K. 1998. Soil microbial activity, nitrogen cycling, and long-term changes in organic carbon pools as related to fallow tillage management. *Soil And Tillage Research* 49:3-18.
26. ECK, H.V.; JONES, O.R. 1992. Soil Nitrogen Status as Affected by Tillage, Crops, and Crop Sequences. *Agronomy Journal*. 84:660-668
27. EINHELLIG, F.A. 1996. Interactions Involving Allelopathy in Cropping System. *Agronomy Journal* 88:886-893.
28. EWERT, F.; PLEIJEL, H. 1999. Phenological development, leaf emergence, tilling and leaf area index and duration of spring wheat across Europe in response to CO₂ and ozone. *European Journal Of Agronomy* 10:171-184.
29. FEIL, B.; GARIBA, Y.S.V.; AMMON, H.U.; STAMP, P. 1997 Maize production in a grass mulch system—seasonal patterns of indicators of the nitrogen status of maize. *European Journal Of Agronomy* 7:171-179.
30. FERREAS, L.A.; COSTA, J.L.; GARCÍA, F.O.; PECORARI, C. 1999. Effect of no-tillage on some soil physical properties of a structural degraded Petrocalcic Paleudoll of the southern "Pampa" of Argentina. *Soil And Tillage Research* 49 (1-2).
31. FOX, R.H.; BANDEL, V.A. 1986. In SPRAGUE, M.A.; TRIPLETT, G.B. 1986. Non tillage surface tillage agriculture, the tillage revolution. EEUU, John Wiley and Sons. 335p.
32. FRANZLUEBBERS, A.J.; HONS, F.M. 1996. Soil-profile distribution of primary and secondary plant-available nutrients under conventional and no tillage. *Soil And Tillage Research* 39:229-239.
33. FREY, S.D.; ELLIOTT, E.T.; PAUSTIAN, K.; PETERSON, G.A. 2000. Fungal translocation as a mechanism for soil nitrogen inputs to surface residue

- decomposition in a no-tillage agroecosystem. *Soil Biology And Biochemistry* 32:689-698.
34. GARCIA PRECHAC, F. 1997. Curso de actualización sobre siembra directa y conservación de suelos. Universidad de la Republica. 122p.
 35. GEMTOS, T.A.; GALANOPOULOU, S.T.; KAVALARIS, CHR. 1998. Wheat establishment after cotton with minimal tillage. *European Journal Of Agronomy* 8:137-147.
 36. GIMÉNEZ, D.; ALLMARAS, R.R.; HUGGINS, D.R.; NATER, E.A. 1998. Mass, surface and fragmentation fractal dimensions of soil fragments produced by tillage. *Geoderma*. 86:279-293.
 37. HANSEN, E.; MOLLER. DJURHUUS, J. 1997. Nitrate leaching as influenced by soil tillage and catch crop. *Soil and Tillage Research*. 41:203-219.
 38. HOFMAN, G.; DE NEVE, S. 1998. N mineralization and nitrate leaching from vegetable crop residues under field conditions: a model evaluation. *Soil Biology & Biochemistry*. 30:2067-2075.
 39. HORN, R.; DOMZ, A.H.; SLOWNSKA-JURKIEWICZ, A.; VAN OUWERKERK, C. 1995. Soil compaction processes and their effects on the structure of arable soils and the environment. *Soil And Tillage Research*. 35:23-36.
 40. HULUGALLE, N. R.; LOBRY DE BRUYN, L. A.; ENTWISTLE, P. 1997. Residual effects of tillage and crop rotation on soil properties, soil invertebrate number and nutrient uptake in an irrigated Vertisol sown to cotton. *Applied Soil Ecology*. 7:11-30.
 41. ISSE, A.A.; ANGUS, F. MACKENZIE.; KATRINE, STEWART.; DANIEL, C. CLOUTIER.; DONALD, L. SMITH. 1999. Cover Crop and Nutrient Retention for Subsequent Sweet Corn Production. *Agronomy Journal* 91:934-939.
 42. LIPIEC, J.; HAKANSOON, I. 2000. Influences of degree of compactness and matric water tension on some important plant growth factors. *Soil And Tillage Research*. 53:87-94.
 43. LIWANG MA.; PETERSON, G.A.; AHUJA, L.R. 1999. Decomposition of Surface Crop Residues in Long-Term Studies of Dryland Agroecosystems. *Agronomy Journal*. 91:401-409.

44. LÓPEZ, M.V.; ARRÚE, J.L. 1997. Growth, yield and water use efficiency of winter barley in response to conservation tillage in a semi-arid region of Spain. *Soil and Tillage Research*. 44:35-54.
45. LOWELL, E.G.; MARK, B.D.; SMITH, K.M.; KOVACIC, D.A. 1998. Nitrogen Cycling and tile drainage nitrate loss in a corn/soybean watershed. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 68:85-97.
46. MARTIN, V.L.; MCCOY, E.L.; DICK, W.A. 1990. Allelopathy of Crop Residues Influences Corn Seed Germination and Early Growth. *Agronomy Journal*. 82:555-560.
47. MATTHEWS, A. M.; ARMSTRONG, A.C.; LEEDS-HARRISON, P.B.; HARRIS, G. L.; CATT, J.A. 2000. Development and testing of a model for predicting tillage effects on nitrate leaching from cracked clay soils. *Soil And tillage Research*. 53:245-254.
48. MEDÍ, B.; MADRAMOOTOO, C.A. 1999. Soil nitrate distribution under grain and silage corn using three tillage practices on a loamy sand in southwestern Quebec. *Soil And Tillage Research*. 51:81-90.
49. MIELKE, L. N.; WILHELM, W. W. 1998. Comparison of soil physical characteristics in long-term tillage winter wheat-fallow tillage experiments. *Soil And Tillage Research*. 49:29-35.
50. MOLLER, E.H.; DJURHUUS, J. 1997. Yield and N uptake as affected by soil tillage and catch crop. *Soil and Tillage Research*. 42:241-252.
51. MORENO, F.; PELEGRÍN, F.; FERNÁNDEZ, J. E.; MURILLO, J. M. 1997. Soil physical properties, water depletion and crop development under traditional and conservation tillage in southern Spain. *Soil And Tillage Research*. 41:25-42.
52. MORRIS, J.L.; ALLEN, V.G.; VAUGHAN, D.H.; LUNA, J.M.; COCHRAN, M.A. 1998. Establishment of Corn in Rotation With Alfalfa and Rye: Influence of Grazing, Tillage, and Herbicides. *Agronomy Journal*. 90:837-844.
53. NEAVE, P.; FOX, C.A. 1998. Response of soil invertebrates to reduced tillage system established on a clay loam soil. *Applied Soil Ecology* 9:429-434.
54. NELSON, C. J.. 1996. Allelopathy in Cropping Systems. *Agronomy Journal* 88:991-996.

55. NOVOTNY, E.H.; BLUM, W.E.H.; GERZABEK, M.H.; MANGRICH, A.S. 1999. Soil management system effects on size fractionated humic substances. *Geoderma*. 92:87-109.
56. NYBORG, M.; SOLBERG, E.D.; IZAURRALDE, R.C.; MALHI, S.S.; MOLINA, M.A. 1995. Influence of long-term tillage, straw and N fertilizer on barley yield, plant-N balance. *Soil And Tillage Research*. 36: 165-174.
57. OLASANTAN, F.O. 1999. Effect of time of mulching on soil temperature and moisture regime and emergence, growth and yield of white yam in western Nigeria. *Soil And Tillage Research*. 50: 215-221.
58. PABIN, J.; LIPIEC, J.; WOLDEK, S.; BISKUPSKI, A.; KAUS, A. 1998. Critical soil bulk density and strength for pea seeding root growth as related to other soil factors. *Soil And Tillage Research*. 46:203-208.
59. PARÉ, T.; DINEL, H.; MOULIN, A.P.; TOWNLEY-SMITH, L. 1999. Organic matter quality and structural stability of a Black Chernozemic soil under different manure and tillage practices. *Geoderma*. 91:311-326.
60. PORTER, J.R.; GAWITH, M. 1999. Temperatures and the growth and development of wheat: a review. *European Journal Of Agronomy*. 10:23-36.
61. POWER, J.F.; PETERSON, G.A. 1998. Nitrogen transformations, utilization, and conservation as affected by fallow tillage method. *Soil And Tillage Research*. 49:37-47.
62. RAIMBAULT, B. A.; VYN, T.J.; TOLLENAAR, M.. 1991. Corn Response to Rye Cover Crop, Tillage Methods, and Planter Options. *Agronomy Journal* 83:287-290.
63. RAO, S.C.; DAO, T.H. 1994. Straw Quality of 10 Wheat Cultivars under Conventional and No-Till System. *Agronomy Journal*. 86:833-837.
64. RICE, E.L. 1995. Introduction and allelopathic effects of crop plants on crop plants. p. 26-29. In *Biological Control of Weed and Plant Diseases: Advances in Applied Allelopathy*. Univ. of Okla. Press, Norman.
65. RICHARD, G.; BOIFFIN, J.; DUVAL, Y. 1995. Direct drilling of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) into a cover crop: effects on soil physical conditions and crop establishment. *Soil And Tillage Research*. 34:169-185.

66. RICHTER, G.M.; BEBLIK, A. J.; SCHMALSTIEG, K.; RICHTER, O. 1998. N-dynamics and nitrate leaching under rotational and continuous set-aside--- a case study at the field and catchment scale. *Agriculture, Ecosystems And Environment*. 68:125-138.
67. RUEGG, W. T.; RICHNER, W.; STAMP, P.; FEIL, B. 1998. Accumulation of dry matter and nitrogen by minimum tillage silage maize planted into winter cover crop residues. *European Journal Of Agronomy*. 8:59-69.
68. SELEVARAJU, R.; RAMASWAMI, C. 1997. Evaluation of fallow management practices in a rainfed vertisol of peninsular India. *Soil and Tillage Research*. 43:321-335.
69. SILVA, A. 1995. La materia orgánica del suelo. Universidad de la Republica. 46p.
70. STEMBERG, M.; ARONSOON, H.; LINDÉN, B.; RYDBERG, T.; GUSTAFSON, A. 1999. Soil mineral nitrogen and nitrate leaching losses in soil tillage system combined with a catch crop. *Soil And Tillage Research*. 50:115-125.
71. TABOADA, M.A.; MICUCUCCI, F.G.; COSENTINO, D.J.; LAVADO, R.S. 1998. Comparison of compaction induced by conventional and zero tillage in two soils of the PRIVADO Rolling Pampa of Argentina. *Soil And Tillage Research*. 49:57-63.
72. TEBRUGGE, F.; DURING, R.-A. 1999. Reducing tillage intensity---a review of results from a long-term study in Germany. *Soil And Tillage Research*. 53:15-28.
73. TISDALE, S.L.; NELSON, W.L. 1975. Soil fertility and fertilizers. Tercera edición. McMillan.670p.
74. THOMSEN, I.K.; CHRISTENSEN, B.T. 1998. Cropping system and residue management effects on nitrate leaching and crop yields. *Agriculture, Ecosystems And Environment*. 68:73-84.
75. TOWOMLOW, S.J.; BRUNEAU, P.M.C. 2000. The influence of Tillage on semi-arid soil-water regimes in Zimbabwe. *Geoderma*. 95:33-51.
76. UNGER, P.W.; JONES, O.R. 1998. Long-term tillage and cropping system affect bulk density and penetration resistance of soil cropped to dryland wheat and grain sorghum. *Soil and Tillage Research*. 45:29-43.

77. UPENDRA, M.A.; BHARAT, P.S.; WHITEHEAD, P.W. 1998. Cover Crop Root Distribution and Its Effects on Soil Nitrogen Cycling. *Agronomy Journal*. 90:511-518.
78. VAN MUYSEN, W.; GOVERS, G.; BERGKAMP, G.; ROXO, M.; POESEN J. 1999. Measurement and modeling of the effects of initial soil conditions and slope gradient on soil traslocation by tillage. *Soil and Tillage Research*. 51:303-316.
79. WEBSTER, C.P.; POULTON, P.R.; GOULDING, K.W.T. 1999. Nitrogen leaching from winter cereals grown as part of a 5-year ley-arable rotation. *European Journal Of Agronomy*. 10: 263-278.
80. WEIKENHAMER, J.D. 1996. Distinguishing Resource Competition and Chemical Interference: Overcoming the Methodological Impasse. *Agronomy Journal*. 88:866-875.
81. WESTON, L.A. 1996. Utilization of Allelopathy for Weed Management in Agroecosystems. *Agronomy Journal*. 88:860-866.
82. WILHELM, W.W. 1998. Dry-matter partitioning and leaf area of winter wheat grown in a long-term fallow tillage comparisons en the US Central Great Plains. *Soil And Tillage Research*. 49:49-56.
83. WILHELM, W.W.; MEIKLE,L.N. 1998. Comparisons of soil physical characteristics in long-term tillage winterweat-fallow tillage experiments. *Soil And Tillage Research*. 49:29-35.
84. WOJCIK-WOJKTOWIAK.; POLITYCKA, D. B.; SCHNEIDER, M.; PERKOWSKI, J. 1990. Phenolic Substances as Allelopathic Agents Arising During the Degradation of Rye (*Secale cereale* L.) tissues. *Plant Soil*. 124:143-147.
85. WYLAND, L.J.; JACKSON, L.E.; CHANEY, W.E.; KLONSKY, K.; KOIKE, S.T.; KIMPLE, B.1997. Winter cover crops in a vegetable cropping system: Impacts on nitrate leaching, soil water, crop yield, pests and management costs, *Agriculture, Ecosystems And Environment*. 59 (1-2)
86. XUE-MING, Y.; MICHELLE W.M. 1998. Temporal changes in dry aggregate size and stability. *Soil And Tillage Research*. 49:173-183.
87. YOUNG, I.M.; RITZ, K. 2000. Tillage, habitat space and function of soil microbes. *Soil And Tillage Research*. 53:201-213.

88. DEVOTO, C.M.; GONZALEZ, A.G. 1999. Evaluación del comportamiento de la Moha de Hungría (*Setaria itálica* (L) p.Beauvois) en siembra directa. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 72p.
89. KEMANIAN, C.A.; LEITES B.L.; 1996. Crecimiento inicial y absorción de nutrientes de cebada cervecera bajo distintos niveles de compactación, temperatura y disponibilidad de nitrógeno. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 86p.
90. JORNADA NACIONAL DE SIEMBRA DIRECTA, (6ª, 1998, SORIANO) 1998. Jornada Nacional de Siembra Directa. Mercedes, AUSID, 38 p.
91. SEMINARIO INTERNACIONAL DO SISTEMA PLANTIO DIRETO, (1995, PASSO FUNDO). EMBRAPA-CNPT, 182 p.
92. SEMINARIO INTERNACIONAL SOBRE AVANCES EN SIEMBRA DIRECTA, (1994, ASUNCIÓN)

APENDICE 1

PLANILLA ESTADO, CRECIMIENTO Y DESARROLLO DE LA AVENA

Gasto titulación blanco: 1.65

	1h	12h	23h	3h	1ma	2ma	PF	PS	pmuestra	mltitula	% N
1A	0	0	14	12	4	0	11.60	1.63	0.498	12.15	2.91
2A	0	0	5	9	14	2	16.20	2.05	0.498	13.05	3.16
3A	0	0	9	15	7	1	13.42	1.85	0.501	11.15	2.61
4A	0	0	7	6	11	3	12.56	2.36	0.501	13.5	3.26
5A	0	1	8	10	9	1	13.15	1.63	0.502	4.6	2.94
6A	0	0	6	2	14	8	17.85	2.44	0.501	11.95	2.83
7A	0	0	11	6	13	0	12.40	1.71	0.501	13.15	3.16
8A	0	0	8	7	12	3	13.10	2.08	0.501	13.8	3.34
9A	0	0	4	20	6	0	12.04	1.74	0.499	10.9	2.55
10A	0	2	3	15	9	1	14.30	1.86	0.501	12.65	3.03
11A	0	0	11	2	14	3	19.00	2.33	0.499	13.95	3.40
12A	0	1	3	7	18	1	13.35	2.17	0.500	12.25	2.92
13A	0	1	6	7	16	0	15.87	1.87	0.500	14.8	3.62
14A	0	0	7	13	10	0	12.22	1.65	0.499	12.65	3.04
15A	0	0	2	6	19	3	17.90	2.44	0.498	15.05	3.71
1B	0	1	14	8	7	0	14.46	1.90	0.499	12.1	2.89
2B	0	2	10	8	10	0	11.69	1.75	0.499	14.75	3.62
3B	0	0	7	6	16	1	13.36	2.13	0.501	14.35	3.49
4B	0	2	9	3	13	3	16.25	2.85	0.500	14.8	3.62
5B	0	1	4	4	14	7	18.27	3.01	0.500	11.55	2.73
6B	0	1	16	5	7	1	10.37	1.60	0.501	11.6	2.74
7B	0	2	7	4	16	1	13.59	2.20	0.498	13	3.14
8B	0	3	4	8	14	1	12.47	1.68	0.502	4.8	2.88
9B	0	1	8	10	9	2	12.83	2.01	0.500	12.6	3.02
10B	0	0	7	6	17	0	12.26	2.08	0.500	13.15	3.17
11B	0	1	6	14	8	1	12.50	1.77	0.501	12.3	2.93
12B	0	0	6	7	14	2	15.10	2.08	0.499	12.8	3.08
13B	0	0	20	8	2	0	7.34	1.26	0.500	8.85	1.98
14B	0	0	4	10	15	1	13.15	1.93	0.502	10.4	2.40
15B	0	0	22	5	3	0	10.58	1.61	0.500	13.85	3.36

APENDICE 2**PLANILLA DE IMPLANTACION DE LA AVENA**

PARCELA 1A	PLANTAM2					
LINEA	1	2	3	4	5	
2mayo	21	13	30	13	12	89
11mayo	22	15	33	16	16	102
24mayo	22	13	35	14	15	99

PARCELA 2A	PLANTAM2					
LINEA	1	2	3	4	5	
2mayo	64	60	57	38	58	277
11mayo	62	72	59	42	62	297
24mayo	53	73	58	38	63	285

PARCELA 3A	PLANTAM2					
LINEA	1	2	3	4	5	
2mayo	47	50	83	59	54	293
11mayo	50	53	95	61	70	329
24mayo	50	47	103	59	58	317

PARCELA 4A	PLANTAM2					
LINEA	1	2	3	4	5	
2mayo	46	54	77	50	50	277
11mayo	54	59	80	59	51	303
24mayo	43	60	75	54	56	288

0

PARCELA 5A	PLANTAM2					
LINEA	1	2	3	4	5	
2mayo	53	72	35	25	35	220
11mayo	134	95	53	33	34	349
24mayo	148	90	51	32	38	359

PARCELA 6A	PLANTAM2					
LINEA	1	2	3	4	5	
2mayo	52	60	55	38	33	238
11mayo	60	65	61	60	44	290
24mayo	64	64	64	59	42	293

PARCELA 7A	PLANTAM2					
LINEA	1	2	3	4	5	
2mayo	56	57	30	47	61	251
11mayo	67	77	47	47	74	312
24mayo	60	73	39	47	79	298

PARCELA 8A

LINEA	1	2	3	4	5	
2mayo	56	74	47	49	70	296
11mayo	82	84	60	54	77	357
24mayo	80	90	60	58	75	363

PARCELA 9A

LINEA	1	2	3	4	5	
2mayo	24	65	68	54	39	250
11mayo	30	75	63	60	62	290
24mayo	28	66	67	60	28	249

PARCELA 10A

LINEA	1	2	3	4	5	
2mayo	24	56	61	80	88	309
11mayo	56	58	86	60	76	336
24mayo	61	61	102	66	81	371

PARCELA 11A

LINEA	1	2	3	4	5	
2mayo	26	54	18	12	61	171
11mayo	44	66	20	70	58	258
24mayo	50	84	22	20	87	263

PARCELA 12A

LINEA	1	2	3	4	5	
2mayo	44	53	70	44	75	286
11mayo	60	52	78	50	74	314
24mayo	58	69	85	65	84	361

PARCELA 13A

LINEA	1	2	3	4	5	
2mayo	28	46	46	50	94	264
11mayo	36	30	38	51	103	258
24mayo	31	28	36	51	96	242

PARCELA 14A

LINEA	1	2	3	4	5	
2mayo	45	25	60	70	69	269
11mayo	60	49	90	83	64	346
24mayo	59	45	71	79	75	329

PARCELA 15A

LINEA	1	2	3	4	5	
2mayo	31	42	45	28	52	198
11mayo	36	52	53	34	62	237
24mayo	37	51	59	38	57	242

PARCELA 1B						PLANTA/M2
LINEA	1	2	3	4	5	
2mayo	87	58	85	53	59	342
11mayo	120	66	136	57	73	452
24mayo	130	60	148	58	68	464

PARCELA 2B						
LINEA	1	2	3	4	5	
2mayo	82	54	34	28	43	241
11mayo	89	60	37	32	60	278
24mayo	92	63	40	34	52	281

PARCELA 3B						
LINEA	1	2	3	4	5	
2mayo	70	61	60	64	54	309
11mayo	68	68	68	74	66	344
24mayo	64	62	74	85	70	355

PARCELA 4B						
LINEA	1	2	3	4	5	
2mayo	48	31	54	40	45	218
11mayo	58	34	76	49	66	283
24mayo	60	40	78	58	74	310

PARCELA 5B						
LINEA	1	2	3	4	5	
2mayo	78	60	37	40	32	247
11mayo	83	60	54	45	56	298
24mayo	78	52	50	54	52	286

PARCELA 6B						
LINEA	1	2	3	4	5	
2mayo	56	52	22	32	61	223
11mayo	66	62	28	46	74	276
24mayo	42	66	24	46	76	254

PARCELA 7B						
LINEA	1	2	3	4	5	
2mayo	70	57	69	54	40	290
11mayo	94	71	72	74	61	372
24mayo	80	66	78	64	64	352

PARCELA 8B

LINEA	1	2	3	4	5	
2mayo	54	48	46	78	88	314
11mayo	61	53	54	84	112	364
24mayo	54	50	42	68	96	310

PARCELA 9B

LINEA	1	2	3	4	5	
2mayo	73	34	28	30	38	203
11mayo	86	30	23	22	30	191
24mayo	64	18	18	16	26	142

PARCELA 10B

LINEA	1	2	3	4	5	
2mayo	56	39	45	58	56	254
11mayo	52	40	52	48	62	254
24mayo	54	40	58	60	48	260

PARCELA 11B

LINEA	1	2	3	4	5	
2mayo	59	40	48	50	33	230
11mayo	56	36	48	54	54	248
24mayo	58	46	70	42	52	268

PARCELA 12B

LINEA	1	2	3	4	5	
2mayo	68	36	54	55	70	283
11mayo	74	42	54	60	76	306
24mayo	66	46	48	56	78	294

PARCELA 13B

LINEA	1	2	3	4	5	
2mayo	47	34	28	31	39	179
11mayo	44	20	20	23	19	126
24mayo	28	16	14	20	12	90

PARCELA 14B

LINEA	1	2	3	4	5	
2mayo	80	61	76	80	74	371
11mayo	98	62	80	85	84	409
24mayo	80	72	88	82	78	400

PARCELA 15B

LINEA	1	2	3	4	5	
2mayo	60	48	47	68	72	295
11mayo	60	44	48	67	70	289
24mayo	52	54	48	64	72	290

APENDICE 3

PLANILLAS DE REGISTROS HIDRICOS DE LA EEMAC

MES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Ene												
Feb			4								5	
Mar												
Abr			3			28.5	101	69	0			
May	8.1	56.5		3	13.3	6.7						
Jun							11.00	10.4		9.1		
	11	12	13	14	15	16	17.0	18	19	20		
Ene												
Feb												
Mar	20	5	50	1								
Abr							3.60					
May	28.9						18.00	33.0	24.7	2.6		
Jun				0.2	21.5	63.7	8.70	0.60				
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31 TOTAL MES	
En												12
Feb	5									7		21
Mar							127.0					203
Abr	16			33.7		0.3	25.7	11.0				313.8
May							2.7	2.4				234.1
Jun						51.8						231.8

APENDICE 4**EVOLUCION DE LA TEMPERATURA MEDIA, MINIMA Y MAXIMA**

DIA	1			2			3			4		
	Máx	Min	Media	Máx	Min	Media	Máx	Min	Media	Máx	Min	Media
ENERO	33	16	24.25	33	16	24.35	34.3	15	24.65	35	16.8	25.9
FEBRERO	33.7	19	26.35	32.6	20	26.15	32	19	25.45	33.4	16.4	24.9
MARZO	28.7	15	21.65	30	18	24	31.1	20	25.55	31.8	20.3	26.05
ABRIL	25	13	18.9	24.3	10	17.3	23	12	17	21	17	19
MAYO	26.2	18	22.05	19.3	13	16.25	15	11	13	15	11.8	13.4
JUNIO	15.7	4.8	10.25	16.3	4.9	10.6	20	6	13	23.2	11.1	17.15
DIA	5			6			7			8		
	Máx	Min	Media	Máx	Min	Media	Máx	Min	Media	Máx	Min	Media
ENERO	37	20	28.4	37.8	18	27.9	40	21	30	40.3	21.8	31.05
FEBRERO	36.2	19	27.5	36.6	21	28.75	36	21	28	34.3	21.8	28.05
MARZO	29.5	21	25.4	30.2	25	27.6	29	14	22	26.8	13.7	20.25
ABRIL	28	17	22.4	22	20	20.95	22	20	21	27.1	19.8	23.45
MAYO	13.2	9.3	11.25	16	7	11.5	19	7	13	19.3	8.8	14.05
JUNIO	19.2	15	17.2	18.2	15	16.6	17	14	15	18	13.8	15.9
DIA	9			10			11			12		
	Máx	Min	Media	Máx	Min	Media	Máx	Min	Media	Máx	Min	Media
ENERO	38.3	21	29.7	27	20	23.6	35	16	26	40	20.8	30.4
FEBRERO	31	23	27	36.9	17	27.1	28	19	24	28.8	20.9	24.85
MARZO	27.8	17	22.55	29.2	18	23.6	30	17	23	29.5	16.5	23
ABRIL	0	22	27.65	24.8	22	23.4	19	13	16	20.5	10.8	15.65
MAYO	0	8	14.65	19.5	10	14.75	20	11	15	22.4	11.4	16.9
JUNIO	0	14	16.55	15	13	13.85	18	11	14	22	2.73	2.74
DIA	13			14			15			16		
	Máx	Min	Media	Máx	Min	Media	Máx	Min	Media	Máx	Min	Media
ENERO	0	21	30.2	31.5	24	27.7	34	20	27	37	3.02	3.14
FEBRERO	26	19	22.25	26.9	15	20.9	27	15	21	28.1	3.17	2.88
MARZO	28.4	18	23.2	31.2	16	23.6	32	19	26	31.2	2.93	2.88
ABRIL	24	12	17.9	23.7	14	18.8	24	20	22	21.2	16.7	18.95
MAYO	22	12	17	17	16	16.6	17	15	16	16.7	14.8	15.75
JUNIO	24.7	17	21.05	17.9	19	18.45	24	20	22	11	8	9.5
DIA	17			18			19			20		
	Máx	Min	Media	Máx	Min	Media	Máx	Min	Media	Máx	Min	Media
ENERO	32.2	21	26.4	34.4	17	25.45	38	18	28	39.3	21.2	30.25
FEBRERO	30	15	22.6	32.1	16	24.15	31.3	19	25.15	31.9	21	26.45
MARZO	27	11	18.95	26.9	12	19.25	28	14	20.8	30	18.3	24.15
ABRIL	19	16	17.3	16.8	16	16.4	19.5	13	16.25	20.5	13	16.75
MAYO	17.5	13	15.25	18.2	10	14.1	18	8.5	13.25	19	12.4	15.7
JUNIO	12.2	3.2	7.7	11	6	8.5	13.1	5	9.05			

DIA	21			22			23			24		
	Máx	Min	Media	Máx	Min	Media	Máx	Min	Media	Máx	Min	Media
ENERO	38	21	29.45	33	21	27	33	18	25.6	38	19.2	28.6
FEBRERO	31.2	18	24.6	34.1	20	27			#####			#####
MARZO	25	13	18.85	27.2	17	22	33.2	16	24.55	21.1	11	16.05
ABRIL	23	9.8	16.4	22.6	10	16.5	25	12	18.45	25.2	13	19.1
MAYO	21	8.4	14.7	21.1	9.7	15.4	21	12	16.3	22.2	10.8	16.5
JUNIO												

DIA	25			26			27			28		
	Máx	Min	Media	Máx	Min	Media	Máx	Min	Media	Máx	Min	Media
ENERO	33	16	24.5	33	18	25.25	34.8	18	26.4	35.9	19.2	27.55
FEBRERO			#####			#####			#####			#####
MARZO	27.4	16	21.8	18.4	13	15.65	18	13	15.45	19	7.9	13.45
ABRIL	28	13	20.5	28.1	16	21.95	23.1	19	21.05	22.4	18	20.2
MAYO	17.3	12	14.4	19.2	9.5	14.35	19	8	13.5	20.8	7.5	14.15
JUNIO												

DIA	29			30			31			Total		
	Máx	Min	Media	Máx	Min	Media	Máx	Min	Media	Máx	Min	Media
ENERO	37	19	28	32	23	27.5	31.8	20	25.8	35.4	19.30	27.33
FEBRERO			#####			#####			#####	22.5	13.14	19.8
MARZO	21.5	8.9	15.2	26	10	18.1	25.4	16	20.45	27.4	15.52	21.47
ABRIL	25.1	16	20.5	25.6	19	22.1			#####	23.6	14.89	19.23
MAYO	15.5	6.9	11.2	17.1	10	13.55	14	7.7	10.85	18.7	10.62	14.66
JUNIO												

S. Histórica

	Máx	Min	Media
ENERO	32	18	25
FEBRERO	30	17	23.5
MARZO	28	16	22
ABRIL	24	12	18
MAYO	21	10	15.5
JUNIO	17	7	12

APENDICE 5**PLANILLA DE REGISTROS DE RESISTENCIA A LA PENETRACION
PROPORCION EN PORCENTAJE**

PARCELA	VER.	AMAR.	ROJ.	VER. Y AMAR.	ROJ.	VER. AMAR. Y ROJ.	
1A	56.67	43.33	0.00	100.00	0.00	56.67	33.30
1B	96.67	3.33	0.00	100.00	0.00	96.67	3.33
2A	70.00	30.00	0.00	100.00	0.00	70.00	30.00
2B	60.00	40.00	0.00	100.00	0.00	60.00	40.00
3A	63.33	36.67	0.00	100.00	0.00	63.33	36.67
3B	76.67	23.33	0.00	100.00	0.00	76.67	23.33
4A	90.00	10.00	0.00	100.00	0.00	90.00	10.00
4B	100.00	0.00	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00
5A	3.33	80.00	16.67	83.33	16.67	3.33	96.67
5B	56.67	43.33	0.00	100.00	0.00	56.67	43.33
6A	66.67	33.33	0.00	100.00	0.00	66.67	33.33
6B	76.67	23.33	0.00	100.00	0.00	76.67	23.33
7A	83.33	16.67	0.00	100.00	0.00	83.33	16.67
7B	90.00	10.00	0.00	100.00	0.00	90.00	10.00
8A	70.00	30.00	0.00	100.00	0.00	70.00	30.00
8B	36.67	63.33	0.00	100.00	0.00	36.67	63.33
9A	53.33	46.67	0.00	100.00	0.00	53.33	46.67
9B	23.33	76.67	0.00	100.00	0.00	23.33	76.67
10A	73.33	26.67	0.00	100.00	0.00	73.33	26.67
10B	30.00	63.33	6.67	93.33	6.67	30.00	70.00
11A	0.00	20.00	6.67	93.33	6.67	73.33	26.67
11B	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00	70.00	30.00
12A	56.66	43.33	0.00	100.00	0.00	73.33	26.67
12B	76.66	23.33	0.00	100.00	0.00	90.00	10.00
13A	90.00	10.00	0.00	90.00	10.00	36.67	63.33
13B	36.66	63.33	0.00	76.67	23.33	33.33	66.67
14A	23.33	76.66	0.00	100.00	0.00	76.67	23.33
14B	46.67	50.00	3.33	96.67	3.33	46.67	53.33
15A	80.00	20.00	0.00	100.00	0.00	80.00	20.00
15B	40.00	60.00	0.00	100.00	0.00	40.00	60.00

APENDICE 6**ANALISIS DE VARIANZA DE LAS VARIABLES CUANTIFICADAS EN SUELO**Variable: **CONTENIDO DE NITROGENO EN PRIMER MUESTREO**

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
PROF	1	0.01320482	0.01320482	0.27	0.607
REP*PROF	2	0.03089125	0.01544562	0.31	0.7319
TRAT	9	1.00704	0.11189333	2.28	0.0372
TRAT*PROF	9	1.84026	0.20447333	4.17	0.0009

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
PROF	1	0.01320482	0.01320482	0.85	0.4528

R-Square	C.V.	Root MSE	Mean
0.63654	13.96265	0.221564	1.586833

Variable: **CONTENIDO DE NITROGENO EN SEGUNDO MUESTREO**

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
PROF	1	2.179837	2.179837	0.27	0.6082
REP*PROF	2	61.7767917	30.8883958	3.79	0.0326
TRAT	9	227.7786428	25.3087381	3.11	0.0078
TRAT*PROF	9	65.7032561	7.3003618	0.9	0.5387

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
PROF	1	2.17983704	2.17983704	0.07	0.8154

R-Square	C.V.	Root MSE	Mean
0.573783	57.03078	2.853372	5.3214

Variable: **CONTENIDO DE NITROGENO EN TERCER MUESTREO**

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
PROF	1	175.027326	175.027326	6.55	0.0146
REP*PROF	2	103.597345	51.798673	1.94	0.1577
TRAT	9	1003.49676	111.49964	4.18	0.0008
TRAT*PROF	9	347.621807	38.624645	1.45	0.2035

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
PROF	1	175.027326	175.027326	3.38	0.2074

R-Square	C.V.	Root MSE	Mean
0.640544	37.32781	5.167537	13.84367

Variable: CONTENIDO DE NITROGENO EN CUARTO MUESTREO

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
PROF	1	4.961881	4.961881	0.01	0.9206
REP*PROF	2	3469.167911	1734.583955	3.53	0.04
TRAT	9	5498.936146	610.992905	1.24	0.3015
TRAT*PROF	9	3087.333156	343.037017	0.7	0.7069

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
PROF	1	4.9618811	4.9618811	0	0.9622
R-Square		C.V.	Root MSE	Mean	
		0.543712	106.3545	22.18189	20.85655

Variable: CONTENIDO DE NITROGENO EN QUINTO MUESTREO

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
PROF	1	128.218675	128.218675	5.19	0.0284
REP*PROF	2	73.72352	36.86176	1.49	0.2376
TRAT	9	3059.678527	339.964281	13.77	0.0001
TRAT*PROF	9	387.25743	43.028604	1.74	0.1128

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
PROF	1	128.2186752	128.2186752	3.48	0.2032
R-Square		C.V.	Root MSE	Mean	
		0.797384	57.55747	4.968937	8.633000

Variable: CONTENIDO DE NITROGENO EN SEXTO MUESTREO

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
PROF	1	21.7537406	21.7537406	1.68	0.2034
REP*PROF	2	63.5106189	31.7553095	2.45	0.1006
TRAT	9	410.0788085	45.5643121	3.52	0.0033
TRAT*PROF	9	74.1444923	8.2382769	0.64	0.7591

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
PROF	1	21.75374058	21.75374058	0.69	0.4949
R-Square		C.V.	Root MSE	Mean	
		0.546187	68.75857	3.600222	5.236034

APENDICE 7

ANALISIS DE VARIANZA DE LAS VARIABLES DE RESPUESTA CUANTIFICADAS EN PLANTA

Variable: NUMERO DE PLANTAS DEL PRIMER CONTEO

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	9	40652.03333	4516.89259	1.82	0.1278
		R-Square	C.V.	Root MSE	Mean
		0.449654	19.46566	49.87752	256.2333

CONTRASTES PARA PRIMER CONTEO

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	9	40652.03333	4516.89259	1.82	0.1278
Contrast	DF	Contrast SS	Mean Square	F Value	Pr > F
moha-P4	1	31000.50000	31000.50000	12.46	0.0021
P4-bmedio	1	16805.55556	16805.55556	6.76	0.0172
P4-blargo	1	21910.22222	21910.22222	8.81	0.0076

Variable: NUMERO DE PLANTAS DEL SEGUNDO MUESTREO

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	9	39039.20000	4337.68889	0.84	0.5896
		R-Square	C.V.	Root MSE	Mean
		0.274198	24.87795	71.88069	288.9333

CONTRASTES PARA SEGUNDO CONTEO

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	9	39039.20000	4337.68889	0.84	0.5896
Contrast	DF	Contrast SS	Mean Square	F Value	Pr > F
moha-P4	1	29930.88889	29930.88889	5.79	0.0259
P4-bmedio	1	15782.72222	15782.72222	3.05	0.0958
P4-blargo	1	10320.05556	10320.05556	2.00	0.1729

Variable: NUMERO DE PLANTAS DEL TERCER MUESTREO

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	9	51498.16667	5722.01852	0.87	0.5682
		R-Square	C.V.	Root MSE	Mean
		0.280678	27.96352	81.23402	290.5000

CONTRASTES PARA TERCER MUESTREO

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	9	51498.16667	5722.01852	0.87	0.5682

Contrast	DF	Contrast SS	Mean Square	F Value	Pr > F
moha-P4	1	26450.00000	26450.00000	4.01	0.0590
P4-bmedio	1	11200.05556	11200.05556	1.70	0.2075
P4-blargo	1	7812.50000	7812.50000	1.18	0.29

Prueba de (DMS) para la variable: NUMERO DE PLANTAS EN PRIMER CONTEO

Alfa= 0.05 Diferencia mínima significativa= 84.95

grupo	media	N TRAT
A	310.33	3 5
A	285.00	3 2
A	270.33	3 10
A	265.67	3 9
A	265.33	3 6
A	263.33	3 3
A	255.33	3 7
A	254.67	3 8
B A	229.00	3 1
B	163.33	3 4

Prueba (DMS) para la variable: NUMERO DE PLANTAS EN SEGUNDO CONTEO

Alpha= 0.05 Diferencia mínima significativa= 122.43

grupo	media	N TRAT
A	337.33	3 5
A	333.33	3 2
B A	312.67	3 6
B A	298.67	3 7
B A	291.67	3 3
B A	284.33	3 8
B A	280.33	3 10
B A	279.67	3 1
B A	268.67	3 9
B	202.67	3 4

Prueba (DMS) para la variable: NUMERO DE PLANTAS EN TERCER CONTEO

Alpha= 0.05 Diferencia mínima significativa= 138.36

	grupo	media	N TRAT
	A	356.67	3 2
B	A	326.33	3 5
B	A	323.67	3 7
B	A	323.67	3 6
B	A	296.00	3 3
B	A	277.67	3 1
B	A	273.00	3 10
B	A	272.00	3 9
B	A	246.00	3 8
B		210.00	3 4

Variable: NUMERO DE PLANTAS CON 1 A 2 HOJAS

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	9	90.38700000	10.04300000	1.46	0.2308
R-Square		C.V.	Root MSE	Mean	
		125.6562	2.626214	2.090000	

Variable: NUMERO DE PLANTAS CON 2 A 3 HOJAS

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	9	2410.574667	267.841630	1.04	0.4411
R-Square		C.V.	Root MSE	Mean	
		58.18422	16.01230	27.52000	

Variable: NUMERO DE PLANTAS CON 3 HOJAS

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	9	1846.369667	205.152185	1.10	0.4083
R-Square		C.V.	Root MSE	Mean	
		50.73999	13.68119	26.96333	

Variable: NUMERO DE PLANTAS CON 1 MACOLLO

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	9	1898.935000	210.992778	0.91	0.5371

R-Square	C.V.	Root MSE	Mean
0.290108	40.27082	15.24251	37.85000

Variable: NUMERO DE PLANTAS CON 2 MACOLLOS

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	9	413.2253333	45.9139259	1.16	0.3727

R-Square	C.V.	Root MSE	Mean
0.342097	124.2486	6.303544	5.073333

Variable: PESO FRESCO DE 30 PLANTAS

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	9	46.95178667	5.21686519	0.74	0.6730

R-Square	C.V.	Root MSE	Mean
0.248657	19.52706	2.663361	13.63933

Variable: PESO SECO DE 30 PLANTAS

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	9	0.91867000	0.10207444	0.63	0.7604

R-Square	C.V.	Root MSE	Mean
0.220216	20.27647	0.403299	1.989000

Variable: PORCENTAJE DE NITROGENO EN PLANTA DE AVENA

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	9	4.44325333	0.49369481	1.08	0.4180

R-Square	C.V.	Root MSE	Mean
0.327143	23.20797	0.675971	2.912667

Variable: CONTENIDO DE NITROGENO EN GRAMOS EN PLANTAS DE AVENA

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	9	0.00268830	0.00029870	0.70	0.7056

R-Square	C.V.	Root MSE	Mean
0.238327	35.16658	0.020726	0.058937

CONTRASTES DE DESARROLLO DE PLANTAS DE AVENA CON 1 A 2 HOJAS

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	9	90.38700000	10.04300000	1.46	0.2308
Contrast	DF	Contrast SS	Mean Square	F Value	Pr > F
pradera-moha	1	0.30250000	0.30250000	0.04	0.8362
pradera-bmedio	1	0.30250000	0.30250000	0.04	0.8362
pradera-blargo	1	7.56250000	7.56250000	1.10	0.3075

CONTRASTES DE DESARROLLO DE PLANTAS DE AVENA CON 2 A 3 HOJAS

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	9	2410.574667	267.841630	1.04	0.4411
Contrast	DF	Contrast SS	Mean Square	F Value	Pr > F
pradera-moha	1	936.3600000	936.3600000	3.65	0.0704
pradera-bmedio	1	195.0677778	195.0677778	0.76	0.3934
pradera-blargo	1	741.6544444	741.6544444	2.89	0.1045

CONTRASTES DE DESARROLLO DE PLANTAS DE AVENA CON MAS DE 3 HOJAS

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	9	2972.408000	330.267556	1.54	0.2003
Contrast	DF	Contrast SS	Mean Square	F Value	Pr > F
pradera-moha	1	1008.062500	1008.062500	4.71	0.0422
pradera-bmedio	1	228.513611	228.513611	1.07	0.3139
pradera-blargo	1	807.506944	807.506944	3.77	0.0663

Variable: PORCENTAJE DE OCURRENCIA DE MEDICIONES CON MENOS DE 2KG/CM2 DE RESISTENCIA A LA PENETRACION

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	9	7483.089670	829.232186	1.97	0.0999
R-Square		C.V.	Root MSE	Mean	
0.469371		32.48710	20.53910	63.22233	

VALORES DE MEDIA DE TRATAMIENTO Y ANALISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE RESISTENCIA A LA PENETRACION

trat	media	trat
1	76.6666667	1
2	87.7800000	2
3	76.6666667	3
4	66.6666667	4
5	68.8900000	5
6	70.0000000	6
7	42.2200000	7
8	38.8900000	8
9	61.1100000	9
10	43.3333333	10

i/j	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	.	0.5151	1.0000	0.5577	0.6479	0.6952	0.0533	0.0357	0.3647	0.0607
2	0.5151	.	0.5151	0.2225	0.2733	0.3017	0.0133	0.0086	0.1274	0.0154
3	1.0000	0.5151	.	0.5577	0.6479	0.6952	0.0533	0.0357	0.3647	0.0607
4	0.5577	0.2225	0.5577	.	0.8959	0.8445	0.1604	0.1133	0.7438	0.1794
5	0.6479	0.2733	0.6479	0.8959	.	0.9479	0.1274	0.0888	0.6477	0.1432
6	0.6952	0.3017	0.6952	0.8445	0.9479	.	0.1132	0.0784	0.6019	0.1275
7	0.0533	0.0133	0.0533	0.1604	0.1274	0.1132	.	0.8446	0.2733	0.9477
8	0.0357	0.0086	0.0357	0.1133	0.0888	0.0784	0.8446	.	0.2001	0.7938
9	0.3647	0.1274	0.3647	0.7438	0.6477	0.6019	0.2733	0.2001	.	0.3018
10	0.0607	0.0154	0.0607	0.1794	0.1432	0.1275	0.9477	0.7938	0.3018	.

CONTRASTE DE MEDICIONES DE RESISTENCIA A LA PENETRACION CON MENOS DE 2KG/CM2

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	9	7463.089670	829.232186	1.97	0.0999

Contrast	DF	Contrast SS	Mean Square	F Value	Pr > F
C/cobert-s/cobert	1	5667.671120	5667.671120	13.44	0.0015

APENDICE 9

CONTRASTE CONTENIDO DE NITROGENO EN SUELO ENTRE 111 Y 131 DIAS PARA 0-10 Y 10-20 CM

Variable: diferencia de N 111 131 dias para 0-10 cm

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	9	406.7566207	45.1954023	2.18	0.0732

Contrast	DF	Contrast SS	Mean Square	F Value	Pr > F
pradera-moha	1	0.0266667	0.0266667	0.00	0.9718
pradera-blimpio	1	119.7066667	119.7066667	5.77	0.0267
pradera-bsucio	1	3.2266667	3.2266667	0.16	0.6976

Variable: diferencia de N 111 131 dias para 10-20 cm

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	9	168.8333333	18.7592593	0.75	0.6597

Contrast	DF	Contrast SS	Mean Square	F Value	Pr > F
pradera-moha	1	28.10666667	28.10666667	1.13	0.3021
pradera-bolimpio	1	18.67241379	18.67241379	0.75	0.3984
pradera-bsucio	1	20.16666667	20.16666667	0.81	0.3805

APENDICE 8

CONTRASTE ENTRE TRATAMIENTOS CON PRADERAS VS DEMAS

Variable: NUMERO DE PLANTAS CON MAS DE 3 HOJAS

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	9	2972.408	330.267556	1.54	0.2003

Contrast	DF	Contrast SS	Mean Square	F Value	Pr > F
pra-rast	1	1133.5160	1133.516056	5.29	0.0323

R-Square	C.V.	Root MSE	Mean
0.409743	20.93	14.63	69.88667

Variable: NUMERO DE PLANTAS EN PRIMER CONTEO

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	9	40652.03	4516.89259	1.82	0.1278

Contrast	DF	Contrast SS	Mean Square	F Value	Pr > F
pra-rast	1	8876.0888	8876.088889	3.57	0.0735

R-Square	C.V.	Root MSE	Mean
0.449654	19.46566	49.87752	256.2333

Variable: NUMERO DE PLANTAS EN SEGUNDO CONTEO

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	9	39039.20000	4337.68889	0.84	0.5896

Contrast	DF	Contrast SS	Mean Square	F Value	Pr > F
pra-rast	1	2928.200000	2928.200000	0.57	0.4603

R-Square	C.V.	Root MSE	Mean
0.274198	24.87795	71.88069	288.9333

Variable: NUMERO DE PLANTAS EN TERCER CONTEO

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	9	51498.16667	5722.01852	0.87	0.5682

Contrast	DF	Contrast SS	Mean Square	F Value	Pr > F
pra-rast	1	586.8055556	586.8055556	0.09	0.7686

R-Square	C.V.	Root MSE	Mean
0.280678	27.96352	81.23402	290.5000

CONTRASTES PARA CONTENIDO DE NITRATO EN SUELO PARA 0-10 Y 10-20 CM EN LAS NUEVE FECHAS DE MUESTREO

Profundidad 0-10 cm

Variable: FECHA1

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	9	0.29978000	0.03330889	0.56	0.8161

Contrast	DF	Contrast SS	Mean Square	F Value	Pr > F
pradera-rastrojo	1	0.02380500	0.02380500	0.40	0.5355
moha-bomedio	1	0.04083333	0.04083333	0.68	0.4187
moha-bolargo	1	0.00963333	0.00963333	0.16	0.6926
bomedio-bolargo	1	0.09013333	0.09013333	1.51	0.2341

Variable: FECHA2

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	9	121.4590821	13.4954536	2.78	0.0357

Contrast	DF	Contrast SS	Mean Square	F Value	Pr > F
pradera-rastrojo	1	79.72033171	79.72033171	16.44	0.0009
moha-bomedio	1	18.45930667	18.45930667	3.81	0.0688
moha-bolargo	1	4.22453333	4.22453333	0.87	0.3645
bomedio-bolargo	1	6.04202667	6.04202667	1.25	0.2808

Variable: FECHA3

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	9	917.6933367	101.9659263	2.58	0.0374

Contrast	DF	Contrast SS	Mean Square	F Value	Pr > F
pradera-rastrojo	1	444.3416450	444.3416450	11.23	0.0032
moha-bomedio	1	9.7200000	9.7200000	0.25	0.6256
moha-bolargo	1	44.6988000	44.6988000	1.13	0.3005
bomedio-bolargo	1	96.1068000	96.1068000	2.43	0.1348

Variable: FECHA4

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	9	8497.172200	944.130244	0.90	0.5441

Contrast	DF	Contrast SS	Mean Square	F Value	Pr > F
pradera-rastrojo	1	7274.569389	7274.569389	6.92	0.0160
moha-bomedio	1	985.365633	985.365633	0.94	0.3444
moha-bolargo	1	133.600133	133.600133	0.13	0.7251
bomedio-bolargo	1	393.307500	393.307500	0.37	0.5475

Variable: FECHA5

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	9	2787.377213	309.708579	6.60	0.0002
Contrast	DF	Contrast SS	Mean Square	F Value	Pr > F
pradera-rastrojo	1	804.672980	804.672980	17.16	0.0005
moha-bomedio	1	401.132033	401.132033	8.55	0.0084
moha-bolargo	1	1942.598533	1942.598533	41.42	0.0001
bomedio-bolargo	1	578.240833	578.240833	12.33	0.0022

Variable: FECHA6

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	9	178.7578994	19.8619888	1.55	0.2012
Contrast	DF	Contrast SS	Mean Square	F Value	Pr > F
pradera-rastrojo	1	44.89494587	44.89494587	3.50	0.0767
moha-bomedio	1	6.78003333	6.78003333	0.53	0.4759
moha-bolargo	1	76.50750000	76.50750000	5.97	0.0245
bomedio-bolargo	1	37.73653333	37.73653333	2.94	0.1024

Variable: FECHA7

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	9	710.8161200	78.9795689	5.85	0.0005
Contrast	DF	Contrast SS	Mean Square	F Value	Pr > F
pradera-rastrojo	1	129.3030756	129.3030756	9.58	0.0057
moha-bomedio	1	15.9390750	15.9390750	1.18	0.2902
moha-bolargo	1	244.2616333	244.2616333	18.09	0.0004
bomedio-bolargo	1	135.4080083	135.4080083	10.03	0.0048

Variable: FECHA8

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	9	4.45448000	0.49494222	0.79	0.6273
Contrast	DF	Contrast SS	Mean Square	F Value	Pr > F
pradera-rastrojo	1	0.21493556	0.21493556	0.34	0.5641
moha-bomedio	1	0.32013333	0.32013333	0.51	0.4824
moha-bolargo	1	1.46300833	1.46300833	2.34	0.1417
bomedio-bolargo	1	3.15187500	3.15187500	5.04	0.0362

Variable: FECHA9

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	9	1.58648000	0.17627556	0.48	0.8744
Contrast	DF	Contrast SS	Mean Square	F Value	Pr > F
pradera-rastrojo	1	0.06728000	0.06728000	0.18	0.6748
moha-bomedio	1	0.28213333	0.28213333	0.76	0.3936
moha-bolargo	1	0.00520833	0.00520833	0.01	0.9069
bomedio-bolargo	1	0.36400833	0.36400833	0.98	0.3338

Profundidad 10-20cm

Variable: FECHA1

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	9	2.54752000	0.28305778	8.10	0.0001
Contrast	DF	Contrast SS	Mean Square	F Value	Pr > F
pradera-rastrojo	1	1.90962000	1.90962000	54.66	0.0001
moha-bomedio	1	0.07363333	0.07363333	2.11	0.1621
moha-bolargo	1	0.05333333	0.05333333	1.53	0.2309
bomedio-bolargo	1	0.00163333	0.00163333	0.05	0.8310

Variable: FECHA2

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	9	187.2241467	20.8026830	1.59	0.1841
Contrast	DF	Contrast SS	Mean Square	F Value	Pr > F
pradera-rastrojo	1	108.6090689	108.6090689	8.32	0.0092
moha-bomedio	1	17.7147000	17.7147000	1.36	0.2577
moha-bolargo	1	77.9280333	77.9280333	5.97	0.0239
bomedio-bolargo	1	21.3333333	21.3333333	1.63	0.2157

Variable: FECHA3

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	9	433.4252300	48.1583589	2.95	0.0212
Contrast	DF	Contrast SS	Mean Square	F Value	Pr > F
pradera-rastrojo	1	2.9979606	2.9979606	0.18	0.6730
moha-bomedio	1	27.3612000	27.3612000	1.67	0.2105
moha-bolargo	1	199.9200333	199.9200333	12.23	0.0023
bomedio-bolargo	1	375.2008333	375.2008333	22.96	0.0001

Variable: FECHA4

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	9	458.5380714	50.9486746	5.32	0.0013
Contrast	DF	Contrast SS	Mean Square	F Value	Pr > F
pradera-rastrojo	1	210.2929932	210.2929932	21.94	0.0002
moha-bomedio	1	35.7075000	35.7075000	3.73	0.0695
moha-bolargo	1	230.0376333	230.0376333	24.00	0.0001
bomedio-bolargo	1	84.4821333	84.4821333	8.81	0.0082

Variable: FECHA5

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	9	659.5587467	73.2843052	19.82	0.0001
Contrast	DF	Contrast SS	Mean Square	F Value	Pr > F
pradera-rastrojo	1	158.0719022	158.0719022	42.75	0.0001
moha-bomedio	1	136.4176333	136.4176333	36.90	0.0001
moha-bolargo	1	461.5280333	461.5280333	124.83	0.0001
bomedio-bolargo	1	96.1068000	96.1068000	25.99	0.0001

Variable: FECHA6

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	9	309.5722534	34.3969170	2.28	0.0625
Contrast	DF	Contrast SS	Mean Square	F Value	Pr > F
pradera-rastrojo	1	97.9838710	97.9838710	6.50	0.0196
moha-bomedio	1	53.1434241	53.1434241	3.52	0.0760
moha-bolargo	1	145.0465333	145.0465333	9.61	0.0059
bomedio-bolargo	1	16.5225352	16.5225352	1.10	0.3084

Variable: FECHA7

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	9	588.4983333	65.3887037	11.42	0.0001
Contrast	DF	Contrast SS	Mean Square	F Value	Pr > F
pradera-rastrojo	1	178.3872047	178.3872047	31.15	0.0001
moha-bomedio	1	2.0172000	2.0172000	0.35	0.5599
moha-bolargo	1	137.0928000	137.0928000	23.94	0.0001
bomedio-bolargo	1	105.8508000	105.8508000	18.48	0.0004

Variable: FECHA8

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	9	3.70994667	0.41221630	0.64	0.7522
Contrast	DF	Contrast SS	Mean Square	F Value	Pr > F
pradera-rastrojo	1	0.33973556	0.33973556	0.53	0.4768
moha-bomedio	1	0.32013333	0.32013333	0.50	0.4897
moha-bolargo	1	0.95767500	0.95767500	1.48	0.2377
bolargo-bomedio	1	2.38520833	2.38520833	3.69	0.0691

Variable: FECHA9

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	9	1.70460000	0.18940000	1.94	0.1070
Contrast	DF	Contrast SS	Mean Square	F Value	Pr > F
pradera-rastrojo	1	0.69503710	0.69503710	7.13	0.0152
moha-bomedio	1	0.16006667	0.16006667	1.64	0.2156
moha-bolargo	1	0.03630000	0.03630000	0.37	0.5491
bolargo-bomedio	1	0.04860000	0.04860000	0.50	0.4888

APENDICE 9**CONTRASTE CONTENIDO DE NITROGENO EN SUELO ENTRE 111 Y 131 DIAS PARA 0-10 Y 10-20 CM**

Variable: diferencia de N 111 131 dias para 0-10 cm

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	9	406.7586207	45.1954023	2.18	0.0732
Contrast	DF	Contrast SS	Mean Square	F Value	Pr > F
pradera-moha	1	0.0266667	0.0266667	0.00	0.9718
pradera-blimpio	1	119.7066667	119.7066667	5.77	0.0267
pradera-bsucio	1	3.2266667	3.2266667	0.16	0.6976

Variable: diferencia de N 111 131 dias para 10-20 cm

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	9	168.8333333	18.7592593	0.75	0.6597
Contrast	DF	Contrast SS	Mean Square	F Value	Pr > F
pradera-moha	1	28.16666667	28.16666667	1.13	0.3021
pradera-bolimpio	1	18.67241379	18.67241379	0.75	0.3984
pradera-bsucio	1	20.16666667	20.16666667	0.81	0.3805