

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

EFECTO DEL ANTECESOR, MAIZ, SOJA, GIRASOL O
BARBECHO ESTIVAL SOBRE TRIGO EN SISTEMAS DE
AGRICULTURA CONTINUA SIN LABOREO.

por

María Eugenia FRATTI TROTTO
Claudia PEREYRA VIÑOLY

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

MONTEVIDEO
URUGUAY
2007

Tesis aprobada por:

Director:

Ing. Agr. Oswaldo Ernst

Ing. Agr. Guillermo Siri Prieto

Ing. Agr. Jorge Sawchik

Fecha:

Autores:

María Eugenia Fratti Trotto

Claudia Pereyra Viñoly

AGRADECIMIENTOS

Al Ing. Agr. Oswaldo Ernst por su apoyo incondicional en todo momento y la dirección de este trabajo.

Al Ing. Agr. Guillermo Siri por su invalorable ayuda en la parte de campo como en la de análisis de datos y redacción.

A funcionarios de la Facultad de Agronomía (EEMAC), Juanchi y Julio Mosqueira, Monico, Edith Elliot y a Milton Pandulli, por la ayuda brindada en las distintas tareas a realizar en el campo y laboratorio.

A funcionarios de biblioteca tanto de Paysandú como de Montevideo.

En especial a Juan Ingold, M^a Paula Nava, M^a Eugenia Delgado, M^a Paula García, Soledad Almada, Silvana Abbate y a Juan José Hernández por su ayuda en las tareas de campo.

A nuestras familias que nos brindaron apoyo en el transcurso de toda la carrera, así como también en el trabajo final de forma que hicieron posible que saliera adelante.

Así como a todos aquellos que de una u otra forma nos brindaron apoyo en la realización de la tesis.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	VI
1. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u>	2
2.1 ESTIMACIÓN DEL APORTE DE NITRÓGENO DESDE UN CULTIVO DE COBERTURA.....	2
2.2 DESTINO DEL NITRÓGENO DE RESIDUOS DE LEGUMINOSAS.....	5
2.3 DESTINO DEL NITÓGENO EN CULTIVOS VS SUELO EN BARBECHO.....	9
3. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	10
3.1 LOCALIZACIÓN DEL ENSAYO.....	10
3.2 DESCRIPCIÓN DEL EXPERIMENTO.....	10
3.3 DISEÑO EXPERIMENTAL.....	11
3.4 MANEJO DEL CULTIVO	11
3.4.1 <u>Presiembra</u>	11
3.4.2 <u>Postsiembra</u>	11
3.5 DETERMINACIONES REALIZADAS.....	12
3.5.1 <u>Muestreo y análisis de suelos</u>	12
3.5.2 <u>Determinaciones en los cultivos de cobertura</u>	12
3.5.3 <u>Determinaciones en el cultivo de trigo</u>	13
3.6 ANALISIS ESTADISTICO.....	14
3.6.1 <u>Modelo estadístico</u>	14
4. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	16
4.1. CONDICIONES CLIMATICAS.....	16
4.1.1. <u>Precipitaciones</u>	16
4.1.2. <u>Temperatura</u>	17

4.2 EFECTO DE LOS ANTECESORES HASTA LA SIEMBRA DEL CULTIVO DE TRIGO.....	18
4.2.1 <u>Evolución del Nitrógeno como forma de nitratos en el suelo</u>	18
4.3. EFECTO DE LOS ANTECESORES EN EL CULTIVO DE TRIGO	20
4.3.1 <u>Población-Implantación</u>	20
4.3.2 <u>Determinación del porcentaje de incidencia de enfermedades foliares</u>	21
4.3.3 <u>Determinación del enmalezamiento sobre los diferentes antecesores</u>	23
4.4 EFECTO DEL ANTECESOR EN EL CULTIVO DE TRIGO.....	24
4.4.1 <u>Componentes del rendimiento</u>	24
4.4.2 <u>Biomasa acumulada a Z 3.0</u>	25
4.4.3 <u>Biomasa acumulada a Z 6.0</u>	27
4.5 EFECTO DEL NITROGENO E INTERACCION ANTECESOR-NITROGENO EN EL CULTIVO DE TRIGO.....	29
4.5.1 <u>Rendimiento en grano y sus componentes</u>	29
4.5.1.1 Número de espigas por metro cuadrado.....	29
4.5.1.2 Fertilidad de los macollos.....	30
4.5.1.3 Número de granos por metro cuadrado.....	31
4.5.1.4 Peso de granos.....	32
4.5.1.5 Índice de cosecha.....	33
4.5.1.6 Rendimiento.....	34
5. <u>CONCLUSIONES</u>	40
6. <u>RESUMEN</u>	42
7. <u>SUMMARY</u>	43
8. <u>BIBLIOGRAFÍA</u>	44
9. <u>ANEXOS</u>	48

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Esquema de los tratamientos a evaluar.....	10
2. Distribución de las precipitaciones, expresadas en milímetros para los meses de junio y julio en el año 2006.....	17
3. Efecto antecesor, efecto nitrógeno e interacción antecesor*nitrógeno en los parámetros analizados	24
4. Biomasa (Kg MS ha ⁻¹) acumulada en Z 3.0 para los diferentes tratamientos.....	26
5. Biomasa acumulada (Kg MS ha ⁻¹) en Z 6.0.....	27
6. Tasas de crecimiento (Kg MS ha ⁻¹ día) para los diferentes tratamientos de Z 3.0 a Z 6.0.....	28
7. Contenido de N-NO ₃ ⁻ (ppm) a la siembra y rendimiento (Kg ha ⁻¹) de los testigos en los diferentes antecesores.....	38
Figura No.	
1. Manejo del período de barbecho en los diferentes antecesores.....	13
2. Comparación de precipitaciones expresada en milímetros entre la serie histórica y el periodo en estudio.....	16
3. Evolución de la temperatura media expresada en grados Celsius para la serie histórica y el periodo en estudio.....	18
4. Evolución del contenido de N-NO ₃ ⁻ en suelo (0-20 cm) para los diferentes antecesores expresado en partes por millón, según la fecha de muestreo, expresado en Día del año(DDA).....	20
5. Implantación en número de plantas de trigo por metro cuadrado, según los diferentes antecesores.....	21
6. Incidencia de mancha amarilla, causada por <i>Drechslera tritici-repentis</i> , expresada en porcentaje, para los diferentes antecesores..	22

7. Número de malezas por m ⁻² para los diferentes antecesores.....	23
8. Número de macollos por planta y por metro cuadrado para los diferentes antecesores.....	25
9. Número de espigas de trigo por metro cuadrado para los diferentes tratamientos	30
10. Número de granos por metro cuadrado para las diferentes dosis de nitrógeno	31
11. Peso de mil granos expresado en gramos según dosis de N.....	32
12. Índice de cosecha del trigo sobre los diferentes rastrojos.....	34
13. Rendimiento en Kg ha ⁻¹ según la dosis de nitrógeno.....	35
14. Relación entre el rendimiento en grano expresado en Kg ha ⁻¹ y número de granos por unidad de superficie	36
15. Relación entre el rendimiento expresado en Kg ha ⁻¹ y peso de mil granos expresado en gramos.....	36
16. Rendimiento en Kg ha ⁻¹ según los diferentes antecesores.....	37
17. Relación entre el contenido de N-NO ₃ ⁻ a la siembra expresado en ppm y el rendimiento Kg ha ⁻¹ con dosis 0 de nitrógeno.....	38
18. Rendimiento en Kg ha ⁻¹ según la cantidad de biomasa total (Kg MS ha ⁻¹) producida a cosecha.....	39

1. INTRODUCCIÓN

El nitrógeno (N) es uno de los elementos nutritivos que más limitan la producción agrícola en nuestro país, ya sea por las características de los suelos, por las condiciones climáticas, o el manejo.

La reciente implementación de sistemas agrícolas sin rotación con pasturas elimina el ingreso de N al sistema vía fijación simbiótica. Cuando se implementan secuencias agrícolas muy largas, esto puede incrementar las deficiencias por un menor aporte desde el suelo.

La utilización de leguminosas anuales como cultivo de cobertura (CC) en los períodos de barbecho generados en la secuencia, ha sido propuesto como herramienta para mantener el ingreso de N al sistema. De esta manera se busca aportar N acumulando períodos cortos de fijación en sustitución de la pastura perenne tradicional, compuesta por leguminosas y gramíneas. Además se mantiene el suelo cubierto reduciendo los riesgos de erosión.

El objetivo general del proyecto de investigación es reducir las necesidades de fertilizantes nitrogenados en secuencias agrícolas sin laboreo a través de la incorporación de leguminosas anuales en los tiempos improductivos de la rotación. Por otro lado cuantificar el efecto de éstas leguminosas y de los cultivos de verano antecesores en cuanto a las enfermedades y malezas en el sistema.

Los objetivos específicos del trabajo son:

1. Estudiar el impacto de incluir el cultivo de leguminosa de cobertura sobre la dinámica de enfermedades de los cultivos y enmalezamiento de la secuencia.
2. Determinar el ingreso de N por fijación simbiótica en secuencias agrícolas realizadas sin laboreo por incorporación de leguminosas anuales y las variables determinantes de la liberación de N desde los rastrojos.
3. Estudiar la respuesta al agregado de N como fertilizante en los cultivos sembrados con y sin leguminosa previa.

Se presentan resultados y conclusiones obtenidas en el año agrícola 2006.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 ESTIMACIÓN DEL APORTE DE NITRÓGENO DESDE UN CULTIVO DE COBERTURA

Los cultivos de cobertura son aquellos que crecen específicamente para mantener el suelo cubierto, protegiéndolo de la erosión, evitando la pérdida de nutrientes por lavado y escurrimiento y, en caso de ser leguminosa incorporando N al sistema. Se diferencian de una pastura porque no son de renta directa y crecen fuera de estación dentro de un sistema de siembra de cultivos anuales (Reeves et al., 1991).

La inclusión de leguminosas anuales en sistemas de siembra directa bajo cultivo continuo, puede ser una alternativa interesante para reducir las necesidades de fertilizante nitrogenado. La cantidad de N fijado por éstas en un determinado período va a depender de su productividad, del contenido de N del forraje y de la proporción de N que se derivó de la atmósfera por acción de la simbiosis, ya que la leguminosa también puede tomar N del suelo. La contribución será positiva en la medida que otros factores, como por ejemplo el uso de agua del suelo, no sea limitante para el cultivo posterior (Sawchik, 2001).

En el sudeste de Estados Unidos, estimaron que diferentes especies de leguminosas anuales pueden acumular un promedio de más de 100 Kg de N ha⁻¹ en la parte aérea (Smith et al., citados por Sawchik, 2001)

Smith et al. (1987), basándose en varios experimentos estiman un valor de equivalente fertilizante comprendido entre 75 y 100 Kg de N ha⁻¹. Con este cálculo en general se sobreestima la capacidad de aporte de N debido a que otros factores englobados en el concepto “efecto rotación” no pueden ser separados del efecto del N.

García et al. (1994) midieron por técnicas isotópicas para las condiciones de Uruguay, las cantidades de N fijadas por las cuatro especies de leguminosas más utilizadas: Trébol blanco, Lotus, Trébol rojo y Alfalfa. Los autores concluyeron que a excepción del verano las leguminosas obtienen un 90 % del N de la atmósfera, valor similar al promedio para dos años reportado por Danso et al. (1991) de 88 y 91 % de N proveniente de la fijación para Trébol blanco y *Lotus corniculatus* respectivamente. Los autores definen el término eficiencia de la fijación como la relación Kg de N fijado/tt MS de leguminosa. Puede considerarse que en promedio, por cada tonelada de MS de leguminosa producida, se fijan alrededor de 30 Kg de N.

En otro estudio realizado por Odhiambo et al. (2001), evaluaron el efecto del cultivo cobertura leguminosa y la producción de MS de la pastura en la acumulación de

N para los siguientes cultivos. Los tratamientos incluyeron trigo, centeno y raigrás en monocultivo y en mezcla con *Trifolium incarnatum*. Otros tratamientos consistieron en *Trifolium incarnatum* puro y mezcla de trigo- vicia villosa. La producción de materia seca de los cultivos cobertura plantados temprano fue de 0.6 ton MS ha⁻¹ para el tratamiento con *trifolium incarnatum* y 10 tt MS ha⁻¹ para los tratamientos trigo, trigo-trébol y trigo- vicia. Los cultivos de cobertura plantados tarde produjeron entre 15 y 75 % menos MS que los plantados temprano. La acumulación de N muestreada al final de la primavera estuvo en el rango de 44- 144 Kg ha⁻¹ y 10- 99 Kg ha⁻¹ para los plantados temprano y tarde respectivamente. La baja relación C/N del trigo- vicia comparado con el monocultivo de trigo, muestreado al final, indicó el potencial de vicia para incrementar el contenido de N en la mezcla.

En estimaciones indirectas realizadas a partir de un experimento de largo plazo que incluye rotaciones de cultivos y pasturas, Díaz Rosselló (1992) estimó una entrada al suelo de 40 Kg de N/tt de MS de leguminosa producida.

Torres y del Pino (1995), evaluaron el efecto de un trébol rojo (*Trifolium pratense*) de corta duración sobre la disponibilidad de N para cultivos de invierno y verano. El N acumulado en la parte aérea tuvo un rango de 60 a 150 Kg de N ha⁻¹. En general los cultivos de invierno mostraron baja recuperación aparente del N proveniente del residuo de las leguminosas, pasando buena parte de éste al pool de N orgánico del suelo. En cambio en los cultivos de verano la descomposición del residuo se vio acelerada por la temperatura y existió una buena sincronización entre la demanda de N por el cultivo y la oferta de N por parte del suelo.

En general el objetivo principal del uso de una leguminosa anual en una rotación de cultivos de grano es lograr la mayor sincronización posible en estos dos aspectos. Para ello es necesario conocer además como son los patrones de liberación de N de los residuos de leguminosas en superficie (Sawchik, 2001).

Otro factor muy importante es determinar el momento óptimo de secado de la leguminosa para maximizar la residualidad de N para el cultivo siguiente (Sawchik, 2001).

En este sentido Vaughan et al. (1998), en el sudeste de Estados Unidos, estudiaron diferentes cultivos de cobertura, diferentes tiempos de secado, distintos manejos de residuos y la respuesta en el cultivo de maíz.

El experimento se estableció para determinar: 1) el efecto del centeno (*Secale cereale*), *Vicia villosa*, la combinación de ambos, el tiempo de desecación en primavera sobre la biomasa en cobertura, contenido de N y la relación C/N; 2) el efecto del cultivo de cobertura, el tiempo de desecación en primavera, el manejo de residuos sobre el

contenido de humedad y la concentración del N mineral en el suelo, concentración de N en planta y el rendimiento en grano.

Los tiempos de desecación química fueron para centeno tres semanas previo a la siembra de maíz, y para vicia en estado de floración temprana, varios días antes de la siembra.

El manejo de residuos de las tres coberturas fué implementado varios días después de la desecación química, en los cuales existió 1) control, 2) el residuo en cobertura se cortó, 3) el residuo se cortó y se incorporó.

Todas las coberturas incrementaron la acumulación de biomasa, pero sólo vicia incrementó el contenido de N en el tiempo de desecación. El rendimiento del maíz fue más alto sobre vicia, debido al grado de N liberado por ésta, seguido por el centeno y luego la mezcla de ambos.

Se encontró que para maximizar la acumulación de N por parte de vicia ésta podría producir hasta inmediatamente previo a la siembra ya que la concentración de N y el rendimiento en maíz no fueron influenciados por el tiempo de desecación.

En cambio, éstas determinaciones fueron altas con desecación temprana que con desecación tardía para centeno y luego la mezcla, indicando que la cobertura que incluye centeno podría desecarse varias semanas antes de la siembra de maíz.

Wagger (1989) comparó la liberación de N de residuos de *Trifolium incarnatum* en dos estados de desarrollo: 50 % de floración y comienzo de llenado de grano. Si bien en el segundo tratamiento el contenido de N era mayor, la tasa de descomposición fué más lenta debido a una mayor proporción de carbohidratos estructurales. Ranells y Wagger, citados por Sawchik (2001), estimaron que la liberación de N por ésta leguminosa fué de 50 a 70 Kg de N ha⁻¹ para el fin de la floración y representaba la alternativa mejor para el cultivo de verano posterior.

Sainju y Singh (2001) realizaron investigaciones posteriores, donde estudiaron diferentes tipos de laboreo, diferentes cultivos de cobertura así como también diferentes fechas en las cuales se quema la cobertura y sus efectos en la producción de maíz y el N en suelo.

Se examinó la influencia de tres prácticas de laboreo (uno de ellos fué sin laboreo y los dos restantes con laboreo), dos sistemas de manejo de los cultivos de cobertura (*Vicia villosa* contra malezas invernales) y dos tiempos de matanza antes del cultivo de maíz (una quema temprana del cultivo de cobertura en octubre y una quema tardía a mediados-fines de octubre).

Dicho ensayo se llevó a cabo a partir de 1997 hasta 1999 sobre un suelo arenoso en Georgia central.

La información muestra, que la acumulación de N en los cultivos de cobertura era más alta con quemas tardías que con quemas tempranas (113 vs 104 Kg ha⁻¹). La producción de grano con siembras tardías, era mayor en los tratamientos que no tenían laboreo. Asimismo, la respuesta de N en grano, era más alta en no laboreo con siembras tardías.

En cambio, el N inorgánico del suelo (a la profundidad de 0-30 cm) en el cultivo de maíz, era más alto con laboreo que sin laboreo (18,4-30,2 vs 9,9-20,5 mg Kg⁻¹).

Los resultados obtenidos muestran que, tanto la producción de maíz, la respuesta de N sin laboreo, la concentración de N y la respuesta en las prácticas con laboreo, pueden ser aumentadas retrasando la quema del cultivo de cobertura en dos semanas.

2.2 DESTINO DEL NITRÓGENO DE RESIDUOS DE LEGUMINOSAS

Laad et al. (1981), realizaron un experimento en Australia para observar la distribución y recuperación del nitrógeno desde residuos de leguminosas, su descomposición en el suelo y el efecto sobre el cultivo de trigo posterior.

Se utilizó como leguminosa *Medicago littoralis* marcado con ¹⁵N el cual fué mezclado con la parte superficial de tres suelos diferentes, permitiéndole su descomposición durante 8 meses antes de la siembra del trigo, y adicionalmente 7 meses hasta la madurez del cultivo.

Los tipos de suelos utilizados se diferenciaban en el contenido de M.O., textura, y en las precipitaciones recibidas.

Las recuperaciones del ¹⁵N en el suelo y en el cultivo fueron: 93,1 % para el suelo areno-arcillo-rojizo; 92,3 % para el suelo arenoso; y para el suelo arcilloso pesado, el cual recibió las mayores precipitaciones la recuperación del ¹⁵N fue de 87,7 %, las pérdidas en este sitio no fueron por lixiviación basados en la distribución del ¹⁵NO₃⁻ en el perfil del suelo, a la siembra y madurez del cultivo.

Las plantas de trigo extrajeron solamente 10,9-17,3 % del N agregado como residuo de la leguminosa. Estos porcentajes de extracción de N no están correlacionados con rendimiento en grano.

La proporción de N en el trigo derivada desde la descomposición de los residuos de *Medicago littoralis* fué: 9,2 % (38 Kg N ha⁻¹), 10,5 % (57 Kg N ha⁻¹) y 4,6 % (57 Kg N ha⁻¹) para los suelos areno-arcillo-rojizo, arenoso y arcilloso-pesado respectivamente.

La mayor parte del ¹⁵N recuperado en el cultivo, se encontró en el grano (51-70 %).

El ¹⁵N inorgánico en los perfiles del suelo fué retirado durante el crecimiento del cultivo y al momento de la cosecha representó solamente del 0,6-3,1 % de la contribución de ¹⁵N. La mayor parte del ¹⁵N (72-78 %) estaba como ¹⁵N orgánico en el suelo.

Se observó que durante los 15 meses de descomposición a que fueron sometidos los residuos se liberaron cerca de 189 Kg N ha⁻¹, de los cuales 93 Kg ha⁻¹ (49 %) fueron extraídos por el cultivo, 37 Kg ha⁻¹ (19,7 %) fueron inmovilizados ó remanente en residuos de raíces finas y 17,3 Kg ha⁻¹ (9,2 %) quedó como N inorgánico en los perfiles del suelo; 41,7 Kg ha⁻¹ (22,1 %) no fueron explicados por el sistema suelo-planta y probablemente se perdió vía N inorgánico.

De este modo, cada 100 Kg de MS de grano de trigo, cerca de 6,5 Kg ha⁻¹ de N fué suministrado por el suelo proveniente de los residuos de *Medicago littoralis*.

Se concluye que el principal valor de descomposición de la leguminosa es en el largo tiempo, manteniendo la concentración de N orgánico en el suelo, asegurando una adecuada liberación de N para futuros cultivos de cereales.

Harris y Hesterman (1990) en dos localidades de Michigan estudiaron la cuantificación e incorporación de nitrógeno al suelo proveniente de residuos de alfalfa, usando ¹⁵N y su efecto en los cultivos sucesivos; maíz (*Zea mays*) y cebada (*Hordeum vulgare*).

Se incorporó al suelo brotes, raíces y corona de alfalfa marcados con ¹⁵N equivalentes a 112 Kg N ha⁻¹.

La recuperación del ¹⁵N en el grano de maíz fue de 17 % para el suelo limoso y de 25 % para el suelo arenoso-limoso.

Del nitrógeno inicial incorporado el 46 % quedó como remanente en el suelo en ambas localidades. La mayoría de éste, fué recuperado en la fracción orgánica, mientras que un 18 % se recuperó en la biomasa microbiana.

Para ambas localidades solamente el 1 % de la aplicación original del ^{15}N proveniente de la alfalfa se recuperó en el segundo año con el cultivo de cebada.

Crozier et al. (1998) realizaron un estudio evaluando el movimiento de nitrógeno en los sistemas de producción en Carolina del Norte sobre cultivos de maíz durante dos años. Dicho estudio comparó el movimiento de ^{15}N a partir de *Trifolium incarnatum* (representando 135 Kg N ha^{-1}) con dos fuentes de fertilizante $^{15}\text{NH}_4\text{NO}_3$ y $\text{NH}_4^{15}\text{NO}_3$ (significando 70 Kg N ha^{-1}).

Se dio una rápida mineralización del ^{15}N del trébol, correspondiendo a un 45 % de la aplicación inicial. También ocurrió una rápida nitrificación del $^{15}\text{NH}_4$, pero este no estuvo disponible en el corto plazo, lo mismo sucedió con el $^{15}\text{NO}_3$. El relativo enriquecimiento del pool de NO_3^- del suelo fue proveniente del $^{15}\text{NO}_3$ de la aplicación.

En madurez fisiológica durante la primera estación de crecimiento de maíz, el 38 y 44 % del N recuperado provino del $^{15}\text{NH}_4$ y $^{15}\text{NO}_3$ respectivamente. Mientras que en la segunda estación el 60 % derivó del trébol, pero sólo 28 y 36 % fué aportada por las fuentes de fertilizantes antes mencionadas.

Este estudio demuestra la importante cantidad de N mineralizado en el suelo, N inorgánico inmovilizado, y la persistencia del N proveniente de las leguminosas en el sistema.

En un experimento similar se comparó el destino del ^{15}N de leguminosas (*Trifolium pratense*) y fertilizante $(\text{NH}_4)_2 \text{SO}_4$ en el largo plazo en sistemas de producción de grano en Pennsylvania.

El ^{15}N fué medido en cultivos de maíz y cebada durante dos años. Se observó que más del N del fertilizante que de la leguminosa fue recuperado en la cosecha (40 vs 17 % de las entradas), más del N de leguminosas que de fertilizante fué retenido en suelo (47 vs 17 % de las entradas) y similares cantidades de N en ambos fué perdido desde el sistema (39 % de las entradas) sobre el segundo año. En el primer año más N del fertilizante que de leguminosas fué perdido (38 vs 18 % de las entradas), pero más del N de leguminosas que de fertilizantes se perdió luego del año de aplicación (17 vs 4 %).

En los sistemas basados en leguminosas la biomasa microbiana del suelo es amplia, y probablemente responsable de la mayor capacidad de aportar N al suelo comparados con sistemas basados en fertilizantes (Harris et al., 1994).

Estudios efectuados por Sainju et al. (2007), donde se evaluaron efectos de tres prácticas de laboreo (siembra directa, laboreo en franjas y laboreo con cincel), cuatro cultivos de cobertura: *Vicia villosa*, vicia más centeno y malezas de invierno o ningún

cultivo de cobertura, así como tres niveles de fertilización nitrogenada (0, 60-65 y 120-130 Kg N ha⁻¹) como NH₄⁺ y NO₃⁻. La respuesta al N fué medida en cultivos de algodón (*Gossypium hirsutum*) y sorgo (*Sorghum bicolor*) a partir del año 2000 hasta el año 2002 en Georgia central.

En los resultados encontrados el contenido de N era más alto en vicia y vicia junto con centeno, que en el centeno y malezas.

El contenido de N-NH₄⁺ en los primeros 30 cm de suelo fué más alto en la cosecha que en la siembra y más alto en no laboreo o con vicia con 120 a 130 Kg N ha⁻¹ que con los demás tratamientos.

El N-NO₃⁻ contenido de 0-120 cm era más alto con vicia que con centeno o con malezas, y el N-NO₃⁻ en los 10 primeros cm era más alto cuando se laboreaba con cincel en el tratamiento que tenía como cultivo de cobertura vicia que en no laboreo o laboreo en franjas con centeno o malezas.

Pero, también se vió, que de noviembre del 2000 a abril del 2001 y de noviembre del 2001 a abril del 2002, la pérdida de N del suelo (0-120 cm) así como de los residuos de cosecha, era más alto con vicia que con otros cultivos de cobertura.

A causa del suministro de N más alto por parte de vicia, ésta incrementa el N mineral del suelo, pero también aumenta el potencial para la lixiviación del mismo. Para reducir estas pérdidas y optimizar la respuesta al N es recomendable mezclar vicia con centeno.

En otro estudio realizado por Crozier et al. (1994) se analizó el movimiento de N en los sistemas de producción de maíz, en el Norte de Carolina Piedmont. El destino del N fué probado usando el pool de N para el análisis. Se seleccionó del pool de N [maíz, malezas, residuos de la superficie, NH₄⁺ y NO₃⁻ del suelo, y N potencialmente mineralizable (N_o)].

Los tratamientos consistían en: i) *Trifolium incarnatum* con laboreo convencional (trébol-laboreo), ii) sin cultivo de cobertura con laboreo convencional y 70 Kg N ha⁻¹ como NH₄NO₃⁻ (fertilizante-laboreo), iii) *Trifolium incarnatum* con arrancado-laboreo (trébol-arrancado) y iv) sin cultivo de cobertura sin laboreo y 70 Kg N ha⁻¹ como NH₄NO₃⁻ (fertilizante-sin laboreo).

El N potencialmente mineralizable en el suelo fué más alto en el tratamiento trébol- laboreo, y tuvo grandes fluctuaciones en la estación: 170 a 255Kg N ha⁻¹ en trébol-laboreo, y 117 a 210 Kg N ha⁻¹ en otros tratamientos. En los tratamientos con fertilizante, inmediatamente después de la aplicación, tuvieron altos niveles de N inorgánico que los tratamientos que se hizo trébol solamente. Aunque los brotes de

trébol contenían 97 a 134 Kg N ha⁻¹/año, más que los tratamientos con aplicación de N del fertilizante, no hubo diferencias significativas entre los tratamientos en planta (cultivo de maíz más malezas) y el N acumulado en el subsuelo (38 a 132 Kg N ha⁻¹).

De ese total, el N contenido en las malezas es de 5 a 30 Kg N ha⁻¹. El contenido de N de los residuos en superficie era alto en los tratamientos de laboreo reducido. En sistemas como este con entradas reducidas de químicos, la transferencia de N entre el N potencialmente mineralizable del suelo, malezas, y el pool de residuos puede ser más grande que la transferencia entre el pool de N inorgánico del suelo y el cultivo.

2.3 DESTINO DE NITRÓGENO EN CULTIVO VERSUS SUELO EN BARBECHO

Boswell y Anderson (1970) en un estudio compararon el movimiento y acumulación de N aplicado como KNO₃ al cultivo y a las parcelas en barbecho, en dos suelos considerablemente diferentes, Marlboro y Davidson. Generalmente el movimiento y acumulación de N se da a mayor profundidad, y en mayor magnitud en cultivo que los suelos en barbecho. El movimiento de N en Marlboro en superficie y subsuelo fue considerablemente mayor que en el suelo de Davidson. A pesar de las excesivas precipitaciones la mayoría del N recuperado 11 y 12 meses después de la aplicación fue concentrada entre 46 y 122 cm de profundidad con la acumulación mas grande ocurridas en la capa de 61-91 cm.

Después de 10 semanas de la aplicación y 290 mm de precipitaciones acumuladas, el 78 % del N aplicado fue recuperado en el suelo en barbecho de Davidson, mientras que después de 50 semanas y 1540 mm de precipitaciones el 53 % fué recuperado. Comparando con las parcelas con cultivo la recuperación fué 89 % y 49 % respectivamente.

Luego de 5 semanas y 120 mm de precipitaciones, la recuperación en los suelos en barbecho en Marlboro fué 109 % pero disminuyó a 33 % después de 46 semanas y 1240 mm de precipitaciones acumuladas. Datos de las parcelas con cultivos indican 119 % y 25 % de recuperación para los respectivos períodos de muestreo.

La recuperación se incrementó aproximadamente 5 % a 10 % en las parcelas con cultivo cuando se incluyó el valor de N en planta extraído.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 LOCALIZACIÓN DEL ENSAYO

El experimento se realizó en la Estación Experimental Dr. Mario A. Cassinoni (EEMAC) de la Facultad de Agronomía, en el Departamento de Paysandú, en el Km.363 de la Ruta 3.

El ensayo fue instalado en un suelo Brunosol éutrico típico perteneciente a la unidad “San Manuel” de la Formación Fray Bentos (según la carta 1:1.000.000, URUGUAY. MGAP. DSF, 1976).

En el marco de una secuencia de cultivos ya instalada en agricultura continua y en siembra directa.

3.2 DESCRIPCIÓN DEL EXPERIMENTO

El experimento fué instalado el 6 de julio de 2006, evaluándose sobre seis antecesores al cultivo de trigo: cultivo para grano leguminosa de verano soja (*Glicine max*), cultivo para grano no leguminosa girasol y maíz (*Helianthus annus* y *Zea maíz*), cultivo de cobertura gramínea moha (*Setaria itálica*); cobertura leguminosa trébol rojo (*Trifolium pratense*), sin crecimiento vegetal ó barbecho. En el cultivo de trigo, se evaluaron cuatro dosis de Nitrógeno (0, 20, 40 y 60 unidades) agregados como urea al cultivo de trigo, al momento de macollaje del mismo.

Cuadro 1. Esquema de los tratamientos a evaluar.

Tratamiento	Verano 04-05	Invierno 05	Verano 05-06	Invierno 06
5	Soja	T. alejandrino	Maíz	Trigo
9	Soja	Trigo	Soja	Trigo
10	Girasol	Trigo	Girasol	Trigo
11	Barbecho	Trigo	Barbecho	Trigo
12	Moha	Trigo	Moha	Trigo
13	Trébol rojo	Trigo/T.rojo	Trébol rojo	Trigo

Como se observa en el cuadro 1, el antecesor maíz es un cultivo de primera a diferencia de los demás antecesores que se sembraron sobre un cultivo de invierno, los cuales son de segunda.

3.3 DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño experimental utilizado fue de parcelas divididas dispuestas en bloques al azar con tres repeticiones. La parcela mayor corresponde al antecesor, y la parcela menor corresponde al el factor dosis de nitrógeno.

El tamaño de la parcela mayor fue de 30m de largo por 5m de ancho y el de la parcela menor de 6m por 5m.

3.4 MANEJO DEL CULTIVO

3.4.1 Presiembra

El 23 de junio se realizó una aplicación de Glifosato a la dosis de 4 lt ha⁻¹, luego como presiembra se aplicó el 5 de julio 3 lt de Glifosato; dichas aplicaciones se realizaron a todos los cultivos antecesores.

La siembra se realizó el 6 de julio de 2006, con una sembradora directa Semeato SH11 de doble disco, a 0.17 mt de distancia entre hileras y a una densidad de siembra de 83 Kg de semilla ha⁻¹, buscando una población objetivo de 200 plantas m⁻² (34 plantas / metro lineal), del cultivar Bio INTA 1001. A la siembra se fertilizó con 100 Kg ha⁻¹ de 7-40 (N y P) a todas las parcelas con la misma dosis.

3.4.2 Postsiembra

El 14 de julio se realizó el muestreo de rastrojo para identificar el número de leguminosas, gramíneas, restos secos, malezas, etc.

El 26 de julio se hizo un muestreo de malezas y debido a la presencia de éstas, el 31 de julio se aplica herbicida 2-4 D 1 lt más Banvel 120 ml en todas las parcelas para dicho control.

En el estadio de Z 2.2, el 2 de agosto, se marcan las subparcelas con estacas y posteriormente fueron fertilizadas con urea, de forma aleatoria, a razón de 20, 40, y 60 Kg de N ha⁻¹ y un testigo sin fertilizar.

Durante el desarrollo del cultivo no existieron problemas de plagas ni de enfermedades que obligaran la aplicación de algún producto químico.

3.5 DETERMINACIONES REALIZADAS

3.5.1 Muestreo y análisis de suelo

Se determinó la concentración de $N-NO_3^-$ en los primeros 20 cm del perfil a los 76, 54, 36 y 6 días pre- siembra, a la siembra del cultivo de trigo y cuando este llegó al estadio Zadock 2.2 (Z 2.2).

Los muestreos correspondieron las siguientes fechas: 21 de abril, 13 de mayo, 1 de junio, 30 de junio. Luego de la siembra se realizó el 25 de julio un nuevo muestreo para la fertilización en Z 2.2.

Se extrajeron seis muestras en cada parcela a una profundidad de 0-20 cm. Luego se llevaban a estufa a una temperatura de 60 °C, para luego ser molidas y analizadas en el laboratorio.

3.5.2 Determinaciones en los cultivos cobertura

Las cosechas de los cultivos antecesores fueron: Maíz 15 de marzo, Girasol, Soja, Moha y Trébol rojo el 15 de abril, a este último se le aplicó 2-4 D a razón de 2,5 lt ha^{-1} y el 10 de junio Starane 800 cc con el fin de eliminarlo.

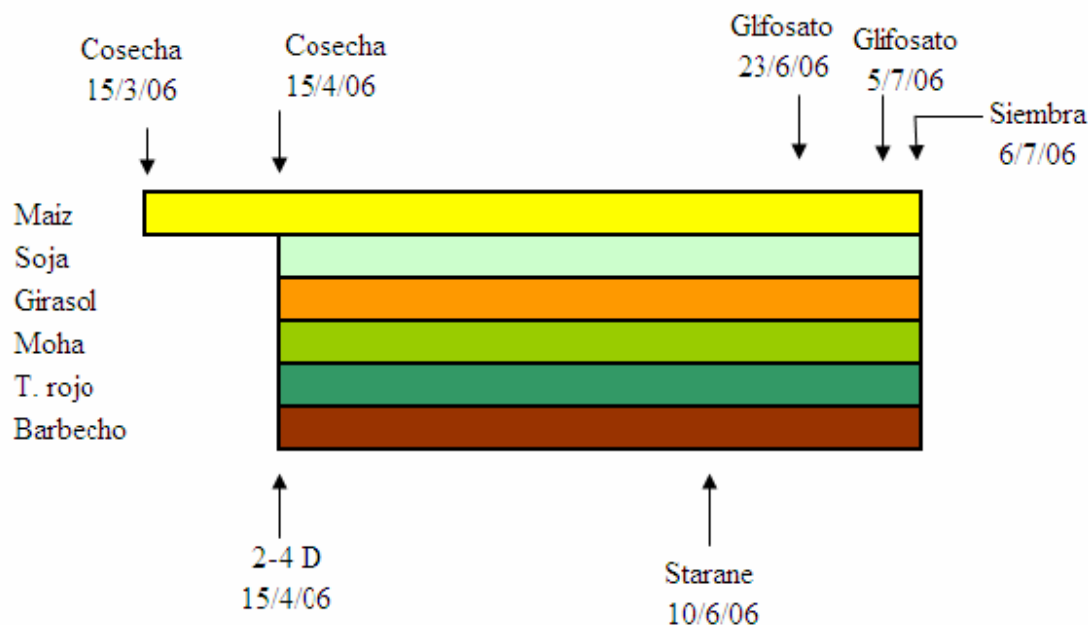


Figura 1. Manejo del período de barbecho en los diferentes antecesores.

Cabe destacar que el antecesor maíz es un cultivo de primera y el resto de los antecesores soja, girasol y moha son cultivos de segunda, lo cual lleva a que tengan algunas diferencias como se verá más adelante.

3.5.3 Determinaciones en el cultivo de trigo

El 26 de julio se determinó la implantación mediante el conteo del número de plantas por metro lineal. Se contaron 5 m lineales en cada parcela mayor. El mismo día se contó el número de plantas afectadas con mancha foliar causada por *Dreschlera tritici-repentis* (% de incidencia), y el número de malezas, ambas mediciones en 5 m lineales (0,85 m²).

En el estadio de Z 3.0 el 8 de setiembre se contó el número de macollos por planta en las subparcelas en 2 m lineales, para así establecer el número de macollos por m² y para estimar la producción de MS se realizó el corte de los mismos en 0,5 m lineales.

El 9 de octubre en Z 6.0 se hizo el conteo de espigas en 2 m lineales, además para estimar la producción de MS a floración se procedió al corte de un metro lineal.

Se midió la producción de MS a los estadios Zadock 3.0, Zadock 6.0 y cosecha.

La cosecha se realizó el 29 de noviembre con una cosechadora manual de 1,5 metros de ancho, cosechándose una superficie de 9 m².

El día de la trilla el 15 de diciembre, como paso previo se pesaron los fardos para luego ser trillados.

Se estimó el rendimiento en grano a partir de la superficie cosechada.

Al finalizar el ensayo, se determinó peso hectolítrico, número de granos por espiga, número de espiguillas por espiga en 15 espigas tomadas al azar de cada tratamiento y peso de mil granos.

3.6 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se analizó el efecto del factor antecesor, del factor dosis de nitrógeno, así como también el efecto de la interacción (antecesor*nitrógeno).

Los parámetros analizados fueron evaluados por análisis de varianza y se tomo como covarianza al número de plantas m⁻².

La separación de medias se realizó a través de la mínima diferencia significativa (MDS), con una probabilidad de error del 10%.

Los resultados fueron analizados mediante el PROC mixed del sistema Statical Análisis Sústem (Ver.6.11 1996; SAS Institute Inc., SAS Campus Drive, Cary, NC, USA).

3.6.1 Modelo estadístico

Para el análisis estadístico se emplearon dos modelos, uno de diseño en bloques completos al azar (DBCA) para la evolución de N-NO₃⁻ en suelo y DBCA en parcelas divididas para el resto de las variables medidas luego de aplicadas las cuatro dosis de N.

$$\begin{aligned} \text{DBCA: } Y_{ij} &= \mu + \beta_j + R_i + \varepsilon_{ij} \\ i &= 1,2,3,\dots,6 \text{ (antecesor).} \\ j &= 1,2,3 \end{aligned}$$

Supuestos:
 $\varepsilon_{ij} \text{ VsAsIsID } N(0; \sigma^2)$

Y_{ij} : i-ésima observación del j-ésimo tratamiento.

μ : media general

β_j : efecto del j-ésimo bloque

R_i : efecto del i-ésimo antecesor

ε_{ij} : error experimental

$$\begin{aligned} \text{DBCA en parcelas divididas: } Y_{ijk} &= \mu + \beta_k + R_i + \delta_{ik} + N_j + (RN)_{ij} + \varepsilon_{ijk} \\ i &= 1,2,3,\dots,6 \text{ (antecesor).} \\ j &= 1,2,3,4 \text{ (dosis).} \\ k &= 1,2,3 \text{ (bloque).} \end{aligned}$$

δ_{ik} VsAsIsID $N(0; \sigma^2 \varepsilon_a)$ condiciones de parcela grande.

ε_{ijk} VsAsIsID $N(0; \sigma^2 \varepsilon_b)$ condiciones de parcela chica.

Y_{ijk} : i-ésima observación del j-ésimo tratamiento del k-ésimo bloque

β_k : efecto del k-ésimo bloque

R_i : efecto del i-ésimo antecesor

N_j : efecto del j-ésimo nivel de aplicación de nitrógeno

$(RN)_{ij}$: efecto de la interacción entre el i-ésimo antecesor y el j-ésimo nivel de nitrógeno

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 CONDICIONES CLIMÁTICAS

4.1.1 Precipitaciones

La situación climática se caracterizó por una escasez de precipitaciones, para la mayoría de los meses en estudio. Las precipitaciones medias estacionales para una serie histórica de 25 años para Paysandú (1971 a 1995) en los meses de julio, agosto y setiembre son 205 milímetros, en igual período, pero para el año en estudio, las precipitaciones fueron un 56 % menores, correspondiendo a un total de 90.6 milímetros (Figura 2).

Las precipitaciones durante el mes de junio estuvieron 105 milímetros por encima de la media, distribuidas a lo largo de todo el mes, (Cuadro 2), lo que llevaría a pensar que la siembra del cultivo de trigo, realizada, como se dijo anteriormente el seis de julio se dio sin limitantes ni excesos hídricos en el perfil del suelo. Cabe señalar que debido a las elevadas precipitaciones ocurridas en los primeros diez días del mes de junio, se dio un retraso en la siembra del cultivo.

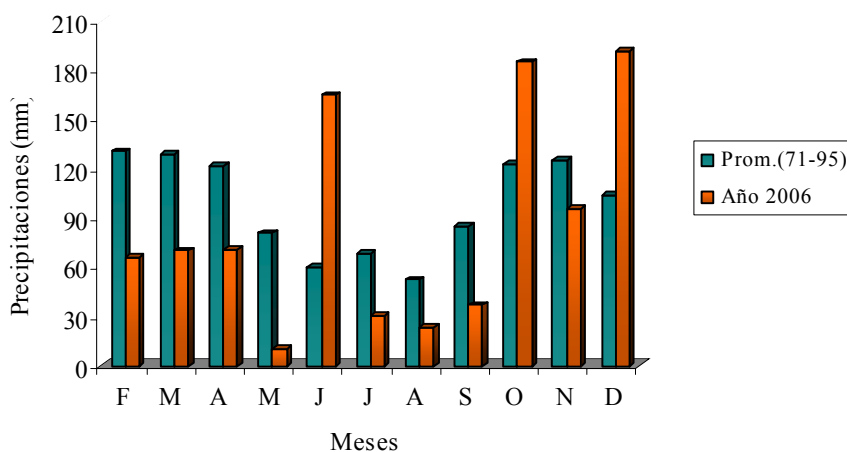


Figura 2. Comparación de precipitaciones, expresada en milímetros entre la serie histórica y el período en estudio.

Cuadro 2. Distribución de las precipitaciones, expresadas en milímetros para los meses de junio y julio en el año 2006.

Precipitaciones junio			Precipitaciones julio		
1ª década	2ª década	3ª década	1ª década	2ª década	3ª década
102 mm	7,1 mm	56 mm	5,2 mm	14 mm	11 mm

El dos de agosto el cultivo llega al estadio Z 2.0, en el cual se inicia el proceso de macollaje, y a principios del mes de setiembre comienza el período de encañado, en el cual el cultivo crece rápidamente, con una alta acumulación de materia seca.

En estos dos meses, como ya se citó hubo deficiencias hídricas, pudiendo generar descensos en la tasas de crecimiento.

Pero también puede decirse que al momento de la espigazón, (principios de octubre) las precipitaciones fueron un 51 % superiores a la media histórica.

4.1.2 Temperatura

Las temperaturas medias registradas a lo largo del ciclo del cultivo fueron en promedio similares, o algo inferiores a la media histórica. (Figura 3)

Durante el período comprendido entre principios de agosto y principios de setiembre, coincidiendo con el macollaje y encañazón del cultivo, las temperaturas medias estuvieron 1.6 y 0.6 ° C respectivamente por debajo de la media.

Así también, las temperaturas medias durante los meses de octubre, noviembre y diciembre, fueron similares a las registradas en la serie histórica, lo que provocó que el período de llenado de grano, se diera en óptimas condiciones térmicas. Los rendimientos potenciales superiores a 4000 Kg ha⁻¹ se lograrán en años secos, con el período junio a agosto relativamente fríos y secos y pocos días con altas temperaturas en noviembre-diciembre (llenado de grano) (Ernst y Hoffman, 1996).

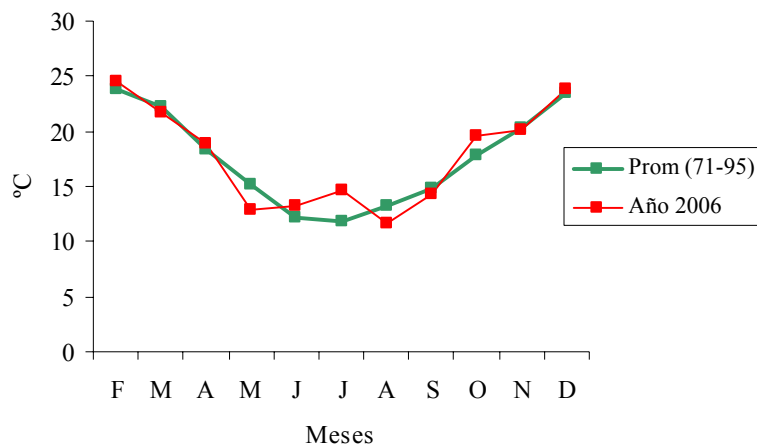


Figura 3. Evolución de la temperatura media expresada en grados Celsius para la serie histórica y el periodo en estudio.

Se podría concluir que la temperatura no fué una limitante para el óptimo desarrollo del cultivo, pero si lo serían la tardía fecha de siembra y las escasas precipitaciones ocurridas en los meses de agosto y setiembre.

4.2 EFECTO DE LOS ANTECESORES HASTA LA SIEMBRA DEL CULTIVO DE TRIGO

4.2.1 Evolución del nitrógeno como forma de nitratos en el suelo

A través del análisis de varianza, se presentan diferencias significativas en la evolución de los nitratos para las distintas fechas de muestreo (DDA días del año) bajo los diferentes cultivos antecesores (DDA 108: $P \leq 0,0003$, DDA 123: $\leq P 0,0016$, DDA 133: $P \leq 0,23ns$, DDA 144: $P \leq 0,0002$, DDA 152: $P \leq 0,071$, DDA 164: $P \leq 0,018$, DDA 181: $P \leq 0,39ns$, DDA 211: $P \leq 0,0994$)

Ernst et al. (2002) encuentran que en los rastrojos que se descomponen sobre el suelo, la calidad de los mismos definida por su concentración de N y lignina o relación C/N, es determinante de su tasa de descomposición, detectándose que la cantidad de N inmovilizada en el rastrojo de maíz aumenta en forma lineal con el tiempo. Creus et al. (1998), Sanches et al., citados por Ernst (2002) también cuantificaron aumentos en la concentración de N de rastrojos de maíz, descomponiéndose sobre el suelo, generando una inmovilización temporaria adicional de N.

En discordancia con la bibliografía, en la Figura 4 se vé una superioridad en el contenido de nitratos en el suelo en todas las fechas de muestreo a favor del antecesor maíz. Un factor que incidió en lo dicho anteriormente fué el mayor tiempo efectivo de barbecho, ya que el maíz se cosecho un mes antes (15 de marzo) que el resto de los antecesores, teniendo mejores condiciones ambientales (especialmente mayor temperatura) para la descomposición, provocando una mayor acumulación de N. Otro factor que explica esta superioridad, es el efecto residual del cultivo cobertura existente en el invierno del año 2005. Laad et al. (1981), reportaron que el principal valor de descomposición de la leguminosa es en el largo tiempo, manteniendo la concentración de N orgánico en el suelo, asegurando una adecuada liberación de N para futuros cultivos de cereales.

Además como se dijo anteriormente el antecesor maíz es un cultivo de primera lo cual incidió en el mayor contenido de N en el suelo comparado con los demás antecesores que son de segunda y con el barbecho.

También sería esperable, que los rastrojos de leguminosas, con baja relación C/N, presentasen valores elevados de NO_3^- , en los primeros muestreos, éstos valores son bajos, dado por un corto período de barbecho, en el cual no se da una adecuada descomposición de los residuos; otro factor que influyó fué el alto enmalezamiento presente.

Como se citó anteriormente, es de esperar que en el rastrojo de trébol rojo, hayan valores elevados de NO_3^- , pero en los consecutivos muestreos presenta los menores valores, esto tendría su explicación en que la mayor parte del N incorporado se presentaría como forma orgánica, pasando a formar parte del pool de N orgánico del suelo y estará disponible en el mediano a largo plazo para los siguientes cultivos.

Para el período comprendido entre DDA 152 - DDA 164 y DDA 164 - DDA 181, se da una caída en el contenido de nitratos para todos los tratamientos, dicha caída es atribuible a la ocurrencia de precipitaciones (102 y 62.8 mm respectivamente) generando un efecto de lavado o lixiviación, lo que llevó a que no existieran diferencias significativas en el contenido de NO_3^- para los diferentes antecesores al momento de la siembra.

Luego de la siembra, en el DDA 211 se registró un aumento en el contenido de N- NO_3^- en todos los antecesores manteniéndose similares evoluciones. Se aprecia que donde hubo mayor disponibilidad N- NO_3^- para el cultivo en ese momento (etapa de macollaje) fué sobre el rastrojo de maíz, encontrándose diferencias significativas de éste con el resto de los antecesores.

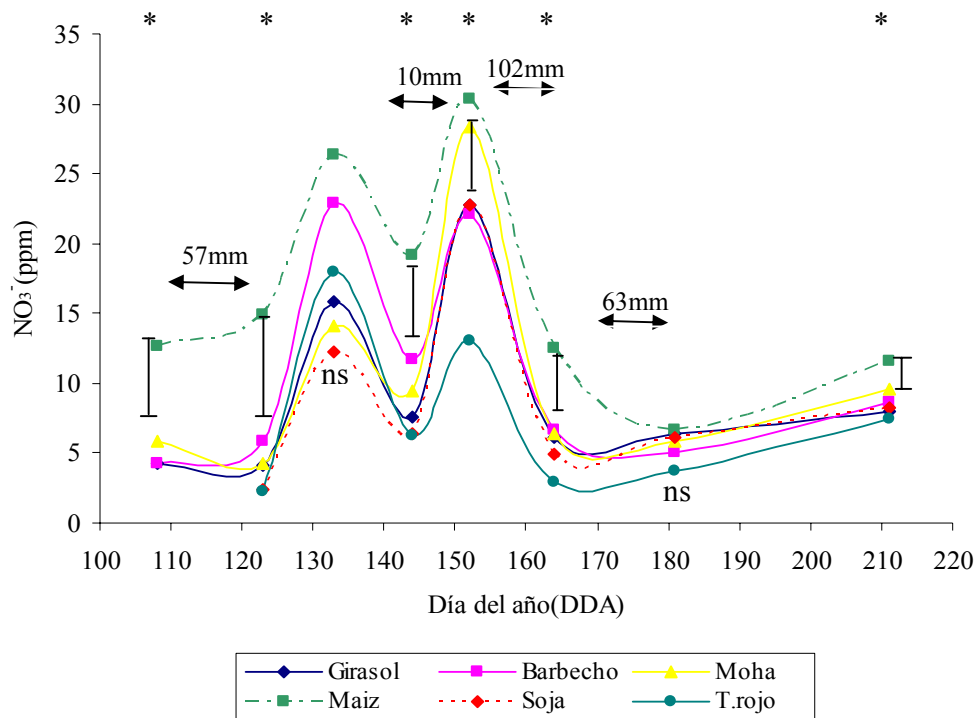


Figura 4. Evolución del contenido de N-NO₃⁻ en suelo (0-20cm) para los diferentes antecesores, expresado en partes por millón, según la fecha de muestreo, expresado en Día del año (DDA).

* : indica efecto significativo

4.3 EFECTO DE LOS ANTECESORES EN EL CULTIVO DE TRIGO

4.3.1 Población-implantación

Mediante el ANAVA no se encontraron diferencias significativas ($P \leq 0,36$) en el número de plantas de trigo logradas por metro cuadrado. El promedio fué de 168 plantas por metro cuadrado para los diferentes tratamientos, lo que corresponde a un 84% de la población objetivo de 200 plantas por metro cuadrado.

Si bien no hay diferencias significativas, al realizar un contraste de medias por MDS, la población fué mayor sobre barbecho que sobre girasol y maíz como cultivos antecesores (95 % contra 89 y 88 % respectivamente de la población objetivo) y una población menor cuando los cultivos antecesores fueron Soja y Trébol rojo (72 y 73 % respectivamente de la población objetivo) (Figura 5).

La baja implantación sobre el trébol rojo, pudo deberse a condiciones no óptimas al momento de la siembra (enmalezamiento) y/o efectos alelopáticos, como fuese reportado por Alayon y López (1990).

La información nacional sobre densidad de siembra, tanto para trigo como para cebada, muestra que las densidades entre 150 y 200 plantas m^{-2} , han mostrado superioridad frente a las 300 plantas m^{-2} . A pesar de la diversidad de ambientes de producción, variedades, manejos y condiciones climáticas evaluadas, el rango de población por encima del cual cesa la respuesta en rendimiento, ha sido casi el mismo en todas las situaciones (150 a 200 pl m^{-2}) (Hoffman y Ernst, 1999).

Por lo dicho anteriormente, las poblaciones obtenidas en el experimento, son adecuadas.

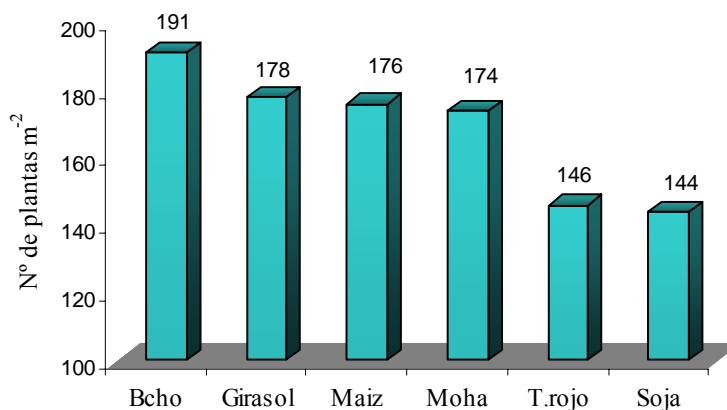


Figura 5. Implantación en número de plantas de trigo por metro cuadrado, según los diferentes antecesores.

4.3.2 Determinación del porcentaje de incidencia de enfermedades foliares

Existió un comportamiento diferencial entre tratamientos sobre la incidencia de mancha amarilla (*Drechslera tritici-repentis*) ($P \leq 0,001$). Éstas diferencias se atribuyen al cultivo antecesor existente en el invierno del año 2005. En concordancia con la bibliografía, la siembra directa, se asocia con una “agricultura sostenible”, sin embargo, el hecho de dejar el rastrojo del cultivo en la superficie del suelo favorece la supervivencia, el crecimiento y la multiplicación de varios hongos patógenos y así, aumenta la incidencia de enfermedades causadas por estos (Stewart et al., 2002).

Los mayores porcentajes de incidencia, se obtuvieron en la secuencia de cultivos trigo-trigo (Figura 6), lo contrario ocurrió cuando la secuencia fué trébol alejandrino-trigo, y una situación intermedia con la secuencia trébol rojo-trigo. Stewart et al. (2002) encuentran que en siembra directa, la tasa de descomposición del rastrojo es más lenta, ya que al estar en superficie, el acceso de los microorganismos para su degradación se vé dificultado. Esto es relevante desde el punto de vista sanitario, dado que la velocidad con que se descompone el rastrojo determina la longitud del período de supervivencia del patógeno en ese rastrojo. Dichos autores concluyen que 15 a 18 meses luego de la cosecha de trigo y cebada se esta frente a una situación de menor riesgo sanitario, para reintroducir esos cultivos.

Por lo dicho anteriormente, en la secuencia trigo-trigo, no se dio el tiempo suficiente para la descomposición del rastrojo, llevando esto a obtener los mayores % de incidencia, mientras que en la secuencia trébol alejandrino-trigo, el tiempo de descomposición fue el suficiente para disminuir el inóculo inicial.

Cuando el antecesor fué trigo consociado con trébol rojo, los niveles de incidencia fueron medios, debido a que, la inclusión de leguminosas pueden disminuir la presión de enfermedades, como lo mencionara García Lamothe (2006), así como a la mayor tasa de descomposición de las mismas y posiblemente a un buen estado sanitario del trigo.

Durante el crecimiento del cultivo no se presentaron condiciones climáticas favorables para el desarrollo de enfermedades por lo que no se realizaron posteriores lecturas de sanidad.

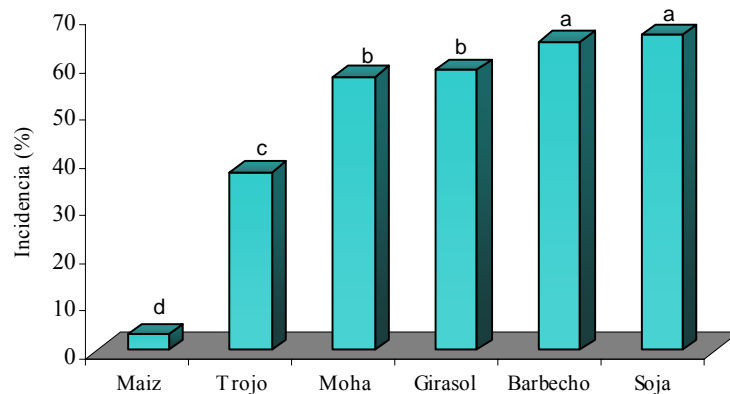


Figura 6. Incidencia de mancha amarilla, causada por *Drechslera tritici-repentis*, expresado en porcentaje, para los diferentes antecesores.

4.3.3 Determinación del enmalezamiento sobre los diferentes antecesores

Para los antecesores estudiados se dieron diferencias significativas tanto para raigrás ($P \leq 0,038$) así como en otras malezas principalmente invernales (*Ammi sp.*, *Antemis cotula*, *Stelaria media*, etc) ($P \leq 0,0001$). La cobertura trébol rojo presentó los mayores valores de enmalezamiento, siendo estadísticamente diferentes a los demás antecesores. Similares resultados fueron obtenidos por Alayon y López (1990) (Figura 7).

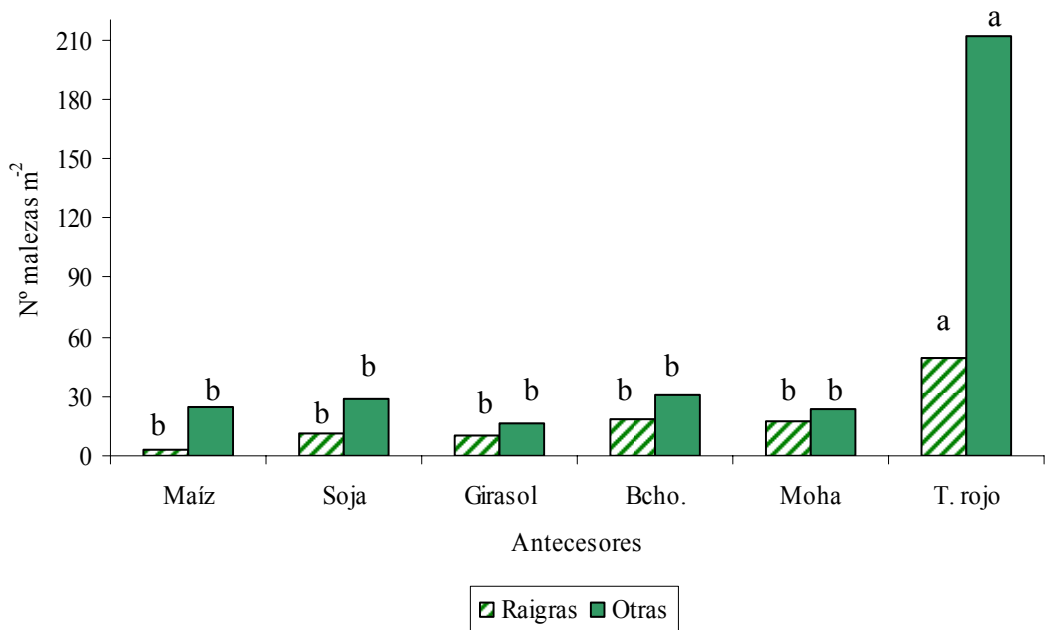


Figura 7. Número de malezas por m⁻² en los diferentes antecesores.

4.4 EFECTO ANTECESOR EN EL CULTIVO DE TRIGO

4.4.1 Componentes del rendimiento

Analizando los resultados estadísticos (ANAVA), hay un efecto significativo del factor antecesor, tanto para el número de macollos por planta ($P \leq 0.028$), como para el número de macollos por metro cuadrado ($P \leq 0.010$). El porcentaje de fertilidad de los macollos, como el número de espigas por metro cuadrado, no presentan diferencias significativas ($P \leq 0.70$, $P \leq 0.24$) (Cuadro 3).

Cuadro 3. Efecto Antecesor, efecto nitrógeno e interacción antecesor*nitrógeno en los parámetros analizados.

	Efecto Antecesor	Efecto N	Antecesor*N
N° pl/m ⁻²	ns	-	-
N° mac/m ⁻²	**	ns	ns
Biomasa Z 3.0	***	**	*
Biomasa Z 6.0	ns	***	*
TCC (Kg MS ha ⁻¹ día)	ns	**	*
Espigas/m ⁻²	ns	ns	ns
Granos/espiga	ns	ns	ns
N° granos/m ⁻²	ns	***	ns
PMG	ns	**	ns
Rendimiento ha ⁻¹	ns	**	ns
Peso Hectolítrico	ns	ns	ns

ns =no significativo * $P \leq 0,10$ ** $P \leq 0,05$ *** $P \leq 0,001$

En la figura 8, se observa el número de macollos por metro cuadrado, el cual es determinado por el número de plantas por metro cuadrado y por el número de macollos por planta.

Los valores encontrados para el número de macollos planta⁻¹ se encuentran por debajo de los valores reportados por Hoffman et al. (2006) para este cultivar, los cuales fueron de 5,6 tallos planta⁻¹, bajo iguales condiciones ambientales.

Hoffman (1992), reporta que la base fisiológica para obtener un alto número de espigas m⁻² radica en un número de macollos no limitantes (1000 macollos) 40 días post emergencia y de su fertilidad final. En el experimento, el promedio de macollos para todos los tratamientos fue de 586, lo que estaría limitando el número de espigas m⁻², el número de granos m⁻² como se verá más adelante y por consiguiente el rendimiento.

El número de macollos m^{-2} para el promedio de los cultivares de trigo de la zona norte en el año 2006 fue de 823 según datos reportados por Hoffman et al. (2006). Tomando como referencia éstos datos y considerando los datos extraídos en el experimento, el mayor número de macollos se obtuvo sobre el antecesor maíz y el menor número sobre el antecesor trébol rojo, siendo un 88 y 57 % respectivamente, éstos resultados se atribuirían a un mayor aporte de N suministrado por el suelo, derivados de los residuos de trébol alejandrino cuando el antecesor es maíz.

Se podría decir que el cultivar presentó bajo macollaje, éstos resultados concuerdan por los encontrados por Hoffman et al. (2006), donde cita que el cultivar Bointa 1001, es un cultivar de ciclo corto y fue el cultivar que mostró el más bajo macollaje y que el macollaje se inicia temprano, pero posteriormente se desincroniza.

Éstos resultados, también se asocian a un retraso en la fecha de siembra, ya que, el cultivo de trigo depende de la temperatura y la longitud de los días, por lo tanto, cuanto más tarde se siembre, menos tiempo tendrá el cultivo para producir macollos.

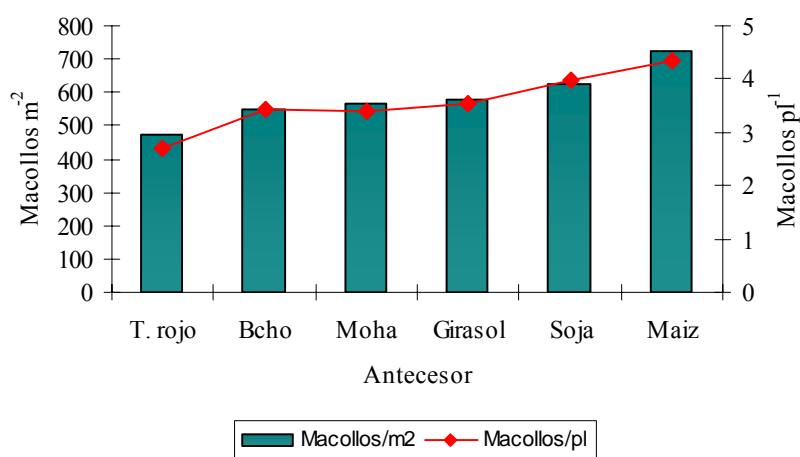


Figura 8. Número de macollos por planta y por metro cuadrado para los diferentes antecesores.

4.4.2 Biomasa acumulada a Z 3.0

Por medio del análisis de varianza, se encuentra efecto significativo para el factor antecesor ($P \leq 0,001$), para el factor nitrógeno ($P \leq 0,05$) y para la interacción entre ambos ($P \leq 0,098$), pero como se puede ver, la biomasa acumulada al momento de encañado del cultivo, está más asociado con el factor antecesor.

Cuadro 4. Biomasa (Kg MS ha⁻¹) acumulada en Z 3.0 para los diferentes tratamientos.

Dosis N	Bcho	Girasol	Maíz	Moha	T.rojo	Soja	
0	947 b	1029 b	1180 c	985 ab	993 a	1066 a	1033 b
20	1032 ab	1102 ab	1407 a	951 b	991 a	1113 a	1093 a
40	1053 a	1040 b	1315 ab	918 b	1041 a	1149 a	1086 a
60	1023 ab	1191 a	1296 b	1078 a	957 a	1088 a	1106 a
	1014 c	1091 b	1300 a	984 c	996 c	1104 b	

Valores seguidos de igual letra no difieren entre si ($P \leq 0,10$)

(Los valores de los antecesores se leen por columnas, mientras que la dosis de N en filas)

La mayor producción de materia seca (MS) sobre antecesor maíz estaría explicado como se citó anteriormente, por un mayor número de macollos planta⁻¹ y mayor número de macollos m⁻². Esto lleva a que tenga mayor área foliar que aumenta la cantidad de radiación interceptada y por lo tanto tener mayor tasa de crecimiento.

Ésta mayor producción de MS podría ser explicada también por una mayor recuperación de N del cultivo cobertura antecesor; trébol alejandrino.

Lo contrario ocurre con los restantes tratamientos los cuales presentaron menor producción de MS dado por una menor tasa de macollaje y un menor número de macollos m⁻².

Como se observa en el cuadro 4 hay un efecto agregado de N, pero no hay un efecto a las diferentes dosis.

La falta de nitrógeno en el testigo, determino reducciones en el macollaje, por lo tanto, el cultivo no generó suficiente área foliar para captar la radiación, lo que provocó una menor tasa de crecimiento determinando pérdidas importantes del potencial.

Los incrementos en MS por unidad de nitrógeno agregado, son mayores, para las primeras 20 unidades, siendo incrementos de 3 Kg, para las segundas 20 unidades, los incrementos representaron 1 Kg MS/Kg de nitrógeno, los mismos incrementos se dieron para las restantes 20 unidades.

Como se citó anteriormente, hay una tendencia de menor producción de biomasa en los tratamientos con dosis 0 de nitrógeno. Así como también se da un comportamiento diferencial entre los distintos antecesores y las dosis 20, 40 y 60.

Si se compara la respuesta por Kg de nitrógeno agregado en los diferentes antecesores, se observa una mayor respuesta en las primeras 20 unidades para los

antecesores barbecho, girasol y soja, representando 4,3, 3,7 y 2,4 Kg MS/unidad de nitrógeno respectivamente y con respecto al testigo.

Independientemente de la dosis de N, el cultivo de trigo sobre el antecesor maíz frente a los demás tratamientos, tiene mayor producción de MS expresado en Kg ha⁻¹, dándose una mayor respuesta con dosis 20 UN, correspondiendo a aumentos de 11,5 Kg MS/Kg de nitrógeno agregado. Esto se explicaría por el suministro de N por parte del cultivo cobertura antecesor, que pudo haber generado incrementos del N mineral del suelo, el cual estaría siendo liberado.

4.4.3 **Biomasa acumulada a Z 6.0**

Para ésta variable se encontraron diferencias significativas en cuanto al factor N ($P \leq 0,0008$) así como en la interacción antecesor por N ($P \leq 0,09$).

En el Cuadro 5, se puede observar la misma tendencia que en la producción de MS en encañado, mostrando una clara diferencia a favor del agregado de N con respecto al no agregado.

Cuadro 5. Biomasa acumulada (Kg MS ha⁻¹) en Z 6.0

Dosis N	Bcho	Girasol	Maíz	Moha	T.rojo	Soja	
0	1762 b	3072 a	2618 b	1871 b	1548 b	2533 a	2234 b
20	2978 a	2590 a	2838 b	2182 ab	3313 a	3743 a	2941 a
40	3382 a	2076 a	4235 a	3351 a	2894 a	3530 a	3245 a
60	2631 ab	2783 a	4764 a	2900 a	3102 a	3479 a	3277 a
	2688 a	2630 a	3614 a	2576 a	2714 a	3321 a	

Valores seguidos de igual letra no difieren entre si ($P \leq 0,10$)
(Los valores de los antecesores se leen por columnas, mientras que la dosis de N en filas)

Lo contrario ocurre entre las distintas dosis de N, ya que no hay respuesta significativa en Kg de MS al aumentar la dosis.

El incremento en Kg de MS al agregar las primeras 20 UN es un 32 % (representando 706 Kg MS). Cuando se aplican 40 y 60 UN el aumento es de 45 y 47 % (1011 y 1043 Kg MS ha⁻¹ respectivamente).

Si se comparan aumentos en MS por unidad de nitrógeno agregado, con respecto al testigo, la mayor respuesta se obtiene con las primeras 20 unidades, donde los aumentos son de 35 Kg, con las segundas 20 unidades, los aumentos son de 25 Kg y con las últimas 20 unidades el aumento es de 17 Kg MS ha⁻¹/Kg de nitrógeno.

En cuanto a la interacción antecesor por nitrógeno hay efecto significativo en todos los tratamientos, excepto aquellos en los que se tiene como antecesor girasol y soja.

Las diferencias más notorias se dan entre el agregado de N y el testigo, y se manifiesta de forma clara en el antecesor maíz, donde al aumentar el agregado de N, se dan respuestas positivas en la producción de MS.

Cuando se tienen como antecesores al barbecho y al trébol rojo, las mayores respuestas se dan con las primeras 20 unidades de N, representando aumentos de 61 y 88 kg de MS respectivamente. Si los antecesores son moha o maíz, las mayores respuestas se dan con 40 unidades de N, representando incrementos de 37 y 35 kg MS/unidad agregada.

Se podría decir que hay una tendencia a aumentar la producción de MS al levantarse las restricciones nutricionales, pero esta no sigue un patrón similar para todos los tratamientos.

Para la variable tasa de crecimiento se encontraron diferencias significativas en el factor N ($P \leq 0,0023$) y en la interacción antecesor por N ($P \leq 0,0902$).

Según información reportada, si hay una alta tasa de crecimiento del cultivo durante el encañado ($180 \text{ kg MS ha}^{-1}\text{día}$), se podrá concretar un alto número de granos m^{-2} (Hoffman, 1992).

En este experimento la tasa de crecimiento para igual período (Cuadro 6) es $62 \text{ Kg MS ha}^{-1}\text{ día}$ promedio para todos los tratamientos, lo cual nos da la pauta de una baja respuesta al aumento de la dosis de N dado por una menor demanda del cultivo. En promedio, hay mayor respuesta al agregado de N en la dosis 20 UN (aumenta 1 kg MS/unidad de N agregada), no existiendo diferencias significativas entre dosis 20, 40 y 60 UN, siendo éstas diferentes al testigo. En las dosis 40 y 60 los aumentos en tasa de crecimiento son $0,78$ y $0,63 \text{ kg MS/ unidad de N agregada}$ respectivamente.

Cuadro 6. Tasas de Crecimiento ($\text{Kg MS ha}^{-1}\text{ día}$) para los diferentes tratamientos, de Z 3.0 a Z 6.0.

Dosis N	Bcho	Girasol	Maíz	Moha	T.rojo	Soja	Prom. Dosis N
0	28 b	69 a	48 b	30 b	19 b	49 b	40,5 b
20	66 ab	50 a	48 b	43 ab	76 a	87 a	61,7 a
40	79 a	35 a	98 a	81 a	61 a	78 ab	72 a
60	55 ab	54 a	116 a	61 ab	70 a	79 ab	72,5 a
Prom. Antecesor	57 a	52 a	77,5 a	53,7 a	56,5a	73,2 a	62

Valores seguidos de igual letra no difieren entre si ($P \leq 0,10$)
(Los valores de los antecesores se leen por columnas, mientras que la dosis de N en filas)

Como se aprecia en el cuadro 6, la tasa de crecimiento del trigo sobre los diferentes antecesores fue muy baja. El antecesor que tuvo mayor respuesta al agregado de N fue maíz, con 40 UN, luego moha y barbecho. Sobre el antecesor trébol rojo y soja hubo respuesta a 20 UN, y en el trigo sobre girasol no se encontraron diferencias significativas en cuanto a la dosis de N.

4.5 EFECTO NITROGENO E INTERACCION ANTECESOR-NITROGENO EN EL CULTIVO DE TRIGO

4.5.1 Rendimiento en grano y sus componentes

4.5.1.1 Número de espigas por metro cuadrado

Para el componente número de espigas m^{-2} , no hubo diferencias significativas entre los tratamientos. Es importante destacar el bajo número de espigas m^{-2} obtenidas, con una media para todos los tratamientos de 238 espigas m^{-2} como lo muestra la figura 11, esto podría deberse, como ya se citó anteriormente a un bajo número de macollos por planta y como se verá a continuación, a una reducida fertilidad de los mismos.

Hoffman et al. (2006) citan que el promedio de espigas m^{-2} para el promedio de cultivares de trigo de la zona norte es de 440. El mismo autor encuentra que para la variedad en estudio con una población de 127 plantas m^{-2} , el número de espigas es de 405.

También este bajo número de espigas, puede deberse, a la falta de sincronismo entre el tallo principal y los macollos, generando una gran competencia entre ellos, reduciendo la fertilidad o provocando la muerte de los mismos.

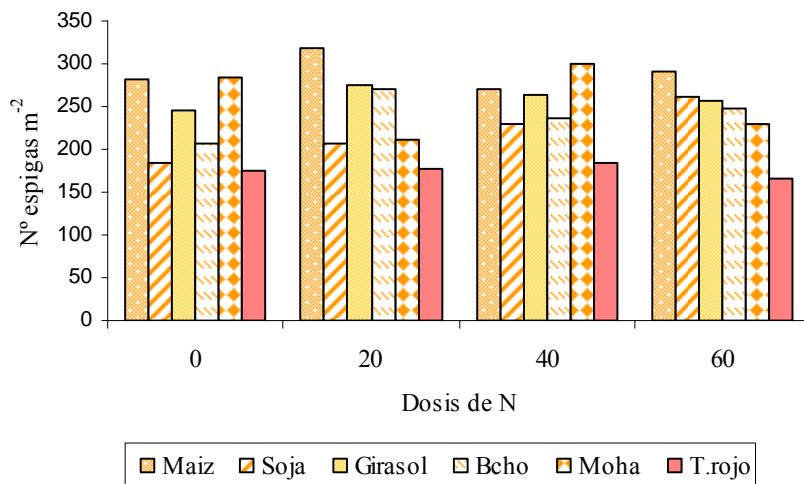


Figura 9. Número de espigas de trigo por metro cuadrado para los diferentes tratamientos

En la figura anterior, se puede ver una tendencia favorable en un mayor número de espigas m⁻², en aquellos tratamientos en donde el antecesor fue maíz, llevando a pensar que aquí existe un efecto residual y beneficioso generado por el cultivo de cobertura.

Como lo citara Mundstock (1997) las plantas débiles presentan pocas espiguillas, esto se ve reflejado con dosis cero de N.

En conclusión se podría decir que este bajo número de espigas planta⁻¹, estaría afectando negativamente el rendimiento potencial.

4.5.1.2 Fertilidad de los macollos

Para esta variable, tampoco se encontraron diferencias estadísticamente significativas.

El nivel de fertilidad medio para todos los tratamientos fue de un 42 %. Si comparamos éste valor con los valores medios nacionales para igual año en los cultivares de trigo de la zona norte, es un 13% menor, ya que la media de fertilidad de los macollos fue de 55 %, datos reportados por Hoffman et al. (2006).

Como se ha citado anteriormente, el cultivar es de tipo desincronizado, por lo tanto la falta de sincronización entre el tallo principal y los macollos hace difícil la sobrevivencia de los mismos no logrando concretar una proporción elevada de macollos en espigas.

4.5.1.3 Número de granos por metro cuadrado

A través del ANAVA se presentaron diferencias estadísticas para este componente del rendimiento ($P \leq 0,0001$).

Garcia Lamothe (2004), cita que todos los componentes del rendimiento, pueden beneficiarse en mayor o menor grado del agregado de N y que el N puede incrementar el número de espiguillas por espigas y el número de granos por espiguilla.

En la figura 10 se observa que hay una respuesta en el número de granos al agregar altas dosis de nitrógeno (60 unidades), pero no así con dosis medias y bajas, pero si se analiza la respuesta por unidad de nitrógeno agregada, la mayor respuesta se da con las primeras 20 unidades, con un aumento de 30 granos m^{-2}/Kg de N.

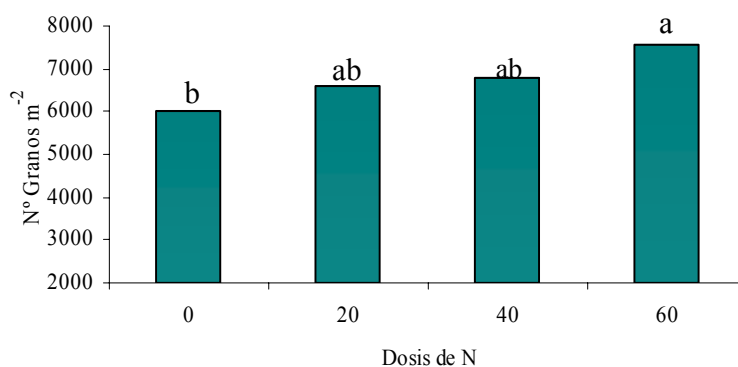


Figura 10. Número de granos por metro cuadrado para las diferentes dosis de nitrógeno.

Hoffman et al. (2006) para el promedio de cultivares de trigo de la zona norte (2006), el número de granos m^{-2} fué 14357, comparando éstos valores con los obtenidos (6745 granos m^{-2}), se obtuvo un 53 % menos.

Según la bibliografía (Miralles, s.f.) el número de granos m^{-2} se define durante todo el cultivo, y principalmente durante la etapa reproductiva, el período crítico comprende, 20 días pre-floración y 10 días post-floración. Así las condiciones

ambientales que se presentan en este período inciden de manera importante en el número final de granos.

Como ya fuese citado, la floración del cultivo se dió los primeros días de octubre, 20 días pre-floración, fué un período donde se registraron deficiencias hídricas, reduciendo la cantidad de biomasa acumulada, lo que determinó un menor peso de espigas y un menor número de granos.

Abbate et al. (1997) citaron que para la supervivencia floral, es importante la cantidad de nitrógeno disponible para el cultivo y, particularmente el contenido de nitrógeno acumulado en las espigas al momento de floración. Se ha demostrado que una menor concentración de N en espigas producirá una mayor mortandad de primordios florales, reduciendo el número de flores fértiles y por lo tanto, un menor número de granos por espiga.

Lo citado anteriormente puede ser una posible causa de que en el testigo sin nitrógeno, el número de granos por m^2 presentara los menores valores.

Del producto del número de espigas m^{-2} y granos/espiga surge el número de granos por unidad de área y, como se verá más adelante, el número de granos por espiga no es una limitante, pero, como ya se vió el número de espigas por metro cuadrado sí es una limitante para obtener un adecuado número de granos m^{-2} .

4.5.1.4 Peso de granos

Como se observa en la figura 11 hay efecto significativo del factor Nitrógeno ($P \leq 0,024$) en cuanto al peso de granos. Encontrándose mayores valores con 40 UN, no habiendo diferencias entre el testigo y la dosis 20 UN.

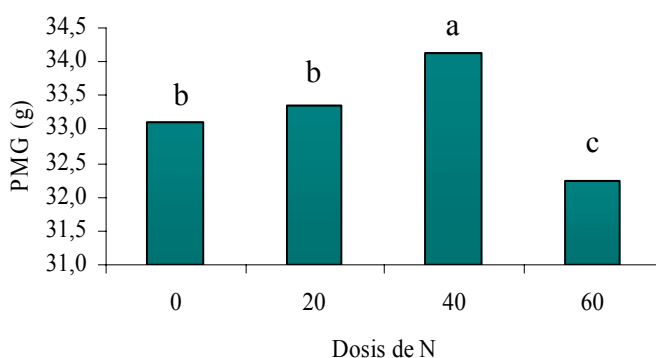


Figura 11. Peso de mil granos expresado en gramos según dosis de N

En los tratamientos que se agregó 60 UN es donde se da el menor peso de granos, lo que podría estar explicado por el mayor número de granos m^{-2} que poseen los tratamientos con dicha dosis.

Si comparamos el valor promedio de PMG (g) obtenido en este experimento, con los reportados por Hoffman et al. (2006), para ese mismo año, es menor (PMG= 33,2 y 36,4 respectivamente). Las diferencias radican en un mayor número de granos por espiga con mayor peso.

Hay que tener en cuenta que dicho valor de referencia fué tomado solamente de un año de evaluación, lo cual puede no ser un valor muy representativo.

Otro factor que puede estar incidiendo en el peso de granos son las temperaturas elevadas al comienzo de la etapa de llenado, que pueden haber provocado acortamiento del período, y con una alta tasa de llenado. Lo que llevó a una tasa máxima de crecimiento temprana, con una menor duración de la fase de división y expansión celular, llevando a una reducción del tamaño potencial del grano limitando la capacidad de fosa.

Además del factor ambiental temperatura, el déficit hídrico que se dió en los meses de encañado y llenado contribuyó en el menor peso de granos. En las etapas más críticas como floración las precipitaciones estuvieron por encima del promedio histórico, aunque en la etapa de llenado de granos se dieron precipitaciones pero no cubrieron la demanda del cultivo.

4.5.1.5 Índice de cosecha

En cuanto al índice de cosecha (IC) se encontró efecto significativo del factor antecesor ($P \leq 0,0458$). Como se observa en la figura 12, hay un mayor índice de cosecha en los tratamientos que tuvieron como antecesor a la soja. No se dan diferencias significativas entre antecesor soja, barbecho y moha; pero si se encuentran diferencias entre soja con trébol rojo, girasol y maíz.

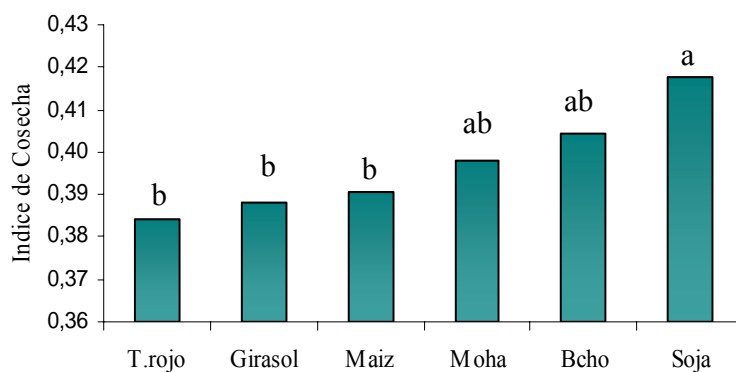


Figura 12. Índice de cosecha del trigo sobre los diferentes rastrojos.

Éstas diferencias en índice de cosecha no se vieron reflejadas en el rendimiento (kg ha^{-1}) como se verá a continuación, ya que existió un fenómeno compensatorio entre el número de granos por m^{-2} y el peso de los mismos.

Si comparamos los antecesores maíz y soja, el primero presentó menor número de granos por m^{-2} (6940 vs 7340 promedio para todas las dosis) pero con mayor peso de mil granos (35 vs 32 g promedio para las diferentes dosis) obteniéndose así similares rendimientos.

Lo mismo ocurrió sobre la cobertura de trébol rojo, donde a pesar de haber tenido bajo IC por la menor producción de biomasa total, no existieron diferencias significativas en cuanto al rendimiento, ya que también existió un fenómeno compensatorio, produciéndose bajo número de granos m^{-2} (5300 promedio para todas las dosis) pero un PMG por encima del promedio (34 g promedio para todas las dosis).

4.5.1.6 Rendimiento

El rendimiento en grano, mostró diferencias significativas para el factor nitrógeno ($P \leq 0,0004$) con una probabilidad de error del 10 %, aunque al 10,06 % de probabilidad de error, existiría también un efecto antecesor.

El rendimiento promedio (corregido por el % de humedad) para todos los tratamientos fué de 2228 Kg ha^{-1} , Hoffman et al. (2006), reportan que para la variedad en estudio, y con una población promedio de 115 pl m^{-2} , los rendimientos obtenidos fueron un 55 % superiores (4932 Kg ha^{-1}).

Como lo muestra la figura 13, altas dosis de nitrógeno tienen un efecto en el rendimiento, mostrando respuesta hasta el agregado de 40 unidades. En promedio, el

incremento en grano por unidad de N agregado fue de 8,9 Kg Pero la mayor respuesta por unidad de nitrógeno agregada se da con las primeras 20 unidades, representando aumentos de 11 Kg de grano/Kg de nitrógeno en comparación con el testigo.

García Lamothe (1997) reporta que el incremento en grano obtenido por unidad de N agregado fué en promedio 12,6 Kg de trigo por kilogramo de N aplicado.

Como ya se citó, cuando existen deficiencias nutricionales, el cultivo no genera suficiente área foliar, lo que trae como consecuencia una menor tasa de crecimiento y peso seco de las espigas y un menor número de granos m^{-2} , por lo tanto se vé reducido el potencial de producción.

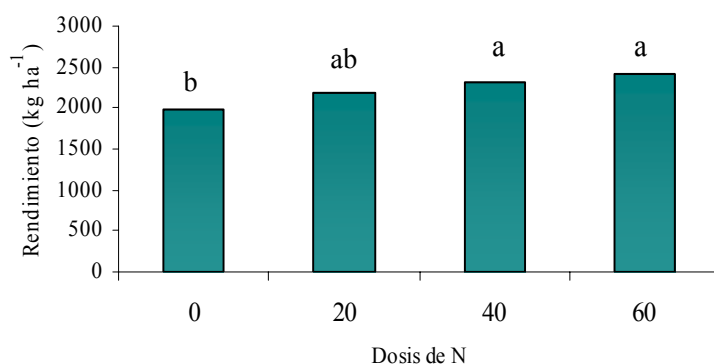


Figura 13. Rendimiento en Kg ha⁻¹ según la dosis de nitrógeno.

El rendimiento en grano se expresa por el producto de dos componentes: el número de granos m^{-2} y el peso de granos.

Puede decirse, como se observa en la figura 14, y en concordancia con la bibliografía (García Lamothe, 1997) que el parámetro que mejor se correlaciona con el rendimiento en grano es la cantidad de granos producidos por unidad de área ($r=0,97$, $P \leq 0,01$).

Los resultados del experimento también muestran correlaciones altas, aunque un poco inferiores entre el rendimiento y el número de granos m^{-2} ($r=0,84$), sin embargo, el rendimiento no se correlacionó con el peso de los granos (PMG) ($r=0,06$) (Figura 15). Éste resultado es similar al encontrado por Abbate et al. (1997), donde citan que el peso de mil granos no se correlacionó con el rendimiento ($r=-0,13$). La información

experimental reportada por García Lamothe (2004) también concuerda con lo dicho anteriormente, que el PMG es frecuente que se correlacione negativamente con el rendimiento, ya que el N aumentaría el número de granos m^{-2} , y por lo tanto se incrementa la competencia entre granos por productos de la fotosíntesis durante el llenado de los mismos.

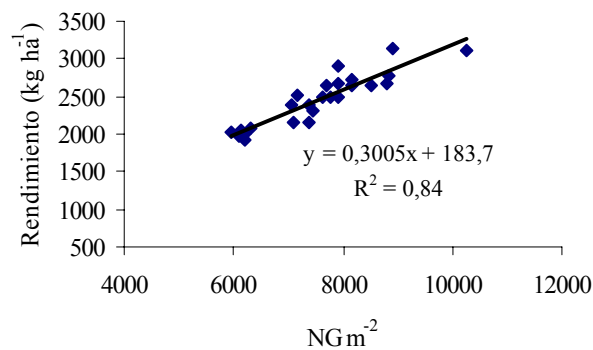


Figura 14. Relación entre el rendimiento en grano expresado en kilogramos ha^{-1} y el número de granos por unidad de superficie.

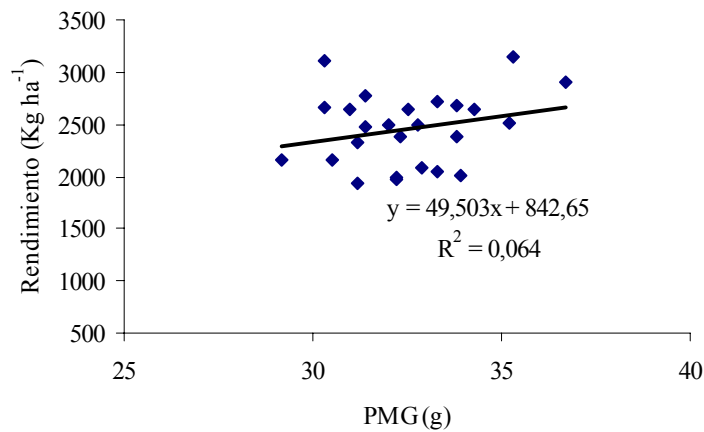


Figura 15. Relación entre el rendimiento, expresado en $Kg ha^{-1}$ y peso de mil granos expresado en gramos.

Se podría concluir que los bajos rendimientos obtenidos, se deben a que se fijó un bajo número de granos m^{-2} , debido a un bajo número de espigas m^{-2} , ésto fué

consecuencia de un bajo número de macollos m^{-2} y un bajo porcentaje de fertilidad de los mismos.

Como se señaló anteriormente, al 10,06 % de probabilidad de error existiría un efecto antecesor sobre el rendimiento, distinguiéndose como lo muestra la figura 16, que el cultivo de trigo sobre los antecesores soja, maíz y barbecho presenta mayores rendimientos. En cambio sobre la cobertura trébol rojo los rendimientos son menores, resultados equivalentes fueron reportados por Alayon y López (1990), donde los menores rendimientos fueron obtenidos sobre trébol rojo, debido a una baja implantación (causada por efectos alelopáticos), lo cual determinó menor número de plantas, de macollos y de espigas m^{-2} .

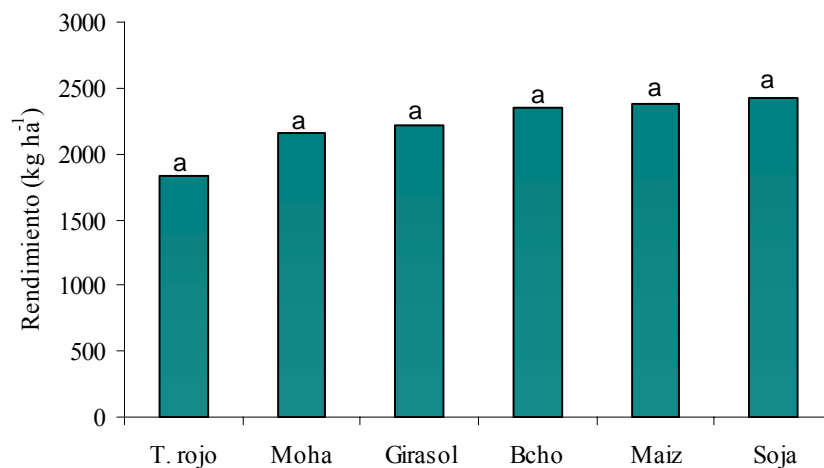


Figura 16. Rendimiento en Kg ha⁻¹ según los diferentes antecesores.

Los mayores rendimientos dados con los antecesores soja y maíz, son debidos a un mayor número de macollos planta⁻¹, macollos m^{-2} , además, la soja así como el barbecho presentaron los mayores índices de cosecha.

Se podría atribuir que el mayor rendimiento del cultivo sobre el antecesor maíz, se explica por una mayor oferta de nitrógeno por parte del suelo, producto de la residualidad del cultivo cobertura trébol alejandrino, y al mayor período de barbecho el cual le suministró más tiempo para la descomposición del rastrojo.

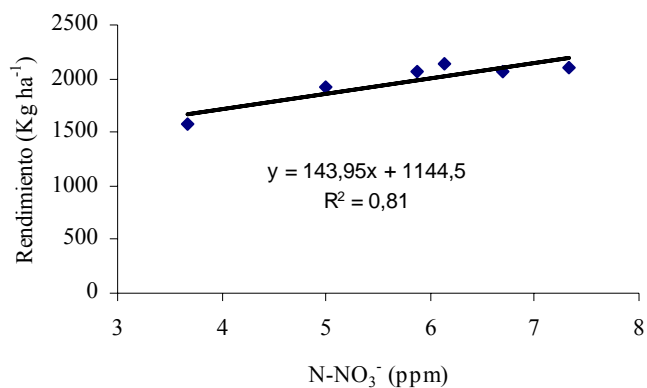


Figura 17. Relación entre el contenido de N-NO_3^- a la siembra expresado en ppm y el rendimiento kg ha^{-1} con dosis 0 de nitrógeno.

Cuadro 7. Contenido de N-NO_3^- (ppm) a la siembra y rendimiento (kg ha^{-1}) de los testigos en los diferentes antecesores.

	N-NO_3^- a siembra (ppm)	Rend. (Kg ha^{-1}) de los testigos
Girasol	7.3 ns	2093
Bcho.	5.0 ns	1912
Moha	5.9 ns	2067
Maíz	6.7 ns	2070
Soja	6.1 ns	2140
T.rojo	3.7 ns	1581

En la Figura 17 se puede apreciar que el contenido de NO_3^- a siembra presenta alta correlación con el rendimiento Kg ha^{-1} de los testigos en todos los tratamientos.

Si bien, no existieron diferencias significativas en el contenido de N-NO_3^- a siembra, la tendencia que se observa, es que la lectura de NO_3^- en dicho momento es una predicción del rendimiento que concreta el cultivo sin la aplicación de fertilizante.

Se concluye que los antecesores que presentaron mayor contenido de NO_3^- a siembra tuvieron la capacidad de aportarlo durante el ciclo del cultivo.

La Figura 18 muestra una alta correlación entre la biomasa total producida y rendimiento (kg ha^{-1}). Aunque como se dijo anteriormente no hay diferencias significativas entre los diferentes antecesores en cuanto al rendimiento, se observa que los tratamientos que tuvieron menor producción de biomasa total concretaron menor rendimiento que los que produjeron más MS.

Cabe destacar que la producción de biomasa total promedio para todos los tratamientos, obtenida en el experimento, fué de 5623 kg MS ha⁻¹. Datos nacionales reportan que la producción de biomasa potencial es de 12000 kg MS ha⁻¹ (Hoffman et al., 1993). Por lo tanto la producción de MS obtenida fué muy baja pero los rendimientos son razonables a la misma.

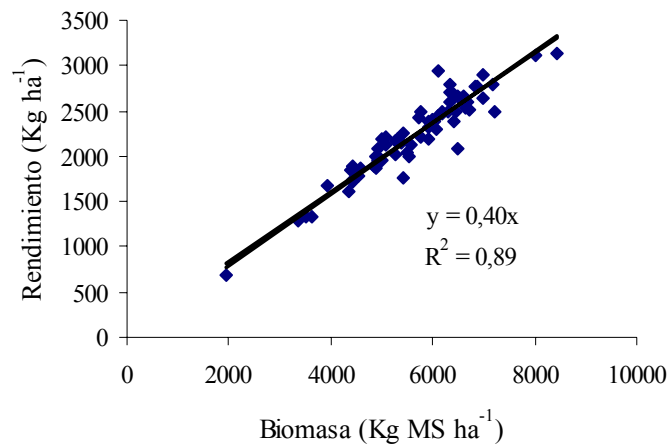


Figura 18. Rendimiento en kg ha⁻¹ según la cantidad de biomasa total (kg MS ha⁻¹) producida a cosecha.

5. CONCLUSIONES

Los bajos rendimientos obtenidos se explican por la baja producción de biomasa a Z 3.0 así como a Z 6.0, resultado de una baja tasa de crecimiento del cultivo provocada por las escasas precipitaciones. También incidió sobre el bajo número de macollos por m^2 , la baja fertilidad de los mismos lo que condicionó un bajo número de espigas por m^2 .

Existieron diferencias significativas en el contenido de $N-NO_3^-$ previo a la siembra para los diferentes antecesores, presentando el maíz los mayores valores. Esto se explica por un mayor período de barbecho y un efecto residual del cultivo cobertura trébol alejandrino existente en el invierno del 2005.

Los menores valores registrados sistemáticamente, para el cultivo de cobertura trébol rojo se deben a un menor período de barbecho y a un elevado enmalezamiento.

No existió interacción significativa entre el efecto antecesor y el efecto nitrógeno en los componentes del rendimiento.

El efecto antecesor fué temprano en el ciclo del cultivo existiendo diferencias significativas en el número de macollos por planta y por m^2 , no encontrándose diferencias en el resto de los componentes. A pesar de lo mencionado anteriormente, la tendencia que se dió es que el rendimiento obtenido sobre la cobertura de trébol rojo fué menor al alcanzado en el resto de los antecesores, los mayores rendimientos se dieron sobre los antecesores soja, maíz y barbecho.

En cuanto al efecto nitrógeno fué más relevante en los siguientes componentes del rendimiento, existiendo diferencias estadísticas en el número de granos por m^2 , peso de mil granos (g) y rendimiento ($kg\ ha^{-1}$). Se dió una respuesta hasta dosis 60 UN en el número de granos por m^2 , y para PMG así como rendimiento las respuestas fueron hasta dosis 40 UN.

Se presentó una correlación lineal, positiva y alta entre la biomasa total producida a cosecha y el rendimiento ($kg\ ha^{-1}$), dentro de niveles relativamente bajos de producción.

Entre el rendimiento y número de granos por m^2 hubo una correlación positiva, siendo lógica, ya que éste es el principal componente del rendimiento.

Como el efecto año es importante, sería necesario conocer los resultados en más años de evaluación. También, sería de utilidad los datos de concentración de N en los

rastrajos, en la MS a Z 3.0 y Z 6.0, cosecha, y en el grano de trigo, para estimar la capacidad de aporte de N desde el suelo y la eficiencia de uso del N.

6. RESUMEN

Este experimento se ubica sobre un Brunosol éutrico típico de la Facultad de Agronomía, estación experimental Mario A. Cassinoni (EEMAC), en el departamento de Paysandú. Se evaluó la respuesta del trigo en rotación con diferentes cultivos estivales (girasol, soja, maíz), barbecho y dos cultivos de cobertura (moha y trébol rojo). Sobre estos tratamientos, se cuantifica la respuesta en trigo a cuatro niveles de nitrógeno (N) (0, 20, 40 y 60 Kg ha⁻¹) aplicado como urea en Z 2.0. Queda así establecido un diseño de parcelas divididas dispuestas en bloques al azar con tres repeticiones, correspondiendo la parcela mayor al antecesor, y la parcela menor al factor dosis de nitrógeno. Se midió previo a la siembra del cultivo, la evolución de N-N₃⁻ (ppm) en el suelo hasta Z 2.0. Durante el ciclo del cultivo se determinó implantación (número de plantas /m²), % de incidencia de mancha amarilla, malezas /m², número de macollos /m², biomasa (Kg MS ha⁻¹) a Z 3.0 y Z 6.0, número de espigas /m². Al finalizar el ensayo, se determinó el peso hectolítrico, número de granos por espiga, número de espiguillas por espigas, peso de mil granos y producción total de biomasa. La información obtenida fue procesada por análisis de varianza con el método SAS, realizándose diferenciación de medias por MDS. Los antecesores mostraron la misma evolución en el contenido de N-N₃⁻, pero con valores diferentes, siendo el antecesor maíz, el que presentó mayores registros. Esto a causa de un mayor período de barbecho y a un efecto residual del cultivo cobertura (trébol alejandrino) existente en el invierno anterior. No se encontró efecto antecesor significativo en cuanto al rendimiento, pero sí efecto al agregado de 40 UN. Las escasas precipitaciones durante la etapa vegetativa causaron baja producción de biomasa, originadas por las limitadas tasas de crecimiento. Sumado a lo anterior, un bajo % de fertilidad de los macollos provocó un reducido número de espigas /m² obteniéndose bajo número de granos /m², por lo que se concretaron bajos rendimientos.

Palabras clave: Antecesor; Cultivos de cobertura; Nitrógeno; Trigo; Rendimiento en grano.

7. SUMMARY

This experiment was located over a Brunosol éutrico típico of the University agronomy, experimental station Mario A. Cassinoni in the department of Paysandú, in order to evaluate the response of the wheat in rotation with summery crops (sunflower, soybean, corn), fallowed and two cover crops (moha and red clover). Over this treatments the response of four levels of nitrogen (N) supplied as urea in Z 2.0 (0, 20, 40 and 60 Kg ha⁻¹) was quantified. The experiment was arranged in plots divided in blocks randomly assigned with three repetitions, the larger plot was assigned to the predecessor crop and the smaller plot to the dose of nitrogen factor. The evolution of N-NO₃⁻ (ppm) was measured in soil since before the sowing until Z 2.0. Implantation (number of plant/m²), % spot yellow incidence, weeds m⁻², number of stem m⁻², dry matter production (Kg DM ha⁻¹) at Z 3.0 and Z 6.0, number of ear m⁻², during cycle crop were measured. At the end of the trial hectolítrico weight, number of grain by ear, number of spikelet by ear, weight of thousand grain, and total production biomass were determined. The results were processed by variance analysis with method SAS, and the means differences by MDS. The preceding crops showed the same evolution N-NO₃ contents but with different values, being the corn preceding what presented higher registers. This, because of a longer fallow period and a residual effect from cover crops (*Trifolium alexandrinum*) installed the previous winter. The preceding had no significative effect over yield, but the yield had response until supplyment of 40 unitys of nitrogen. The barely rainfall during vegetative stage caused low biomass production, due to the low growth rates. What is more, a low % of bunches fertility caused a low number of ears and grains m⁻² concreting lower yields.

Key words: Preceding; Cover Crops; Nitrogen; Wheat; Yield grain.

8. BIBLIOGRAFIA

1. ABBATE, P.; LÁZARO, L; ANDRADE, F. 1997. ¿Es posible incrementar el número de granos por unidad de superficie? In: Taller-Seminario Explorando Altos Rendimientos en Trigo (1997, Colonia, Uruguay). Trabajos presentados. Montevideo, CIMMYT/INIA. pp. 71-90.
2. ALAYON MENDEZ, A.; LOPEZ POSTIGLIONE, S. 1990. Abonos verdes, barbecho cubierto y sistemas de laboreo para trigo 2do año. Tesis de Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 146 p.
3. BOSWELL, F.; ANDERSON, F. 1970. Nitrogen movement comparisons in cropped versus fallowed soils. *Agronomy Journal*. 62 (4): 499-503.
4. CROZIER, C. R.; KING, L. D.; HOYT, G. D. 1994. Tracing nitrogen movement in corn production systems in the North Carolina piedmont; analysis of nitrogen pool size. *Agronomy Journal*. 86: 642-649.
5. _____; KING, L. D.; VOLK, R. J. 1998. Tracing nitrogen movement in corn production systems in the North Carolina piedmont; a nitrogen -15 study. *Agronomy Journal*. 90 (2): 171-177.
6. DIAZ ROSELLÓ, R. 1992. Evolución de la materia orgánica en rotación de cultivos con pasturas. *Revista INIA de Investigaciones Agronómicas*. 1: 103-110.
7. ERNST, O.; HOFFMAN, E. 1996. Cultivos de invierno en el Noroeste uruguayo; su historia y sus posibilidades. *Cangüé*. no.8: 4-6
8. _____; BENTANCOUR, O.; BORGES, R. 2002. Descomposición de rastrojos de cultivos en siembra sin laboreo: trigo, maíz, soja y trigo después de maíz o de soja. *Agrociencia*. 6(1): 20-26.
9. GARCIA LAMOTHE, A. 1997. Fertilización con nitrógeno y potencial de rendimiento en trigo. In: Taller-Seminario Explorando Altos Rendimientos en Trigo. (1997, Colonia, Uruguay). Trabajos presentados. Montevideo, CIMMYT/INIA. pp. 209-248.
10. _____. 2004. Manejo de la fertilidad con nitrógeno en trigo y su interacción con otras practicas agronómicas. Montevideo, INIA. pp. 17-28 (Serie Técnica no. 144).

11. _____. 2006. Efecto de la nutrición mineral sobre el rendimiento y la calidad del grano de trigo. In: Jornadas de Cultivos de Invierno Trigo; Calidad vs. Rendimiento (s.n., 2006, Mercedes, Uruguay). Memorias. Montevideo, INIA. pp. 8-21 (Actividades de Difusión no. 444).
12. HARRIS, G. H.; HESTERMAN, O. B. 1990. Quantifying the nitrogen contribution from alfalfa to soil and two succeeding crops using nitrogen-15. *Agronomy Journal*. 82 (1): 129-134.
13. _____.; _____.; PAUL, E. A.; PETERS, S. E.; JANKE, R. R. 1994. Fate of legume and fertilizer nitrogen-15 in a long-term cropping systems experiment. *Agronomy Journal*. 86 (5): 910-915.
14. HOFFMAN, E. 1992. Modificación por manejo de la curva de crecimiento, su influencia sobre rendimiento, componentes y calidad industrial de cebada cervecera. In: Reunión Nacional de Investigadores de Cebada. (3ª, 1992, Minas). Mesa nacional de entidades de cebada cervecera. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. pp.124-133.
15. _____.; ERNST, O.; CASTRO, A. 1993. Rendimiento de grano y sus componentes. I. Bases fisiológicas y evolución histórica a nivel mundial. In: Reunión Nacional de Investigadores de Cebada (4ª), Cuarta Jornada Nacional de Investigación en Cebada Cervecera (4ª., 1993, Paysandú, Uruguay). Memorias. Paysandú, Facultad de Agronomía. pp. 52-59.
16. _____.; _____. 1999. Densidad de siembra en trigo. ¿Que pasa con la siembra en banda? *Cangüé*. no. 17: 9-14.
17. _____.; MESA, P.; CADENAZZI, M. 2006. Caracterización de cultivares de trigo, In: Jornada de Cultivos de Invierno (2007, Young, Uruguay). Memorias. Montevideo, INIA. pp. 67-89 (Actividades de Difusión no. 484).
18. LAAD, J. N.; OADES, J. M.; AMATO, M. 1981. Distribution and recovery of nitrogen from legume residues decomposing in soils sown to wheat in the field. *Soil Biology and Biochemistry*. 13: 251-256.
19. _____. ; AMATO, M. 1986. The fate of nitrogen from legume and fertilizer sources in soils successively cropped with wheat under field conditions. *Soil Biology and Biochemistry*. 18: 417-425.

20. MIRALLES, D. J. s.f. Fisiología de la generación del rendimiento. (en línea). s.n.t. Consultado 5 oct. 2007. Disponible en <http://www.acopiadores.com/publico/atodotrigo/Fisiologia%20de%20la%20generacion%20del%20rendimiento.pdf>
21. MUNDSTOCK, M. 1998. Relaciones entre crecimiento y el desarrollo para la determinación del rendimiento de trigo. *In:* Taller-Seminario Explorando Altos Rendimientos en Trigo (1997, Colonia, Uruguay). Trabajos presentados. Montevideo, CIMMYT/INIA. pp. 59-70.
22. ODHIAMBO, J. J. O.; BOMKE, A. A. 2001. Grass and legume cover crop effects on dry matter and nitrogen accumulation. *Agronomy Journal*. 93 (2): 299-307.
23. REEVES, D.W.; TOUCHTON, J.T. 1991. Influence of fall tillage and cover crops on soil water and nitrogen use efficiency of corn grown on a Coastal Plain soil. *In:* International Conference on Cover Crops for Clean Weater (1991, Jackson). Proceedings. Ankeny, IA, TN Soil and Water Conservation Society. pp. 76-77.
24. SAINJU, U. M.; SINGH, B.P. 2001. Tillage, cover crop, and kill-planting date effects on corn yield and soil nitrogen. *Agronomy Journal*. 93 (4):878-886.
25. _____.; _____.; WHITEHEAD, W.F; WANG S. 2007. Accumulation and crop uptake of soil mineral nitrogen as influenced by tillage, cover crops, and nitrogen fertilization. *Agronomy Journal*. 99: 682-691.
26. SAWCHICK, J. 2001. Dinámica del nitrógeno en la rotación cultivo- pastura bajo laboreo convencional y siembra directa. *In:* Díaz Rosselló, R ed. Siembra directa en el cono sur. Montevideo, PROCISUR. pp. 323-345.
27. STEWART, S; PEREYRA, S; DÍAZ, M. 2002. Manchas foliares de trigo y cebada bajo siembra directa; conceptos y estrategias de control. Consultado 8 oct. 2007. Disponible en <http://www.inia.org.uy/publicaciones/documentos/le/pol/2002/informe-32.pdf>
28. TORRES, D.; DEL PINO, A. 1995. Dynamics of soil nitrogen in agroecosystems with addition of fertilizer and incorporation of legumes. *In:* SAREC, Conference Efficient Use of Biological Nitrogen Fixation; Accomplishments and Prospects (1995, Buenos Aires, Argentina). Proceedings. s.n.t s.p.
29. URUGUAY. MINISTERIO DE GANADERIA AGRICULTURA Y PESCA. DIRECCION DE SUELOS Y FERTILIZANTES. 1976. Carta de

reconocimiento de suelos del Uruguay a escala 1:1.000.000. Montevideo. 96 p.

30. VAUGHAN, J.D.; EVANYLO, G. K. 1998. Corn response to cover crop species, spring desiccation time, and residue management. *Agronomy Journal*. 90: 536-544.
31. WAGGER, M.G. 1989. Time of desiccation effects on plant composition and subsequent nitrogen release from several winter annual cover crops. *Agronomy Journal*. 81(2): 236-241.

9. ANEXOS

ANEXO 1

Comparación de precipitaciones y temperaturas expresadas en milímetros y grados Celsius entre la serie histórica y el período en estudio.

Precipitaciones

	Prom (71-95)	Año2006	dif (06-media hist)
F	130,5	66,3	-64,2
M	128,5	70	-58,5
A	121,2	70,7	-50,5
M	80,7	10,5	-70,2
J	60,1	164,8	104,7
J	68,0	30,4	-37,6
A	52,3	23,3	-29,0
S	84,9	36,9	-48,0
O	122,5	184,9	62,4
N	125,1	95,6	-29,5
D	103,8	191	87,2

Temperaturas

	Prom (71-95)	Año 2006	dif (06-media hist)
F	23,8	24,6	0,8
M	22,2	21,7	-0,5
A	18,4	18,8	0,4
M	15,1	12,9	-2,2
J	12,2	13,3	1,1
J	11,9	14,7	2,8
A	13,3	11,6	-1,6
S	14,9	14,3	-0,6
O	17,8	19,6	1,8
N	20,3	20,1	-0,2
D	23,4	23,8	0,4

ANEXO 2

Evolución del contenido de N-NO₃⁻ (ppm).

	108(DDA)	123(DDA)	133(DDA)	144(DDA)	152(DDA)	164(DDA)	181(DDA)	211 (DDA)
Girasol	4.2 b	4.1 bc	15.9 ns	7.6 b	22.8 b	6.1 b	6.4 ns	8 bc
Barbecho	4.2 b	5.9 b	22.9 ns	11.7 b	22.1 b	6.6 b	5.0 ns	8,6 bc
Moha	5.9 b	4.2 bc	14.1 ns	9.4 b	28.3 ab	6.4 b	5.9 ns	9,6 b
Maíz	12.7 a	14.9 a	26.4 ns	19.1 a	30.4 a	12.5 a	6.7 ns	11,6 a
Soja	-	2.4 c	12.2 ns	6.4 bc	22.8 b	4.9 bc	6.1 ns	8,3 bc
T.rojo	-	2.3 c	18.0 ns	6.2 c	13.1 c	2.9 c	3.7 ns	7,5 c

ANEXO 3

Componentes del rendimiento en los diferentes antecesores.

	Maíz	Soja	Girasol	Barbecho	Moha	T. rojo
N° de plantas/m ²	176 a	144 a	178 a	191 a	174 a	146 a
macollos /planta	4,34 a	3,9 ab	3,55 bc	3,44 c	3,37 c	2,71 d
macollos / m ²	724 a	626 b	580 bc	549 c	563 bc	470 d
% fertilidad mac.	40 a	37 a	44 a	44 a	46 a	40 a
N°de espigas/m ²	238 a	252 a	240 a	245 a	220 a	180 a
grano/ espiga	25 a	35 a	28 a	31 a	19 a	31 a
N° grano /m ²	6937 a	7368 a	6881 a	7241 a	6634 a	4887 a
peso de mil granos	34,5 a	32,4 a	32,7 a	33,2 a	32,8 a	33,4 a
Índice de cosecha	0,39 b	0,41 a	0,38 b	0,40 ab	0,39 ab	0,38 b
Rend. (kg ha)	2381 a	2429 a	2217 a	2356 a	2151 a	1828 a

ANEXO 4

Número de espigas /m² para los diferentes tratamientos

		Dosis de N		
Antecesor	0	20	40	60
Maíz	282	318	271	292
Soja	183	207	230	261
Girasol	245	274	264	256
Bcho	206	270	237	248
Moha	284	211	299	229
T.rojo	174	177	183	167

ANEXO 5

Fertilidad de los macollos expresada en % para los diferentes tratamientos.

		Nitrógeno		
Antecesor	0	20	40	60
Maíz	46,10	43,47	34,61	35,01
Soja	38,50	34,99	39,58	36,48
Girasol	38,94	46,53	38,28	51,04
Bcho	40,78	40,56	44,91	57,07
Moha	51,53	38,42	55,08	38,14
T.rojo	39,62	43,93	39,47	36,40

ANEXO 6

Efecto de los tratamientos sobre disponibilidad de N-NO₃⁻ en el suelo

Efecto	DDA (día del año)	GL	Valor F
Antecesor	108	5	57,4
Antecesor	123	10	9,28
Antecesor	133	10	1,65
Antecesor	144	10	14,79
Antecesor	152	10	2,91
Antecesor	164	10	4,71
Antecesor	181	10	1,15
Antecesor	211	10	2,53

ANEXO 7

Anava para implantación

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
cob	5	10	1.24	0.3607

Least Squares Means

Effect	cob	Estimate	Standard Error	DF	t Value	Pr > t
cob	barbecho	190.67	17.4207	10	10.94	<.0001
cob	gi rasol	177.67	17.4207	10	10.20	<.0001
cob	mai z	176.33	17.4207	10	10.12	<.0001
cob	moha	174.33	17.4207	10	10.01	<.0001
cob	roj o	146.00	17.4207	10	8.38	<.0001
cob	soj a	144.33	17.4207	10	8.29	<.0001

Anava para incidencia de enfermedades

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
cob	5	10	73.41	<.0001

Least Squares Means

Effect	cob	Estimate	Standard Error	DF	t Value	Pr > t
cob	barbecho	64.8000	2.8264	10	22.93	<.0001
cob	gi rasol	58.9000	2.8264	10	20.84	<.0001
cob	mai z	3.3333	2.8264	10	1.18	0.2655
cob	moha	57.4000	2.8264	10	20.31	<.0001
cob	roj o	37.4333	2.8264	10	13.24	<.0001
cob	soj a	66.3333	2.8264	10	23.47	<.0001

Anava para Rendimiento

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
pl	1	34	0.70	0.4072
cob	5	9	2.60	0.1006
Ni t	3	34	7.95	0.0004
cob*Ni t	15	34	0.64	0.8221

Least Squares Means

Effect	cob	Ni t	Estimate	Standard Error	DF	t Value	Pr > t
cob	barbecho		2356.31	211.74	9	11.13	<.0001
cob	gi rasol		2217.03	201.76	9	10.99	<.0001
cob	mai z		2381.12	201.41	9	11.82	<.0001
cob	moha		2151.76	201.00	9	10.71	<.0001
cob	rojo		1828.82	211.13	9	8.66	<.0001
cob	soja		2429.56	209.07	9	11.62	<.0001
Ni t		0	1977.51	171.08	34	11.56	<.0001
Ni t		20	2197.01	171.08	34	12.84	<.0001
Ni t		40	2311.37	173.75	34	13.30	<.0001
Ni t		60	2423.84	171.08	34	14.17	<.0001
cob*Ni t	barbecho	0	1865.64	252.03	34	7.40	<.0001
cob*Ni t	barbecho	20	2460.97	252.03	34	9.76	<.0001
cob*Ni t	barbecho	40	2451.66	287.43	34	8.53	<.0001
cob*Ni t	barbecho	60	2646.97	252.03	34	10.50	<.0001
cob*Ni t	gi rasol	0	2073.86	247.04	34	8.39	<.0001
cob*Ni t	gi rasol	20	2048.53	247.04	34	8.29	<.0001
cob*Ni t	gi rasol	40	2264.20	247.04	34	9.17	<.0001
cob*Ni t	gi rasol	60	2481.53	247.04	34	10.04	<.0001
cob*Ni t	mai z	0	2053.29	246.76	34	8.32	<.0001
cob*Ni t	mai z	20	2525.62	246.76	34	10.24	<.0001
cob*Ni t	mai z	40	2552.62	246.76	34	10.34	<.0001
cob*Ni t	mai z	60	2392.95	246.76	34	9.70	<.0001
cob*Ni t	moha	0	2054.42	246.42	34	8.34	<.0001
cob*Ni t	moha	20	2039.42	246.42	34	8.28	<.0001
cob*Ni t	moha	40	2173.09	246.42	34	8.82	<.0001
cob*Ni t	moha	60	2340.09	246.42	34	9.50	<.0001
cob*Ni t	rojo	0	1627.36	252.12	34	6.45	<.0001
cob*Ni t	rojo	20	1773.69	252.12	34	7.04	<.0001
cob*Ni t	rojo	40	1823.19	284.95	34	6.40	<.0001
cob*Ni t	rojo	60	2091.03	252.12	34	8.29	<.0001
cob*Ni t	soja	0	2190.47	253.05	34	8.66	<.0001
cob*Ni t	soja	20	2333.81	253.05	34	9.22	<.0001
cob*Ni t	soja	40	2603.47	253.05	34	10.29	<.0001
cob*Ni t	soja	60	2590.47	253.05	34	10.24	<.0001

Anava para número de macollos/planta

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
pl	1	36	16.92	0.0002
cob	5	9	4.26	0.0289
Ni t	3	36	1.86	0.1547
cob*Ni t	15	36	1.15	0.3529

Least Squares Means

Effect	cob	Ni t	Estimate	Standard Error	DF	t Value	Pr > t
cob	barbecho		3.4430	0.2875	9	11.98	<.0001
cob	gi rasol		3.5551	0.2727	9	13.04	<.0001
cob	mai z		4.3498	0.2719	9	16.00	<.0001
cob	moha		3.3764	0.2708	9	12.47	<.0001
cob	rojo		2.7119	0.2871	9	9.44	<.0001
cob	soja		3.9854	0.2898	9	13.75	<.0001
Ni t		0	3.2739	0.1783	36	18.36	<.0001
Ni t		20	3.5767	0.1783	36	20.05	<.0001

Ni t		40	3. 6250	0. 1783	36	20. 33	<. 0001
Ni t		60	3. 8056	0. 1783	36	21. 34	<. 0001
cob*Ni t	barbecho	0	3. 1189	0. 4482	36	6. 96	<. 0001
cob*Ni t	barbecho	20	3. 8855	0. 4482	36	8. 67	<. 0001
cob*Ni t	barbecho	40	3. 3455	0. 4482	36	7. 46	<. 0001
cob*Ni t	barbecho	60	3. 4222	0. 4482	36	7. 64	<. 0001
cob*Ni t	gi rasol	0	3. 9135	0. 4389	36	8. 92	<. 0001
cob*Ni t	gi rasol	20	3. 5301	0. 4389	36	8. 04	<. 0001
cob*Ni t	gi rasol	40	3. 6735	0. 4389	36	8. 37	<. 0001
cob*Ni t	gi rasol	60	3. 1035	0. 4389	36	7. 07	<. 0001
cob*Ni t	mai z	0	3. 4456	0. 4384	36	7. 86	<. 0001
cob*Ni t	mai z	20	4. 3823	0. 4384	36	10. 00	<. 0001
cob*Ni t	mai z	40	4. 6823	0. 4384	36	10. 68	<. 0001
cob*Ni t	mai z	60	4. 8890	0. 4384	36	11. 15	<. 0001
cob*Ni t	moha	0	3. 2289	0. 4377	36	7. 38	<. 0001
cob*Ni t	moha	20	3. 2289	0. 4377	36	7. 38	<. 0001
cob*Ni t	moha	40	3. 3622	0. 4377	36	7. 68	<. 0001
cob*Ni t	moha	60	3. 6856	0. 4377	36	8. 42	<. 0001
cob*Ni t	rojo	0	2. 6819	0. 4480	36	5. 99	<. 0001
cob*Ni t	rojo	20	2. 5719	0. 4480	36	5. 74	<. 0001
cob*Ni t	rojo	40	2. 8319	0. 4480	36	6. 32	<. 0001
cob*Ni t	rojo	60	2. 7619	0. 4480	36	6. 17	<. 0001
cob*Ni t	soja	0	3. 2546	0. 4497	36	7. 24	<. 0001
cob*Ni t	soja	20	3. 8613	0. 4497	36	8. 59	<. 0001
cob*Ni t	soja	40	3. 8546	0. 4497	36	8. 57	<. 0001
cob*Ni t	soja	60	4. 9713	0. 4497	36	11. 05	<. 0001

Anava para macollos /m²

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
pl	1	36	3. 88	0. 0565
cob	5	9	5. 95	0. 0106
Ni t	3	36	1. 69	0. 1854
cob*Ni t	15	36	1. 05	0. 4341

Least Squares Means

Effect	cob	Ni t	Estimate	Standard Error	DF	t Value	Pr > t
cob	barbecho		549. 90	36. 7831	9	14. 95	<. 0001
cob	gi rasol		580. 78	34. 8955	9	16. 64	<. 0001
cob	mai z		724. 45	34. 7859	9	20. 83	<. 0001
cob	moha		563. 70	34. 6522	9	16. 27	<. 0001
cob	rojo		470. 77	36. 7390	9	12. 81	<. 0001
cob	soja		626. 31	37. 0788	9	16. 89	<. 0001
Ni t		0	535. 89	27. 4610	36	19. 51	<. 0001
Ni t		20	592. 78	27. 4610	36	21. 59	<. 0001
Ni t		40	595. 89	27. 4610	36	21. 70	<. 0001
Ni t		60	619. 39	27. 4610	36	22. 56	<. 0001
cob*Ni t	barbecho	0	482. 40	68. 4767	36	7. 04	<. 0001
cob*Ni t	barbecho	20	632. 40	68. 4767	36	9. 24	<. 0001
cob*Ni t	barbecho	40	541. 73	68. 4767	36	7. 91	<. 0001
cob*Ni t	barbecho	60	543. 06	68. 4767	36	7. 93	<. 0001
cob*Ni t	gi rasol	0	639. 03	67. 4815	36	9. 47	<. 0001
cob*Ni t	gi rasol	20	577. 37	67. 4815	36	8. 56	<. 0001
cob*Ni t	gi rasol	40	601. 03	67. 4815	36	8. 91	<. 0001
cob*Ni t	gi rasol	60	505. 70	67. 4815	36	7. 49	<. 0001
cob*Ni t	mai z	0	562. 20	67. 4249	36	8. 34	<. 0001
cob*Ni t	mai z	20	728. 87	67. 4249	36	10. 81	<. 0001
cob*Ni t	mai z	40	782. 87	67. 4249	36	11. 61	<. 0001
cob*Ni t	mai z	60	823. 87	67. 4249	36	12. 22	<. 0001
cob*Ni t	moha	0	545. 79	67. 3560	36	8. 10	<. 0001
cob*Ni t	moha	20	542. 79	67. 3560	36	8. 06	<. 0001
cob*Ni t	moha	40	549. 79	67. 3560	36	8. 16	<. 0001
cob*Ni t	moha	60	616. 45	67. 3560	36	9. 15	<. 0001

cob*Ni t	roj o	0	466.02	68.4530	36	6.81	<.0001
cob*Ni t	roj o	20	449.35	68.4530	36	6.56	<.0001
cob*Ni t	roj o	40	491.69	68.4530	36	7.18	<.0001
cob*Ni t	roj o	60	476.02	68.4530	36	6.95	<.0001
cob*Ni t	soj a	0	519.90	68.6360	36	7.57	<.0001
cob*Ni t	soj a	20	625.90	68.6360	36	9.12	<.0001
cob*Ni t	soj a	40	608.23	68.6360	36	8.86	<.0001
cob*Ni t	soj a	60	751.23	68.6360	36	10.95	<.0001

Anava para Materia Seca en Z 3.0

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
pl	1	36	1.57	0.2187
cob	5	9	10.17	0.0017
Ni t	3	36	2.77	0.0558
cob*Ni t	15	36	1.69	0.0986

Least Squares Means

Effect	cob	Ni t	Estimate	Standard Error	DF	t Value	Pr > t
cob	barbecho		1014.05	39.9748	9	25.37	<.0001
cob	gi rasol		1091.08	37.9235	9	28.77	<.0001
cob	mai z		1299.78	37.8043	9	34.38	<.0001
cob	moha		974.50	37.6590	9	25.88	<.0001
cob	roj o		995.94	39.9270	9	24.94	<.0001
cob	soj a		1104.40	40.2962	9	27.41	<.0001
Ni t		0	1033.72	22.5667	36	45.81	<.0001
Ni t		20	1093.83	22.5667	36	48.47	<.0001
Ni t		40	1086.33	22.5667	36	48.14	<.0001
Ni t		60	1105.94	22.5667	36	49.01	<.0001
cob*Ni t	barbecho	0	947.22	57.0064	36	16.62	<.0001
cob*Ni t	barbecho	20	1032.22	57.0064	36	18.11	<.0001
cob*Ni t	barbecho	40	1053.55	57.0064	36	18.48	<.0001
cob*Ni t	barbecho	60	1023.22	57.0064	36	17.95	<.0001
cob*Ni t	gi rasol	0	1029.99	55.5871	36	18.53	<.0001
cob*Ni t	gi rasol	20	1102.66	55.5871	36	19.84	<.0001
cob*Ni t	gi rasol	40	1040.33	55.5871	36	18.72	<.0001
cob*Ni t	gi rasol	60	1191.33	55.5871	36	21.43	<.0001
cob*Ni t	mai z	0	1180.36	55.5059	36	21.27	<.0001
cob*Ni t	mai z	20	1407.36	55.5059	36	25.36	<.0001
cob*Ni t	mai z	40	1315.36	55.5059	36	23.70	<.0001
cob*Ni t	mai z	60	1296.03	55.5059	36	23.35	<.0001
cob*Ni t	moha	0	985.25	55.4071	36	17.78	<.0001
cob*Ni t	moha	20	915.58	55.4071	36	16.52	<.0001
cob*Ni t	moha	40	918.25	55.4071	36	16.57	<.0001
cob*Ni t	moha	60	1078.92	55.4071	36	19.47	<.0001
cob*Ni t	roj o	0	993.27	56.9728	36	17.43	<.0001
cob*Ni t	roj o	20	991.94	56.9728	36	17.41	<.0001
cob*Ni t	roj o	40	1041.27	56.9728	36	18.28	<.0001
cob*Ni t	roj o	60	957.27	56.9728	36	16.80	<.0001
cob*Ni t	soj a	0	1066.23	57.2322	36	18.63	<.0001
cob*Ni t	soj a	20	1113.23	57.2322	36	19.45	<.0001
cob*Ni t	soj a	40	1149.23	57.2322	36	20.08	<.0001
cob*Ni t	soj a	60	1088.90	57.2322	36	19.03	<.0001

Anava para Materia Seca en Z 6.0

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
pl	1	36	0.06	0.8080
cob	5	9	0.69	0.6421
Ni t	3	36	7.03	0.0008
cob*Ni t	15	36	1.72	0.0912

Least Squares Means

Effect	cob	Ni t	Estimate	Standard Error	DF	t Value	Pr > t
cob	barbecho		2688.68	606.34	9	4.43	0.0016
cob	gi rasol		2630.69	577.05	9	4.56	0.0014
cob	mai z		3614.09	575.35	9	6.28	0.0001
cob	moha		2576.82	573.28	9	4.49	0.0015
cob	roj o		2714.66	605.66	9	4.48	0.0015
cob	soj a		3321.81	610.94	9	5.44	0.0004
Ni t		0	2234.72	358.51	36	6.23	<.0001
Ni t		20	2941.00	358.51	36	8.20	<.0001
Ni t		40	3245.06	358.51	36	9.05	<.0001
Ni t		60	3277.06	358.51	36	9.14	<.0001
cob*Ni t	barbecho	0	1762.76	719.56	36	2.45	0.0193
cob*Ni t	barbecho	20	2978.09	719.56	36	4.14	0.0002
cob*Ni t	barbecho	40	3382.09	719.56	36	4.70	<.0001
cob*Ni t	barbecho	60	2631.76	719.56	36	3.66	0.0008
cob*Ni t	gi rasol	0	3072.53	695.06	36	4.42	<.0001
cob*Ni t	gi rasol	20	2590.53	695.06	36	3.73	0.0007
cob*Ni t	gi rasol	40	2076.19	695.06	36	2.99	0.0050
cob*Ni t	gi rasol	60	2783.53	695.06	36	4.00	0.0003
cob*Ni t	mai z	0	2618.84	693.65	36	3.78	0.0006
cob*Ni t	mai z	20	2838.18	693.65	36	4.09	0.0002
cob*Ni t	mai z	40	4235.18	693.65	36	6.11	<.0001
cob*Ni t	mai z	60	4764.18	693.65	36	6.87	<.0001
cob*Ni t	moha	0	1871.99	691.94	36	2.71	0.0104
cob*Ni t	moha	20	2182.65	691.94	36	3.15	0.0032
cob*Ni t	moha	40	3351.65	691.94	36	4.84	<.0001
cob*Ni t	moha	60	2900.99	691.94	36	4.19	0.0002
cob*Ni t	roj o	0	1548.41	718.99	36	2.15	0.0380
cob*Ni t	roj o	20	3313.08	718.99	36	4.61	<.0001
cob*Ni t	roj o	40	2894.74	718.99	36	4.03	0.0003
cob*Ni t	roj o	60	3102.41	718.99	36	4.31	0.0001
cob*Ni t	soj a	0	2533.81	723.44	36	3.50	0.0013
cob*Ni t	soj a	20	3743.47	723.44	36	5.17	<.0001
cob*Ni t	soj a	40	3530.47	723.44	36	4.88	<.0001
cob*Ni t	soj a	60	3479.47	723.44	36	4.81	<.0001

Anava para TCC entre Z 3.0 –Z 6.0

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
cob	5	10	0.44	0.8085
Ni t	3	36	5.86	0.0023
cob*Ni t	15	36	1.72	0.0902

Least Squares Means

Effect	cob	Ni t	Estimate	Standard Error	DF	t Value	Pr > t
cob	barbecho		56.9167	17.6953	10	3.22	0.0092
cob	gi rasol		51.7917	17.6953	10	2.93	0.0151
cob	mai z		77.5333	17.6953	10	4.38	0.0014
cob	moha		53.7083	17.6953	10	3.04	0.0126
cob	roj o		56.6250	17.6953	10	3.20	0.0095
cob	soj a		73.1167	17.6953	10	4.13	0.0020
Ni t		0	40.5500	10.9285	36	3.71	0.0007
Ni t		20	61.5833	10.9285	36	5.64	<.0001
Ni t		40	71.9556	10.9285	36	6.58	<.0001
Ni t		60	72.3722	10.9285	36	6.62	<.0001
cob*Ni t	barbecho	0	28.2667	21.9927	36	1.29	0.2069
cob*Ni t	barbecho	20	65.9667	21.9927	36	3.00	0.0049
cob*Ni t	barbecho	40	78.7000	21.9927	36	3.58	0.0010
cob*Ni t	barbecho	60	54.7333	21.9927	36	2.49	0.0176
cob*Ni t	gi rasol	0	68.5333	21.9927	36	3.12	0.0036
cob*Ni t	gi rasol	20	50.0667	21.9927	36	2.28	0.0289
cob*Ni t	gi rasol	40	35.0000	21.9927	36	1.59	0.1203
cob*Ni t	gi rasol	60	53.5667	21.9927	36	2.44	0.0199
cob*Ni t	mai z	0	48.3667	21.9927	36	2.20	0.0344
cob*Ni t	mai z	20	48.1000	21.9927	36	2.19	0.0353
cob*Ni t	mai z	40	97.7000	21.9927	36	4.44	<.0001
cob*Ni t	mai z	60	115.97	21.9927	36	5.27	<.0001
cob*Ni t	moha	0	29.8333	21.9927	36	1.36	0.1834
cob*Ni t	moha	20	42.5333	21.9927	36	1.93	0.0610
cob*Ni t	moha	40	81.4333	21.9927	36	3.70	0.0007
cob*Ni t	moha	60	61.0333	21.9927	36	2.78	0.0087
cob*Ni t	roj o	0	19.1333	21.9927	36	0.87	0.3901
cob*Ni t	roj o	20	76.3000	21.9927	36	3.47	0.0014
cob*Ni t	roj o	40	60.6667	21.9927	36	2.76	0.0091
cob*Ni t	roj o	60	70.4000	21.9927	36	3.20	0.0029
cob*Ni t	soj a	0	49.1667	21.9927	36	2.24	0.0317
cob*Ni t	soj a	20	86.5333	21.9927	36	3.93	0.0004
cob*Ni t	soj a	40	78.2333	21.9927	36	3.56	0.0011
cob*Ni t	soj a	60	78.5333	21.9927	36	3.57	0.0010

Anava para el % de fertilidad de las espigas

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
pl	1	36	0.48	0.4922
cob	5	9	0.59	0.7079
Ni t	3	36	0.05	0.9847
cob*Ni t	15	36	0.83	0.6404

Least Squares Means

Effect	cob	Ni t	Estimate	Standard Error	DF	t Value	Pr > t
cob	barbecho		0.4299	0.04224	9	10.18	<.0001
cob	gi rasol		0.4336	0.04048	9	10.71	<.0001
cob	mai z		0.3933	0.04038	9	9.74	<.0001
cob	moha		0.4542	0.04026	9	11.28	<.0001
cob	roj o		0.4058	0.04220	9	9.62	<.0001
cob	soj a		0.3832	0.04252	9	9.01	<.0001
Ni t		0	0.4244	0.03537	36	12.00	<.0001
Ni t		20	0.4122	0.03537	36	11.65	<.0001
Ni t		40	0.4183	0.03537	36	11.83	<.0001

Ni t		60	0.4117	0.03537	36	11.64	<.0001
cob*Ni t	barbecho	0	0.3974	0.07065	36	5.63	<.0001
cob*Ni t	barbecho	20	0.3941	0.07065	36	5.58	<.0001
cob*Ni t	barbecho	40	0.4374	0.07065	36	6.19	<.0001
cob*Ni t	barbecho	60	0.4908	0.07065	36	6.95	<.0001
cob*Ni t	gi rasol	0	0.3861	0.06961	36	5.55	<.0001
cob*Ni t	gi rasol	20	0.4628	0.06961	36	6.65	<.0001
cob*Ni t	gi rasol	40	0.3794	0.06961	36	5.45	<.0001
cob*Ni t	gi rasol	60	0.5061	0.06961	36	7.27	<.0001
cob*Ni t	mai z	0	0.4567	0.06955	36	6.57	<.0001
cob*Ni t	mai z	20	0.4300	0.06955	36	6.18	<.0001
cob*Ni t	mai z	40	0.3400	0.06955	36	4.89	<.0001
cob*Ni t	mai z	60	0.3467	0.06955	36	4.98	<.0001
cob*Ni t	moha	0	0.5108	0.06948	36	7.35	<.0001
cob*Ni t	moha	20	0.3808	0.06948	36	5.48	<.0001
cob*Ni t	moha	40	0.5442	0.06948	36	7.83	<.0001
cob*Ni t	moha	60	0.3808	0.06948	36	5.48	<.0001
cob*Ni t	roj o	0	0.4025	0.07062	36	5.70	<.0001
cob*Ni t	roj o	20	0.4458	0.07062	36	6.31	<.0001
cob*Ni t	roj o	40	0.4025	0.07062	36	5.70	<.0001
cob*Ni t	roj o	60	0.3725	0.07062	36	5.27	<.0001
cob*Ni t	soj a	0	0.3932	0.07082	36	5.55	<.0001
cob*Ni t	soj a	20	0.3598	0.07082	36	5.08	<.0001
cob*Ni t	soj a	40	0.4065	0.07082	36	5.74	<.0001
cob*Ni t	soj a	60	0.3732	0.07082	36	5.27	<.0001

Anava para número de espigas /m²

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
pl	1	34	7.23	0.0110
cob	5	9	1.65	0.2429
Ni t	3	34	1.20	0.3260
cob*Ni t	15	34	0.98	0.4917

Least Squares Means

Effect	cob	Ni t	Estimate	Standard Error	DF	t Value	Pr > t
cob	barbecho		1.0952	0.08212	9	13.34	<.0001
cob	gi rasol		0.9524	0.07346	9	12.96	<.0001
cob	mai z		0.8777	0.07325	9	11.98	<.0001
cob	moha		0.9405	0.07300	9	12.88	<.0001
cob	roj o		0.9256	0.08125	9	11.39	<.0001
cob	soj a		1.0490	0.07782	9	13.48	<.0001
Ni t		0	0.9060	0.06334	34	14.31	<.0001
Ni t		20	0.9623	0.06334	34	15.19	<.0001
Ni t		40	0.9861	0.06681	34	14.76	<.0001
Ni t		60	1.0391	0.06334	34	16.41	<.0001
cob*Ni t	barbecho	0	1.0168	0.1318	34	7.71	<.0001
cob*Ni t	barbecho	20	1.0368	0.1318	34	7.86	<.0001
cob*Ni t	barbecho	40	1.1713	0.1638	34	7.15	<.0001
cob*Ni t	barbecho	60	1.1561	0.1318	34	8.77	<.0001
cob*Ni t	gi rasol	0	0.8794	0.1298	34	6.78	<.0001
cob*Ni t	gi rasol	20	0.7787	0.1298	34	6.00	<.0001
cob*Ni t	gi rasol	40	1.0767	0.1298	34	8.30	<.0001
cob*Ni t	gi rasol	60	1.0747	0.1298	34	8.28	<.0001
cob*Ni t	mai z	0	0.8266	0.1296	34	6.38	<.0001
cob*Ni t	mai z	20	0.8289	0.1296	34	6.39	<.0001
cob*Ni t	mai z	40	0.9976	0.1296	34	7.70	<.0001
cob*Ni t	mai z	60	0.8576	0.1296	34	6.62	<.0001
cob*Ni t	moha	0	0.8067	0.1295	34	6.23	<.0001
cob*Ni t	moha	20	1.0694	0.1295	34	8.26	<.0001
cob*Ni t	moha	40	0.8394	0.1295	34	6.48	<.0001
cob*Ni t	moha	60	1.0467	0.1295	34	8.08	<.0001

cob*Ni t	roj o	0	0. 7927	0. 1319	34	6. 01	<. 0001
cob*Ni t	roj o	20	0. 9817	0. 1319	34	7. 44	<. 0001
cob*Ni t	roj o	40	0. 7531	0. 1612	34	4. 67	<. 0001
cob*Ni t	roj o	60	1. 1747	0. 1319	34	8. 91	<. 0001
cob*Ni t	soj a	0	1. 1139	0. 1323	34	8. 42	<. 0001
cob*Ni t	soj a	20	1. 0785	0. 1323	34	8. 15	<. 0001
cob*Ni t	soj a	40	1. 0785	0. 1323	34	8. 15	<. 0001
cob*Ni t	soj a	60	0. 9249	0. 1323	34	6. 99	<. 0001

Anava para Número de granos /m²

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
pl	1	34	0. 24	0. 6260
cob	5	9	2. 54	0. 1065
Ni t	3	34	9. 48	0. 0001
cob*Ni t	15	34	0. 73	0. 7376

Least Squares Means

Effect	cob	Ni t	Estimate	Standard Error	DF	t Value	Pr > t
cob	barbecho		7131. 20	686. 69	9	10. 38	<. 0001
cob	gi rasol		6844. 78	656. 25	9	10. 43	<. 0001
cob	mai z		6906. 59	655. 18	9	10. 54	<. 0001
cob	moha		6611. 56	653. 88	9	10. 11	<. 0001
cob	roj o		5442. 32	684. 92	9	7. 95	<. 0001
cob	soj a		7460. 73	679. 07	9	10. 99	<. 0001
Ni t		0	6000. 24	558. 80	34	10. 74	<. 0001
Ni t		20	6593. 35	558. 80	34	11. 80	<. 0001
Ni t		40	6794. 06	566. 59	34	11. 99	<. 0001
Ni t		60	7543. 80	558. 80	34	13. 50	<. 0001
cob*Ni t	barbecho	0	5614. 08	805. 30	34	6. 97	<. 0001
cob*Ni t	barbecho	20	7620. 41	805. 30	34	9. 46	<. 0001
cob*Ni t	barbecho	40	7039. 56	911. 32	34	7. 72	<. 0001
cob*Ni t	barbecho	60	8250. 75	805. 30	34	10. 25	<. 0001
cob*Ni t	gi rasol	0	6423. 61	789. 47	34	8. 14	<. 0001
cob*Ni t	gi rasol	20	6329. 94	789. 47	34	8. 02	<. 0001
cob*Ni t	gi rasol	40	6769. 61	789. 47	34	8. 57	<. 0001
cob*Ni t	gi rasol	60	7855. 94	789. 47	34	9. 95	<. 0001
cob*Ni t	mai z	0	6254. 42	788. 58	34	7. 93	<. 0001
cob*Ni t	mai z	20	7294. 42	788. 58	34	9. 25	<. 0001
cob*Ni t	mai z	40	7106. 76	788. 58	34	9. 01	<. 0001
cob*Ni t	mai z	60	6970. 76	788. 58	34	8. 84	<. 0001
cob*Ni t	moha	0	6166. 81	787. 50	34	7. 83	<. 0001
cob*Ni t	moha	20	6219. 81	787. 50	34	7. 90	<. 0001
cob*Ni t	moha	40	6736. 48	787. 50	34	8. 55	<. 0001
cob*Ni t	moha	60	7323. 15	787. 50	34	9. 30	<. 0001
cob*Ni t	roj o	0	4770. 88	805. 58	34	5. 92	<. 0001
cob*Ni t	roj o	20	5154. 21	805. 58	34	6. 40	<. 0001
cob*Ni t	roj o	40	5290. 63	903. 96	34	5. 85	<. 0001
cob*Ni t	roj o	60	6553. 54	805. 58	34	8. 14	<. 0001
cob*Ni t	soj a	0	6771. 65	808. 54	34	8. 38	<. 0001
cob*Ni t	soj a	20	6941. 31	808. 54	34	8. 59	<. 0001
cob*Ni t	soj a	40	7821. 31	808. 54	34	9. 67	<. 0001
cob*Ni t	soj a	60	8308. 65	808. 54	34	10. 28	<. 0001

Anava para Peso de Mil Granos

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
pl	1	34	5.10	0.0304
cob	5	9	2.42	0.1178
Ni t	3	34	3.55	0.0245
cob*Ni t	15	34	0.61	0.8442

Least Squares Means

Effect	cob	Ni t	Estimate	Standard Error	DF	t Value	Pr > t
cob	barbecho		32.7988	0.5718	9	57.36	<.0001
cob	gi rasol		32.4979	0.5024	9	64.69	<.0001
cob	mai z		34.3900	0.5007	9	68.68	<.0001
cob	moha		32.6450	0.4988	9	65.45	<.0001
cob	roj o		34.0108	0.5670	9	59.99	<.0001
cob	soj a		32.8694	0.5366	9	61.26	<.0001
Ni t		0	33.1092	0.3999	34	82.80	<.0001
Ni t		20	33.3481	0.3999	34	83.40	<.0001
Ni t		40	34.1191	0.4320	34	78.99	<.0001
Ni t		60	32.2315	0.3999	34	80.61	<.0001
cob*Ni t	barbecho	0	33.2406	0.9974	34	33.33	<.0001
cob*Ni t	barbecho	20	32.0740	0.9974	34	32.16	<.0001
cob*Ni t	barbecho	40	34.0065	1.2456	34	27.30	<.0001
cob*Ni t	barbecho	60	31.8740	0.9974	34	31.96	<.0001
cob*Ni t	gi rasol	0	32.5895	0.9826	34	33.17	<.0001
cob*Ni t	gi rasol	20	32.2562	0.9826	34	32.83	<.0001
cob*Ni t	gi rasol	40	33.4229	0.9826	34	34.02	<.0001
cob*Ni t	gi rasol	60	31.7229	0.9826	34	32.28	<.0001
cob*Ni t	mai z	0	32.7150	0.9818	34	33.32	<.0001
cob*Ni t	mai z	20	34.6150	0.9818	34	35.26	<.0001
cob*Ni t	mai z	40	35.9817	0.9818	34	36.65	<.0001
cob*Ni t	mai z	60	34.2484	0.9818	34	34.88	<.0001
cob*Ni t	moha	0	33.2867	0.9807	34	33.94	<.0001
cob*Ni t	moha	20	32.7867	0.9807	34	33.43	<.0001
cob*Ni t	moha	40	32.5200	0.9807	34	33.16	<.0001
cob*Ni t	moha	60	31.9867	0.9807	34	32.61	<.0001
cob*Ni t	roj o	0	34.2625	0.9977	34	34.34	<.0001
cob*Ni t	roj o	20	34.4625	0.9977	34	34.54	<.0001
cob*Ni t	roj o	40	35.0892	1.2320	34	28.48	<.0001
cob*Ni t	roj o	60	32.2291	0.9977	34	32.30	<.0001
cob*Ni t	soj a	0	32.5611	1.0005	34	32.54	<.0001
cob*Ni t	soj a	20	33.8944	1.0005	34	33.88	<.0001
cob*Ni t	soj a	40	33.6944	1.0005	34	33.68	<.0001
cob*Ni t	soj a	60	31.3277	1.0005	34	31.31	<.0001

Anava para Peso Hectolítrico

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
pl	1	34	0.00	0.9621
cob	5	9	0.98	0.4777
Ni t	3	34	2.21	0.1043
cob*Ni t	15	34	1.01	0.4664

Least Squares Means

Effect	cob	Ni t	Estimate	Standard Error	DF	t Value	Pr > t
cob	barbecho		78.6505	0.2458	9	320.04	<.0001
cob	gi rasol		78.4849	0.2155	9	364.26	<.0001
cob	mai z		78.0764	0.2148	9	363.56	<.0001
cob	moha		78.6677	0.2139	9	367.77	<.0001
cob	rojo		78.4873	0.2436	9	322.22	<.0001
cob	soj a		78.4708	0.2301	9	340.97	<.0001
Ni t		0	78.7889	0.1738	34	453.42	<.0001
Ni t		20	78.5555	0.1738	34	452.08	<.0001
Ni t		40	78.3641	0.1877	34	417.46	<.0001
Ni t		60	78.1833	0.1738	34	449.94	<.0001
cob*Ni t	barbecho	0	79.2705	0.4333	34	182.96	<.0001
cob*Ni t	barbecho	20	79.3372	0.4333	34	183.12	<.0001
cob*Ni t	barbecho	40	77.7570	0.5413	34	143.65	<.0001
cob*Ni t	barbecho	60	78.2372	0.4333	34	180.58	<.0001
cob*Ni t	gi rasol	0	78.3683	0.4270	34	183.55	<.0001
cob*Ni t	gi rasol	20	78.4016	0.4270	34	183.63	<.0001
cob*Ni t	gi rasol	40	78.9016	0.4270	34	184.80	<.0001
cob*Ni t	gi rasol	60	78.2683	0.4270	34	183.31	<.0001
cob*Ni t	mai z	0	78.4347	0.4266	34	183.86	<.0001
cob*Ni t	mai z	20	78.1680	0.4266	34	183.23	<.0001
cob*Ni t	mai z	40	78.1014	0.4266	34	183.08	<.0001
cob*Ni t	mai z	60	77.6014	0.4266	34	181.90	<.0001
cob*Ni t	moha	0	78.9677	0.4262	34	185.29	<.0001
cob*Ni t	moha	20	78.4344	0.4262	34	184.04	<.0001
cob*Ni t	moha	40	78.6010	0.4262	34	184.43	<.0001
cob*Ni t	moha	60	78.6677	0.4262	34	184.59	<.0001
cob*Ni t	rojo	0	79.1628	0.4334	34	182.67	<.0001
cob*Ni t	rojo	20	78.8961	0.4334	34	182.05	<.0001
cob*Ni t	rojo	40	77.7942	0.5353	34	145.33	<.0001
cob*Ni t	rojo	60	78.0961	0.4334	34	180.21	<.0001
cob*Ni t	soj a	0	78.5291	0.4346	34	180.71	<.0001
cob*Ni t	soj a	20	78.0958	0.4346	34	179.71	<.0001
cob*Ni t	soj a	40	79.0291	0.4346	34	181.86	<.0001
cob*Ni t	soj a	60	78.2291	0.4346	34	180.02	<.0001

Anava para Índice de cosecha

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
pl	1	32	2.91	0.0976
cob	5	9	3.60	0.0458
Ni t	3	32	1.38	0.2664
cob*Ni t	15	32	0.62	0.8327

Least Squares Means

Effect	cob	Ni t	Estimate	Standard Error	DF	t Value	Pr > t
cob	barbecho		0.4044	0.01176	9	34.38	<.0001
cob	gi rasol		0.3879	0.01061	9	36.54	<.0001
cob	mai z		0.3907	0.01060	9	36.87	<.0001
cob	moha		0.3981	0.01058	9	37.65	<.0001
cob	rojo		0.3841	0.01124	9	34.18	<.0001
cob	soj a		0.4175	0.01140	9	36.61	<.0001

Ni t		0	0. 4028	0. 01005	32	40. 08	<. 0001
Ni t		20	0. 4008	0. 01005	32	39. 88	<. 0001
Ni t		40	0. 3886	0. 01016	32	38. 25	<. 0001
Ni t		60	0. 3962	0. 009931	32	39. 90	<. 0001
cob*Ni t	barbecho	0	0. 3968	0. 01822	32	21. 78	<. 0001
cob*Ni t	barbecho	20	0. 4184	0. 01526	32	27. 42	<. 0001
cob*Ni t	barbecho	40	0. 3988	0. 01822	32	21. 89	<. 0001
cob*Ni t	barbecho	60	0. 4034	0. 01526	32	26. 44	<. 0001
cob*Ni t	gi rasol	0	0. 4043	0. 01504	32	26. 89	<. 0001
cob*Ni t	gi rasol	20	0. 3846	0. 01504	32	25. 58	<. 0001
cob*Ni t	gi rasol	40	0. 3756	0. 01504	32	24. 98	<. 0001
cob*Ni t	gi rasol	60	0. 3870	0. 01504	32	25. 73	<. 0001
cob*Ni t	mai z	0	0. 3909	0. 01502	32	26. 02	<. 0001
cob*Ni t	mai z	20	0. 3946	0. 01502	32	26. 26	<. 0001
cob*Ni t	mai z	40	0. 3936	0. 01502	32	26. 20	<. 0001
cob*Ni t	mai z	60	0. 3836	0. 01502	32	25. 53	<. 0001
cob*Ni t	moha	0	0. 4167	0. 01501	32	27. 76	<. 0001
cob*Ni t	moha	20	0. 4060	0. 01501	32	27. 05	<. 0001
cob*Ni t	moha	40	0. 3837	0. 01501	32	25. 56	<. 0001
cob*Ni t	moha	60	0. 3860	0. 01501	32	25. 72	<. 0001
cob*Ni t	roj o	0	0. 3906	0. 01526	32	25. 59	<. 0001
cob*Ni t	roj o	20	0. 3922	0. 01526	32	25. 70	<. 0001
cob*Ni t	roj o	40	0. 3624	0. 01791	32	20. 24	<. 0001
cob*Ni t	roj o	60	0. 3912	0. 01526	32	25. 64	<. 0001
cob*Ni t	soj a	0	0. 4173	0. 01530	32	27. 27	<. 0001
cob*Ni t	soj a	20	0. 4091	0. 01832	32	22. 33	<. 0001
cob*Ni t	soj a	40	0. 4176	0. 01530	32	27. 29	<. 0001
cob*Ni t	soj a	60	0. 4263	0. 01530	32	27. 85	<. 0001