MINISTERIO DE EDUCACION Y CULTURA

UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA

FACULTAD DE AGRONOMIA

MANEJO DE RASTROJO DE CEBADA PARA LA SIEMBRA DE GIRASOL DE SEGUNDA

Por

Federico CONDON PRIANO
Jose M. GHELFI CAYTANO
Claudio J. PONS BENECH

TESIS presentada como uno de los requisitos para obtener el titulo de Ingeniero Agronomo. (Orientacion Agricola-Ganadera).

Montevideo
URUGUAY
1995

AGRADECIMIENTOS

- A los Ingenieros Agronomos Oswaldo Ernst, Esteban Hoffman y Guillermo Siri, por su valioso asesoramiento y colaboración en la planificación y realización de este trabajo.

- Al Ingeniero Agronomo Oscar Bentancur, por el apoyo brindado en el procesamiento estadistico de los resultados.

- A los demás estudiantes en tesis en el período 1994-95 que de alguna u otra manera colaboraron para la realización de esta tesis.

Al personal de la Biblioteca de la Facultad de Agronomia.

- Y a todos aquellos que de una u otra manera colaboraron con el presente trabajo.

TABLA DE CONTENIDO

Páginas

PAGINA DE APROBACION II
AGRADECIMIENTOS III
TABLA DE CONTENIDO IV
LISTA DE CUADROS Y FIGURAS VI

I. INTRODUCCION 1

II. REVISION BIBLIOGRAFICA 3
II.A EFECTO DEL MABNEJO DE RASTROJO EN LA TEMPERATURA DEL SUELO 3
II.A.1 Importancia 3
II.A.2 Manejo de Rastrojo 4
II.A.2.a Efecto de la cantidad de rastrojo 4
II.A.2.b Geometria del rastrojo 4
II.A.3 Laboreo del suelo y cobertura de rastrojo 5
II.A.4 Efecto sobre el desarrollo de los cultivos 6
II.B EFECTO DEL MANEJO DE RASTROJO EN LA HUMEDAD DEL SUELO 8
II.B.1 Importancia 8
II.B.2 Efecto en ganancias y perdidas 8
II.B.2.a Ganancia de agua del suelo 8
II.B.2.b Perdida de agua del suelo 9
II.B.3 Efecto sobre el desarrollo del cultivo .. 11
II.C EFECTO DEL MANEJO DE RASTROJO EN LOS NUTRIENTES DEL SUELO 12
II.C.1 Importancia 12
II.C.2 Laboreo y ubicación del rastrojo 13
II.C.2.a A largo plazo 13
II.C.2.b A corto plazo 14
II.C.2.b.a Inmovilización (Composición del rastrojo) 14
II.C.2.b.b Mineralización 16
II.C.2.b.c Pérdidas de nutrientes 17
II.C.3 Absorción de nutrientes por los cultivos 18
II.D EFECTOS ALELOPATICOS DE LOS CULTIVOS Y SUS RASTROJOS 19
II.D.1 Introducción 19
II.D.2 Definición e Importancia 19
II.D.3 Efecto en el cultivo 20
II.D.4 Factores ambientales que favorecen la expresion de efectos alelopaticos en cultivos 22

II.D.4.a Humedad y Temperatura 23
II.D.5 Efecto de la cantidad y ubicación del material vegetal en el suelo 25
II.E EFECTO DE LA QUEMA DE RASTROJO 26
II.E.1 Importancia 26
II.E.2 Efecto en el suelo 26
II.E.2.a A corto plazo 26
II.E.2.b A largo plazo 27
II.F ANTECEDENTES NACIONALES 29

III. MATERIALES Y METODOS 31
III.A DISEÑO EXPERIMENTAL 32
III.C DETERMINACIONES 32
III.C.1 Determinaciones en el suelo 32
III.C.1.a A la siembra 32
III.C.1.b A la resiembra 33
III.C.2 Determinaciones en planta 33
III.D ANALISIS ESTADISTICO 34

IV. RESULTADOS Y DISCUSION 36
IV.A CARACTERIZACION DEL AÑO SEGUN PRECIPITACIONES Y EVAPOTRANSPIRACION 36
IV.B CARACTERIZACION DE LOS TRATAMIENTOS 38
IV.C EFECTO DEL MANEJO DE RASTROJO EN EL SUELO 39
IV.C.1 Temperatura del suelo 39
IV.C.1.a Evolución diaria de temperatura 39
IV.C.1.b Temperatura del suelo a la siembra y evolución entre el 2/2 y el 17/2 44
IV.C.2 Humedad del suelo 46
IV.C.3 Nitratos en el suelo 49
IV.D EFECTO DEL MANEJO DE RASTROJO EN EL CULTIVO .. 52
IV.D.1 Rendimiento 52
IV.D.2 Implantación 54
IV.D.3 Distribución 63
IV.D.4 Desarrollo 64
IV.D.5 Plantas volcadas 67

V. CONCLUSIONES 70

VI. RESUMEN 72

VII. SUMMARY 74

VIII. BIBLIOGRAFIA 76

IX. APENDICE 84

LISTA DE CUADROS Y FIGURAS

Cuadro Nro.		Página
1	Promedio de Precipitaciones mensuales del año 1989/94, par el período de desarrollo del cultivo.	36
2	Distribución quincenal de precipitaciones y evapotranspiración para el ciclo del cultivo.	37
3	Diferencias entre medias de los tratamientos, para la evolución diaria de temperatura. ...	39
4	Resumen de regresión entre temperatura (ºC) y cantidad de rastrojo (Ton/ha) durante 24 hs..	43
5	Resumen medias y significancias según tratamientos y de contrastes de temperatura (ºC) a la resiembra.	44
6	Acumulación de temperatura según método de laboreo y presencia de rastrojo.	45
7	Contrastes de medias en temperatura (ºC) de los tratamientos con y sin rastrojo.....	46
8	Resumen de regresión entre cantidad de rastrojo (Ton/ha) a la siembra y humedad en el suelo.	48
9	Comparación de medias entre de sistema de siembra y efecto de rastrojo para nitratos del suelo 10 días post resiembra.	51
10	Resumen de anova con y sin covariables de rendimiento (Kg/ha).	54
11	Condiciones para implantación brindadas por cada tratamiento.	58
12	Diferencias entre tasas de emergencia e implantación en los períodos considerados, para los diferentes tratamientos (miles Pl./ha).	59
13	Poblaciones medias obtenidas (plantas vivas) para los diferentes tratamientos a los 10, 20 y 24 días post emergencia.	60

Cuadro Nro.		Página
14	Distribución de plantas según tratamientos.	63
15	Relación entre temperatura acumulada durante 15 días, y número de hojas emitidas por planta.	65
16	Resumen de peso de plantas y nutrición de estas (porcentaje de nitrógeno), en diferentes, etapas del cultivo según tratamientos.	66
17	Medias de tratamientos y porcentaje plantas volcadas con respecto a las cosechadas.	68
18	Resumen de contrastes de plantas volcadas entre laboreo y siembra directa sin rastrojo; siembra directa con y sin rastrojo y con rastrojo en pie y chato	68

Figura Nro. Página

1	Tratamientos y cantidades de rastrojo en superficie a la siembra.	38
2	Evolución diaria de la temperatura en tratamientos con y sin rastrojo.	40
3	Evolución diaria de temperatura del suelo en tratamientos con rastrojo en pie y chato.	41
4	Temperatura media diaria (ºC) de los tratamientos con excéntrica y SD sin tratamiento, y contraste entre laboreados (Q+E,E) y siembra directa sin rastrojo (Q,S/R).	42
5	Regresión entre cantidad de rastrojo (Ton/ha) en superficie y temperatura (ºC9 del suelo. .	43
6	Efecto del sistema de laboreo sobre la humedad del suelo (0 a 10 cm).	47
7	Relación entre cantidad de rastrojo en los diferentes tratamientos y el porcentaje de humedad del suelo a la resiembra.	49
8	Comparación de nitratos del suelo entre tratamientos con laboreo y siembra directa. .	50
9	Rendimientos promedio según tratamientos. ...	53
10	Contrastes de rendimientos entre laboreo y SD sin rastrojo; entre SD con y sin rastrojo.	53
11	Implantación general del cultivo y precipitaciones en el período.	56
12 a	Comparación de tasas de emergencia para tratamientos en siembra directa con y sin rastrojo.	56
12 b	Comparación de tasas de emergencia para tratamientos en siembra directa con rastrojo en pie y chato.	57
13	Número final de plantas emergidas e implantadas según tratamiento.	60

Figura Nro. Página

14 Número de plantas volcadas y cosechadas para los diferentes tratamientos. 69

I. INTRODUCCION

La zona agrícola de nuestro país casi en su totalidad ha sufrido algún grado de pérdidas de suelos y actualmente existen suelos marginados de la agricultura, debido a que han sido sometidos a agricultura continúa muchas veces en monocultivo y sin prácticas conservacionistas.

En los últimos años se implementó (década del 80) (40) el uso de rotaciones agrícolas pastoriles, las cuales tienen una buena base de sustentabilidad y estabilidad en la reducción de la erosión del suelo. En la fase de pasturas se recuperan propiedades físicas (como textura y estructura) y químicas (materia orgánica y nutrientes); además se reduce el tiempo en que el suelo se encuentra descubierto y laboreado, momento donde es más susceptible al proceso de erosión.

A esto se suma el cambio en la situación económica de la producción agropecuaria, que trajo como consecuencia que la fase agrícola se intensificara, realizando más de un cultivo por año. Incluir un segundo cultivo en el año "cultivo de segunda", permitió intensificar el uso del recurso tierra y aumentar su productividad y rentabilidad económica.

La realización de dos cultivos en el año tuvo una rápida adopción, justificándose esto por ser una técnica de bajos costos implementación dado que el cultivo de segunda se siembra con mínimo laboreo (excéntrica más siembra) y con mínimo uso de fertilizantes.

Los cultivos de verano como Maíz, Girasol y Sorgo sobre rastrojo de cultivos de invierno son los utilizados en este sistema, y a pesar de que sus rendimientos pueden verse reducidos los bajos costos de implantación lo hacen igualmente rentables.

El cultivo de Girasol ha tomado importancia como cultivo de segunda principalmente por tener mayor flexibilidad en su época de siembra. El manejo más corriente es quemar el rastrojo del cultivo de invierno, para facilitar la siembra e implantación, y evitar otros problemas como un probable efecto fitotóxico del rastrojo hacia el cultivo.

La quema del rastrojo del cultivo anterior implica la pérdida del aporte de materia orgánica por parte de estos, lo cual estaría determinando la pérdida de parte de los nutrientes extraídos por el cultivo anterior.

En los últimos años ha tomando importancia la técnica de siembra directa, debido a la aparición de herbicidas más efectivos, a un descenso de sus precios, y mejoras tecnológicas en los equipos de siembra, lo que puede permitir bajar costos de producción y hacer más factible la inclusión de un segundo cultivo en el año por tener menos dependencia de las condiciones ambientales, con un menor tiempo entre cosecha y siembra del cultivo de segunda.

Cuando se realiza la siembra con rastrojo en superficie determina problemas de implantación, crecimiento y rendimiento para el cultivo siguiente. Por esto es común la quema del rastrojo del cultivo anterior como forma de reducir su efecto sobre el cultivo a implantar, perdiéndose así las ventajas de la presencia del rastrojo en superficie, como un mejor control de la erosión por la reducción del impacto de la lluvia en el suelo, mayor conservación de la humedad, control de la temperatura, y aporte de materia orgánica y nutrientes; manteniendo así la productividad del suelo y logrando conservar este recurso.

El objetivo del presente trabajo es evaluar los efectos de diferentes manejos del rastrojo de un cultivo de invierno (Cebada cervecera), sobre el ambiente suelo (temperatura, humedad y nutrientes), así como sobre la implantación, desarrollo y rendimiento de Girasol de segunda, buscando de esta forma aportar a la adaptación de un paquete tecnológico para cultivos de segunda bajo siembra directa.

II. REVISION BIBLIOGRAFICA

II.A EFECTO DEL MANEJO DE RASTROJO EN LA TEMPERATURA DE SUELO

II.A.1 Importancia

La temperatura del suelo es uno de los factores influenciados por el manejo de rastrojo. Interactuando con el agua afecta la germinación, emergencia y establecimiento; imponiendo los limites entre los cuales el efecto de otros factores operan (21). También se citan efectos sobre disponibilidad de nutrientes, población de insectos, dinámica de malezas y degradación de pesticidas (30).

Temperaturas superiores a 36ºC podrían disminuir el establecimiento por reducción en la elongación del tallo de la planta, (Brenan y Henrry 1987) y bajas temperaturas (15ºC) por retraso en la tasa de emergencia (Arndt 1945) y por predisponer las plantas al ataque de microorganismos (Pinthus y Rosemblum 1961) (citados por 21).

El aumento de la temperatura del suelo permite germinar Sorgo y Girasol en un mayor rango de condiciones de humedad (Jayawardhana et al, 1989 citado por 21), aunque temperaturas de 50 ºC en superficie causaron daño a plántulas en tallo y cotiledones provocando su muerte (21).

Los factores que influyen en la temperatura del suelo son: temperatura del aire, radiación, precipitación, humedad del suelo, evaporación, textura, estructura, color y conductividad térmica, aspecto de la superficie, tipo y cantidad de cobertura del suelo (Wilis y Amemilla 1973 citado por 72)(75), siendo todo estos factores afectados por los rastrojos dejados en superficie por los diferentes manejos del suelo.

II.A.2 Manejo de Rastrojo

II.A.2.a Efecto de la cantidad de rastrojo.

El volumen de rastrojo en superficie influye directamente en la disminución de la temperatura del suelo. Allmaras et al. (1973) trabajando en clima templado, encontró que una tonelada de rastrojo de cultivo de invierno en superficie disminuye la temperatura promedio del suelo a 10 cm de profundidad en 0.15 a 0.3 ºC (80).

La presencia de residuos en superficie afecta las temperaturas máximas y mínimas pero no la forma de la curva de temperaturas a lo largo del día (máximas y mínimas ocurren en el mismo momento del día sin importar el tratamiento del rastrojo); esto se explica en base al flujo de calor del suelo en los diferentes tratamientos (30)(75).

El rastrojo en superficie actúa principalmente disminuyendo la temperatura máxima afectando así la temperatura promedio del día, (Van Doren y Allmaraz 1978 citados por 24; 23; 72). También se encontró que los tratamientos con rastrojo no afectaron las temperaturas mínimas del suelo, por lo tanto la tasa de acumulación de temperatura es menor en dichos tratamientos (24).

Resultados similares se obtuvieron en areniscas de Tacuarembó (ROU), donde la mayor cobertura del suelo fue la causa de diferencias de temperaturas máximas entre tratamiento de siembra directa y laboreo reducido (54). Coincidiendo con esto en un ensayo en Soriano se encontraron temperaturas en tratamientos con residuos de 32.9ºC frente a 35.0ºC en suelo desnudo el día 6 de enero de 1993 (4).

II.A.2.b Geometría del Rastrojo.

Con respecto a la geometría de los rastrojos sobre la superficie, se pueden presentar situaciones de residuos en pie o chatos, pero en post cosecha de un cultivo de invierno se pueden dar situaciones intermedias, con residuos en pie y residuos chato sobre el entresurco.

Los residuos chatos reducen la temperatura máxima a la profundidad de la semilla; excepto cuando la temperatura cae abruptamente de un día a otro, donde actuarían amortiguando el descenso de la temperatura mínima. Estos aumentos en la temperatura mínima son de menor magnitud que la variación en las temperaturas máximas (26).

Los suelos con residuos parados se calientan mas rápido que suelos con rastrojos chatos, y estos pierden menos calor durante la noche (26).

II.A.3 Laboreo del suelo y cobertura

La cobertura del suelo por parte de los residuos determina menor temperatura del suelo que el laboreo con arado (30). Los cambios en las propiedades térmicas del suelo provocados por el laboreo resultan en mínimos efectos en la temperatura del suelo o el flujo de calor de su superficie. Las diferencias en temperatura entre distintos tipos de manejo de suelo se explicarían en mayor proporción por el porcentaje de suelo cubierto que por el disturbio del laboreo en el suelo.

Las temperaturas del suelo son menores entre tratamiento con mínimo laboreo, en relación a los convencionales dándose un rango de disminución de 3.5 a 3.3 ºC a 10 cm de la superficie (28).

El porcentaje de cobertura del suelo explicaría las diferencias de temperatura encontradas entre cero laboreo con suelo desnudo (19,6 ºC), residuos en fajas (18,9ºC), o todo el suelo cubierto con rastrojo (15,8 ºC) (25). La temperatura observada en este trabajo para el laboreo convencional fue de 19.8 ºC, similar a la de cero laboreo con suelo desnudo. Estas tendencias se mantienen para todos los momentos en que se midió temperatura del suelo.

II.A.4 Efecto sobre el desarrollo de los cultivos

La bibliografia revisada trata principalmente de la influencia de la temperatura del suelo en el cultivo de Maiz en zonas donde la temperatura puede ser limitante para el desarrollo del mismo, ya que el rastrojo en superficie se asocia a menores temperaturas en el suelo y por lo tanto a lento crecimiento inicial.

La temperatura del suelo es el principal determinante del desarrollo inicial del Maiz cuando la humedad del suelo no es limitante. La fecha de siembra se ve afectada por la temperatura del suelo la cual debe ser mayor a 15ºC mientras que la temperatura óptima para el desarrollo del coleoptile es de 30ºC (Kiniry 1991 citado por 26), y para el desarrollo foliar es de 28-32 ºC (Tallenaar et al., 1979 y Coelho y Dale 1980 ; Warrinton y Kane Masu, 1993 citados por 26). Los residuos en superficie retrasan la fechas de siembra en primavera pero también pueden permitir sembrar tarde en verano por bajar la temperatura del suelo ,(Allen et al., 1975 ; Roswod y lal 1974, citados por 72).

La reducción de la temperatura del suelo puede determinar retraso de la germinación, emergencia y desarrollo foliar inicial del Maiz en latitudes donde la temperatura puede ser limitante e incluso reduciendo la estación de crecimiento (26; 28; 5 y 2). A esto se suma una menor producción de materia seca durante el periodo vegetativo, producción de materia seca en la planta y retraso a la fecha de floración (Mock y Erbach, 1977; Al-Darby y Lowery, 1986; citado por 23). Sin embargo al graficar altura de planta, nitrógeno absorbido y fitomasa acumulada, en función del tiempo (dias posteriores a emergencia) y del estadio de desarrollo (numero de ligulas presentes) para los tratamientos con menor temperatura, en las comparaciones en función del tiempo se encontró retraso significativo en el desarrollo mientras que comparando en función del número de ligulas no se detectaron diferencias (23).

En Maiz se encontró germinción mas temprana y mayor velocidad en los tratamientos con mayor temperatura de suelo. Siendo superiores en el tratamiento con laboreo convencional, seguido por laboreo en franja y con cincel mientras que cero laboreo registro las menores temperaturas; dándose diferencias entre tratamientos de 4 ºC. Las temperaturas estuvieron muy relacionadas con la cobertura de residuos (según cobertura residuos los tratamientos se ordenaron en forma inversa que

para temperatura) (2).

Confirmando el efecto del rastrojo sobre la temperatura no se encontraron diferencias en crecimiento y rendimiento de Maíz entre tratamientos con laboreo y siembra directa, cuando los dos tuvieron igual cantidad de rastrojo en superficie del suelo (36).

El efecto de la temperatura del suelo en el crecimiento temprano del Maíz es explicado por Bauchamp y Torrance (1969) citado en este mismo trabajo, porque el meristema apical permanece bajo la superficie o en los primeros centímetros sobre la superficie del suelo por las primeras 2 semanas de crecimiento del Maíz.

Se encontró además alta correlación lineal entre grados día acumulados en el suelo y altura de la planta, no encontrándose diferencias en las pendientes de las curvas para los distintos tratamientos de rastrojo. Además se cita a Wilis (1951) quien mostró que el crecimiento del Maíz aumentaba linealmente con la temperatura del suelo entre 15.6 y 24.4 ºC (2).

El crecimiento de la parte aérea en plántulas de Maíz fue limitado tanto por el efecto directo de la temperatura en la actividad del punto de crecimiento, como a una reducción de la absorción de nutrientes por parte de las raíces, debido a bajas temperaturas en la zona radicular y a una baja concentración de nutrientes (20).

II.B EFECTO DEL MANEJO DE RASTROJO EN LA HUMEDAD DEL SUELO

II.B.1 Importancia

La importancia de la humedad esta dada por su incidencia en la implantación, desarrollo y rendimiento de los cultivos, ya que el suelo es el reservorio de agua para los períodos en que no ocurren precipitaciones. En sistemas de producción de cultivos en secano su eficiencia de captación y de retención es fundamental para los procesos antes mencionados, ya que el suelo es su única fuente (73). Es así que en sistemas en secano en Kansas, se usan período de barbecho de hasta 11 meses con la finalidad de permitir la recarga del perfil (74), lo que se expresa en mayores rendimiento en cultivo de sorgo en parcelas con barbecho cubierto por residuos de trigo.

Existen diversas variantes de manejo del suelo con el objetivo de lograr una mejor conservación del recurso agua que incluyen combinaciones de laboreos y/o mantenimiento de rastrojos en superficie.

II.B.2 Efecto en ganancias y pérdidas

La Humedad es otro factor afectado por el manejo del rastrojo.

Su efecto se produce a traves de dos factores:

1) Ganancia de agua del suelo
2) Perdida de agua del suelo

II.B.2.a Ganancia de agua del suelo

Los métodos de laboreo afectan las condiciones de la superficie del suelo y las cantidades de rastrojos sobre este, los cuales actúan sobre la infiltración y evaporación del agua (74).

Acorde con esto Rusell (1970) (citado por 3) encontró que con mayor cantidad de residuos en superficie hay menor escurrimiento y por esto mayor infiltración, además el cero

laboreo tiene efecto sobre la distribución del tamaño de los poros; lo que daría mayor capacidad de acumulación de agua (Musik et. al. 1977; Unger y Wesse 1979 citado por 76; 74; Gautzer y Blake citado por 81).

En casos de precipitaciones de baja intensidad (4 lluvias que totalizaron 15,2 mm), se observo que el total de agua recargada en el suelo fue un 35 % menor en el tratamiento con cero laboreo en largo plazo (15 años), que en laboreo convencional, mientras que el tratamiento con cero laboreo a corto plazo (1 año) tuvo valores intermedios. Estas diferencias son atribuidas a la intersección y acumulación de agua por parte del rastrojo en superficie (81).

II.B.2.b Pérdida de agua del suelo

Las pérdidas de agua en el suelo pueden ser directas a traves de evaporación desde el perfil o indirectas a traves de la extracción de los cultivos. Los rastrojos dejados en superficie por los diferente métodos de laboreo actúan afectando principalmente las perdidas directas.

Durante el desarrollo de un cultivo, los tipos de perdidas tienen distinta importancia relativa. En las primeras etapas se dan principalmente por evaporación, mientras que en los estadios tardíos toma mayor importancia el cultivo en la extracción de agua (77).

La curva de evaporación de agua del suelo se caracteriza por tres etapas:

a)Etapa donde la tasa de perdida de agua es constante, el movimiento de agua del suelo es primariamente líquido, y la evaporación es controlada por condiciones externas (demanda atmosférica).

b)Etapa de corta duración donde la tasa de evaporación desciende rápidamente, y es controlada por la superficie del suelo en proceso de secado.

c)Etapa de evaporación lenta pero constante donde el movimiento a traves de la superficie seca del suelo es principalmente por difusión de vapor, y es controlada por condiciones del suelo (9).

El mayor efecto del rastrojo sobre la pérdida de agua se da afectando la primer etapa (3). La tasa de evaporación en esta etapa de secado disminuye con el aumento de la cantidad de residuo en superficie, y aumentando su duración dando como consecuencia una mayor pérdida total de agua en esta etapa (7 y 8).

Referente al total de agua perdida después de un período de secado suficientemente largo fue igual sin importar la cantidad de rastrojo en superficie (7). Citándose en otro trabajo que los residuos afectan la tasa de pérdida pero no impiden el secado del suelo (80).

El rastrojo en pie redujo la evaporación resultando en una mayor retención de agua, comparado con rastrojos picado o suelo laboreado, porque expusieron la humedad del suelo a la atmósfera lo que aumento las pérdidas (76).

Las propiedades físicas relacionadas al laboreo tienen relativamente bajos efectos en la evaporación, siendo bastante claro el de los rastrojos limitando la energía que llega a la superficie del suelo (65).

El rastrojo en superficie influye en la evaporación de agua del suelo por la reducción de la temperatura impidiendo la difusión de vapor y actuando como punto para condensación temporaria del vapor y su absorción en el tejido del rastrojo, así como la reducción de la velocidad del viento en la interfase con el suelo (27).

En parcelas con cobertura de rastrojo chato sobre el suelo, se atribuye al viento una baja contribución al secado del mismo, porque la superficie del suelo esta cubierta lo que reduce su temperatura y aumenta la resistencia al movimiento del vapor, en las parcelas con rastrojo en pie y suelo desnudo el viento debió afectar el secado por aumentar la turbulencia cerca de la superficie del suelo, mejorando el movimiento de vapor entre la superficie del suelo y el aire (1).

Corroborando esto Smika (1983); Skidmore y Siddowai (1978), y a Van Doren y Allmaras (1978) (citados por 26) afirman que la geometría de rastrojo afecta directamente el contenido volumétrico de agua en el suelo, atraves del efecto de la velocidad del viento en la interfase suelo-aire, escurrimiento y evaporación e indirectamente a traves de efectos en la percolación, en la conductividad por capilaridad y temperatura del suelo.

El manejo del rastrojo en superficie podrá significar una mejor utilización del agua por el cultivo, en condiciones de periodos cortos de sequía o con alta demanda de agua por un cultivo.

Dado 4 manejos de rastrojo la velocidad de secado inicial después de un riego de 40 milímetros en orden decreciente fue suelo imperturbado sin rastrojo, mínimo laboreo con rastrojo en superficie, suelo imperturbado con rastrojo chato y en pie, y por último suelo imperturbado con rastrojo chato sobre el suelo . Las diferencias no existieron después de 10 días de secado. El autor sugiere que para que en las condiciones del experimento factores como el laboreo, la posición del residuo y la cantidad del mismo afecten el contenido de agua en los 10 cm. superficiales deberían ocurrir precipitaciones cada 10 días (1).

Las mayores diferencias en la conservación de humedad del suelo a favor de siembra directa con respecto a suelo laboreado se da en los primeros 8 cm (10 a 15 %), no encontrándose diferencias a los 60 cm de profundidad entre ningún tipo de laboreo (6).

II.B.3 Efecto sobre el desarrollo de los cultivos

La siembra directa nos brinda la posibilidad de tener mayor contenido de humedad en las capas superficiales del suelo lo que permitiría tener una mejor implantación del cultivo. A pesar de encontrarse tendencias en humedad a favor de la siembra directa con respecto a quema y disquera, la implantación de los cultivos fue similar para ambos tratamientos (62).

En muchos casos es muy difícil de capitalizar estos beneficios en cuanto a la humedad superficial para la implantación, por problemas de siembra que pueden ser provocados por los rastrojos en superficie, por la cantidad y calidad de estos afectando la disponibilidad de nutrientes y también por problemas de fitotoxicidad.

En el cultivo se Girasol observaró que ni el laboreo, ni el nivel de rastrojo sobre superficie afectan cualquier medida de crecimiento, rendimiento o factor de calidad del grano, por tener una mayor eficiencia de uso del agua que otros cultivos

y poder extraer agua de las capas mas profundas del suelo (0.99 a 1.6 metros) (74 y 31).

Mientras que el cultivo de sorgo tiene mayores rendimientos en siembra directa porque puede usar mayor cantidad de agua (74).

Para trabajos realizados sobre suelos arenosos en Tacuerembó (ROU), se encontraron diferencias en rendimiento de maíz a favor de siembra directa sobre rastrojo de avena y raygras frente siembra directa sobre rastrojo de maíz y laboreo reducido sobre rastrojo de maíz, la que fue explicada por un mayor contenido de humedad en el suelo. La siembra directa sobre rastrojo de maíz tubo mayor humedad que el laboreo reducido sin embargo esto no se tradujo en mayor rendimiento por problemas de población (54).

II.C EFECTO DEL MANEJO DEL RASTROJO EN LOS NUTRIENTES DEL SUELO.

II.C.1 Importancia

En sistemas con agricultura continua, los rastrojos de cultivos pueden jugar un papel muy importante porque gran cantidad de los nutrientes que fueron extraídos por el cultivo, si son devueltos al suelo, contribuyen en la conservación y productividad del mismo (Hollan y Coleman 1987; Paul y Juma 1981 citados en 41).

El nitrógeno retenido en tallos, hojas y raíces de cultivos que son devueltos al suelo; así como aquel inmovilizado por microorganismos que aumentan el nitrógeno orgánico y proveen de una fuente residual de este nutriente para subsecuentes cultivos (El-Harris et al., 1983 citado por 43). Este proceso esta influido por las prácticas de manejo de rastrojo ,(eliminación mediante quema, dejarlo en superficie e incorporarlo al suelo) y método de laboreo utilizado, (Laboreo convencional, reducido y siembra directa), los que dan como resultado distintas cantidades y ubicación de los rastrojos.

II.C.2 Laboreo y ubicación del rastrojo

En condiciones de campo el laboreo influencia el contenido de humedad, temperatura, pH del suelo y la distribución, ubicación y calidad de rastrojos, así como las propiedades físicas del mismo.

Todos estos factores influenciados por el laboreo tiene efecto en la mineralización de los nutrientes a partir de la materia orgánica del suelo. Este trabajo concluye que el aumento de las concentraciones del $N\text{-}NO_3$, $P\text{-}PO_4$, $S\text{-}SO_4$ a diferentes rofundidades se debe a la localización el material orgánico según el método de laboreo. Las diferencias en las mineralizaciones que ocurren entre las diferentes operaciones de laboreo no solamente es el resultado de los regímenes de temperatura y humedad asociados con el laboreo, sino que también están afectados por la calidad y ubicación de los rastrojos (69). Trabajando con Maíz se observo la influencia de estos factores en el crecimiento y absorción de nutrientes (41).

Estos factores tienen como consecuencia que ocurran procesos que influencien al siguiente cultivo (Corto plazo), mientras que otros puedan ser observados solo cuando una practica es continua (Largo plazo)

II.C.2.a A largo plazo

Diversos autores han medido efectos del cero laboreo en la distribución de nutrientes en el suelo, así como los efectos del laboreo convencional. En estudios con tres años de laboreo convencional se encontró una fuerte influencia de este en la cantidad de carbono total del suelo y de nitrógeno analizado por Kiedjhal, reflejando una menor cantidad de materia orgánica de 0 a 15 centimetros comparado con suelos tratados en cero laboreo (43).

La siembra directa retiene mas materia orgánica cerca de la superficie (0 a 2,5 cm) que laboreo convencional 9,5 contra 7,8%; por debajo de estos 2,5 cm las diferencias no son significativas, 7,8 con 7,4 % respectivamente (39). Esto es confirmado por (69), en un suelo con cero laboreo durante 16 años.

Además la siembra directa es un método que posibilita el mantenimiento de la materia orgánica por mas tiempo que el laboreo convencional, la cual podría incluso ser aumentada (38).

Las aplicaciones superficiales de fertilizante llevan a una acumulación de nutrientes en la superficie , mientras que con el laboreo convencional es distribuido en el horizonte arado (64). Es así que el fósforo, que es un elemento de poca movilidad, cuando se fertiliza en siembra directa se produce inevitablemente una mayor concentración en los primeros centímetros del suelo. Se encontraró que en los primeros 7,5 cm de profundidad había una mayor concentración de fósforo para siembra directa que para laboreo convencional cuando se realizan aplicaciones en líneas (64); confirma esto Lal (1973) en un trabajo realizado en Nigeria (citado por 38).

La disponibilidad de potasio como K_2O disminuye en profundidad para labranza cero (Lal 1976 citado por 38 y 64), mostrando algo de movilidad cuando es aplicado en superficie sobre rastrojo y tiene una disponibilidad igual o mayor que si fueran incorporados en el suelo (71).

Hooker y Schepers (1984); Unger (1973) citados por (41), encontraron que la remoción o quema prolongada de los rastrojos, al igual que la intensidad de laboreo (22), disminuyen el contenido de nutrientes y microorganismos del suelo; aunque Rice et al., (1986) citado y reafirmado por (43) encontró que la mayor cantidad de materia orgánica del suelo con cero laboreo no corresponde a una mayor cantidad de nitrógeno disponible para la planta en el suelo .

II.C.2.b Corto Plazo

II.C.2.b.a Inmovilización. (Composición del rastrojo)

Las prácticas de laboreo que implican movimientos de suelo aceleran las pérdidas de carbono (C) promoviendo la liberación neta de Fósforo (P) , Nitrógeno (N) y Azufre (S) debido a que estos se encuentran ligados a este (Stewart y Bettanyt 1982, citado por 64). Block (1973) (citado por 41), demostró que la adición de paja de trigo al suelo aumentó la

cantidad de nitrógeno y carbono total en este así como el nitrógeno mineralizado.

La composición de los rastrojos actúa sobre la actividad biológica, humedad, oxígeno, temperatura, accesibilidad a substratos carbonados y nitrogenados y habitat para la actividad de plantas microflora y microfauna (Doran y Smit 1987 citados por 22).

Schreven (1955) citado por (78) concluyó que las concentraciones de nitrógeno de 15 a 20 g/Kg MS de rastrojo (Relación C/N de 20 a 25) darán concistentemente mineralización neta de nitrógeno. Alexander (1977) también citado en (78), estableció que la relación C/N critica pera la mineralización neta en rastrojos de cultivos es de 20 a 30 , mientras que en relaciones mas altas se espera inmovilización.

En un trabajo sobre cultivo de arroz se encontró que a menor relación C/N, es mayor la cantidad de nitrógeno mineralizado y menor la cantidad de éste incorporada a la fracción orgánica a cosecha del siguiente cultivo (49).

En estudios en invernáculo (Elliot et al., 1981 citado por 58), se comprobó que con bajas cantidad de nitrógeno y rastrojo en superficie, el trigo rendía menos y absorbia menos que si los residuos se incorporaban; encontrando diferencias significativas en la inmovilización. En el mismo trabajo se encontró que el cero laboreo inmovilizó el doble de nitrógeno que suelos bajo laboreo convencional, no encontrándose efectos de laboreo en la denitrificación y pérdida por lavado de nitrógeno.

Cochran et al., (1980) y Elliot et al., (1986) (citados por 69), encontraron que el nitrógeno mineralizado de residuos en superficie fue inmovilizado y no sujeto a lavado mientras que el mineralizado de paja incorporada no fue inmovilizado y estuvo sujeto a este tipo de perdidas.

En laboreo reducido y en cero laboreo la concentración de rastrojo en superficie trae como consecuencia que cuando se agrega fertilizante nitrogenado se observa una mayor inmovilización con respecto al laboreo convencional , causado por una mayor biomasa microbiana en esta capa del suelo (41). Confirmando esto en (58) se cita a Doman (1980) que concluye que hay mayor potencial para inmovilización en la superficie de suelo bajo cero laboreo por la gran población microbiana existente.

El fertilizante nitrogenado agregado en bandas subsuperficiales tendría mayor utilización comparado con aplicaciones superficiales, debido a una menor inmovilización por parte de la materia orgánica (Smitt et al., 1983; Mengel et al., 1982 citados por 58).

A bajas tasa de fertilizante el cultivo de Maíz bajo cero laboreo es mas deficiente en nitrógeno que bajo laboreo (Bandel et al., 1975 y Blevins et al., 1977 citado por 58); por lo tanto se recomiendan mayores tasas de fertilización. Hay evidencia de que la inmovilización de nitrógeno aplicado en superficie podría explicar las diferencias en respuestas entre sistemas de laboreo (58). En el mismo se cita a Dowel y Crees (1980) los que no encontraron diferencias en inmovilización de fertilizante nitrogenado en siembra directa con quema con respecto a laboreo con arado para trigo en invierno.

La máxima cantidad de fertilizante inmovilizado en las diferentes parcelas estuvo correlacionado con el porcentaje de carbono orgánico en lo primeros 5 cm de suelo, y no dependiendo tanto de la cantidad de residuos en superficie (58).

En el caso de cero laboreo se observa frecuentemente que los cultivos en este sistema limitan sus rendimientos, si no hay aplicación de nutrientes (N)(Blebins, Thomas y Phillips citados por 60 y 71).

II.C.2.b.b Mineralización

Doran (1980) (citado por 41), encontró que los microambientes en suelos cubiertos por residuos son menos oxidativos que cuando los residuos son removidos o incorporados. También se cita a Linn y Doran (1984) quienes mostraron que ocurren mas procesos aeróbicos como mineralización y nitrificación en suelos con un 60 % de su volumen de poros cubiertos de agua.

Brown y Dickey (1970) (citados por 69) encontraron que la liberación neta de nitrógeno para la paja enterrada de trigo fue de 2 a 17 Kg/Ha, mientras que para paja en superficie fue de -4 a 6 Kg/Ha, dependiendo esto de la cantidad de rastrojo. El azufre se mineralizó en forma paralela pero en menor magnitud.

El laboreo podría aumentar la tasa de mineralización de nitrógeno; mientras que puede ser mineralizado por un período mas largo en sistemas de cero laboreo, lo cual permitiría mas tiempo para la absorción de dicho nutriente (44). Citándose en el mismo a Doran (1980), quien concluyo que la tasa de mineralización fue superior en suelos con laboreo convencional siendo el potencial de denitrificación superior para suelos bajo cero laboreo.

En un trabajo realizado por (71) explicaron la mayor respuesta al agregado de fertilizante nitrogenado por parte del cultivo de Maíz bajo siembra directa , debido a que en este tipo de laboreo no ocurre mineralización de la materia orgánica al no ser removido el suelo y a su vez no se encontraron diferencias significativas en el contenido de nitrógeno en las plantas al comparar ambos métodos de laboreo.

Pérdidas de Nutrientes

La mayor infiltración de agua y la mayor movilidad del nitrógeno frente a fósforo y potasio en los suelos bajo cero laboreo sugieren una mayor lixiviación de nitratos en profundidad (Phillips, Young 1973 citado por 3 y 66). Esto provocaría que en mínimo laboreo los cultivos pueden ser susceptibles a estas perdidas debido a que en algunos casos el sistema radicular es superficial (Chandajari y Priar 1074 citado por 60). Confirmaron esto Eck y Jones (1992) (citados por 44).

Las pérdidas de nitratos luego de una lluvia de 55 mm, en los primeros 90 cm de suelo alcanzo al 50% en siembra directa, mientras que en laboreo convencional los nitratos se redistribuyeron en el perfil pero no hubo pérdidas (66). También se encontró que en siembra directa hay pérdidas por denitrificación y por competencia de microorganismos que descomponen los restos secos que quedan en superficie (Lal 1974 citado por 60 y 66).

Con respecto a la aplicación de fertilizante nitrogenado (urea) en superficie, resulta en una mayor pérdida de nitrógeno como amónio ($N\text{-}NH_3$) (volatilización), o también resultado del lavado debido a mayor numero de macroporos en el sistema de cero laboreo (Shipitalo y Edwards 1993 citado por 44).

II.C.3 Absorción de nutrientes por los cultivos

En un trabajo en sistemas de laboreo se encontró que hay interacción año-sistema de laboreo, en concentraciones de nitrógeno en plantas de Girasol en estado vegetativos bajo sistemas de cero laboreo y laboreo reducido, mientras que no existió en laboreo convencional. No hubo efecto significativo de los sistemas de laboreo en las concentraciones de fósforo y potasio en plantas en estadio vegetativo. Para el estadio reproductivo no se encontraron diferencias significativas para ningún nutriente (14).

En el cultivo de Girasol se observó mayor producción de MS así como mayor absorción de nutrientes (N, P y Ca) realizado con laboreo reducido frente al laboreo convencional, esto lleva a un mayor rendimiento de semilla y mayor porcentaje de aceite (Deibert 1987 citado 14).

Los resultados indican que Girasol bajo sistemas de laboreo reducido con buena población similar al convencional se comportan igual al cultivado bajo laboreo convencional con respecto a crecimiento y absorción de nutrientes cuando se le proveen estos en cantidades adecuadas y se mantiene un buen control de malezas (14 y 60).

Trabajando con tres sistemas de laboreo reducido (14), se encontró que en estadio vegetativo las plantas de Girasol mostraban una tendencia a ser más altas y con una mayor producción de materia seca, pero no siendo dicha diferencia significativa. Mientras que a floración se encontraron diferencias significativas en MS entre cero laboreo y laboreo en el surco contra los laboreos convencionales.

Triplett et al., (1972) (citado por 3) compararon la aplicación de nitrógeno y fósforo en banda y al voleo en el cultivo de Maíz. Las respuestas en rendimiento en grano fue mayor en la aplicación en banda con respecto a la aplicación en superficie, lo cual fue corroborado por la concentración de fósforo en planta, no produciendose diferencias entre siembra directa y laboreo convencional.

De varios trabajos se desprende que hay una mayor eficiencia de utilización de los nutrientes poco moviles en sistemas de cero laboreo, indicado por un mayor rendimiento con la misma dosis de fertilizante explicado por un mayor contenido de humedad de los horizontes superiores el cual favorece el desarrollo radicular y aumentaría la solubilidad

del fósforo y potasio (46; 64 y 71). Moschler y Manters (1975) (citado por 3) determinaron que la eficiencia de utilización de fósforo siempre fue superior para siembra directa en todos los niveles de fertilización, que para laboreo convencional.

II.D EFECTOS ALELOPATICOS DE LOS CULTIVOS Y SUS RASTROJOS

II.D.1 Introducción

La Alelopátia ha sido considerada un problema en sistemas conservacionista, en los que los residuos de los cultivos son dejados en superficie y por lo tanto se expone a semillas y plántulas a la influencia de las modificaciones en el ambiente que estos puedan causar.

Debido a que los factores ambientales pueden enmascarar sus efectos, y no es fácil separar sus consecuencias de la acción de los restantes elementos interactuantes en el suelo, muchas veces no es tomada en cuenta como un factor a manejar en sistemas agrícolas.

II.D.2 Definición e Importancia

Los términos alelopátia y competencia son muy difíciles de separar dado el grado de interrelación que hay entre ellos, diferenciándose porque esta última envuelve la reducción o remoción de algún factor del ambiente requerido por alguna otra planta que comparte el habitat (57). Rice (1979) (citado por 36) define alelopátia como la interacción entre todo tipo de planta tanto beneficiosa como perjudicial, implicando la liberación al medio de compuestos bioquímicos que van a afectar a otra planta.

Los efectos de las sustancias fitotóxicas en las plantas no son específicos si no que las distintas especies tienen

diferentes grados de susceptibilidad a las mismas, dependiendo de condiciones ambientales como temperatura, humedad y precipitaciones; tipo y características de los rastrojos y factores de manejo. Dentro de otros, ubicación en superficie o enterrados, también de características propias del cultivo que sufre las consecuencias de la sustancias tóxicas como el estado fenológico y la variedad (32 y 34). Estas condicionantes llevan a que los trabajos realizados sean puntuales para distintas situaciones y no puedan ser interrelacionados entre si fácilmente en muchos de los casos citados.

La alelopatía se menciona como problema asociado a sistemas de laboreo conservacionista en que se deja residuos en superficie. Esto se evitaría con el quemado del rastrojo, o selección del cultivo que deja el rastrojo (16).

Por ejemplo Davison y Santelman (1973) (citados por 16) los cuales afirman que el pobre desarrollo en casos de cultivos con rastrojo en superficie no se corrige con el agregado de mas nitrógeno demostrando que nos encontramos frente a casos de alelopatia y no de competencia por este nutriente.

También se menciona que un efecto en el desarrollo radicular causado por sustancias alelopaticas, podría traer aparejado una menor capacidad de competencia, mostrándose así la vinculacion que existe entre estos dos fenómenos (37); el potencial alelopático de algunos cultivos, además de los efectos negativos que podría tener sobre el próximo cultivo, podría ser utilizado en forma conjunta con la competencia para control de malezas como por ejemplo el caso de Sudex (híbrido de sorgo y sudan) citado en (79).

II.D.3 Efectos en el cultivo

Los efectos de las sustancias alelopáticas son dependientes de su concentración. Si esta es baja, pueden ser estimulantes y presentar efectos sinergicos con hormonas, mientras que altas concentraciones producen disminución del crecimiento (50 y Khailov 1974 citado por 36).

Efectos como enlentecimiento en la germinación, menor crecimiento de parte aérea y raíces, macollaje reducido,

tallos cortos, achaparramiento de hojas, granos arrugados y chicos, y perdida de plantas, se pueden atribuir a un efecto alelopático por parte del rastrojo cuando se siembran cultivos con residuos en superficie (68 y Patrick 1976 citado por 36).

Nielsen et al., (1960), citado por (57) demostró que materiales de ciertos cultivos como heno de alfalfa, tallos de maíz maduro, tallos de papa y paja de avena contienen substancias solubles en agua que inhiben la germinación y crecimiento de plántulas de maíz, soja, poroto, avena, alfalfa y Phleum pratense.

Borner (1960) citado por (57), encontró que extracto en agua fría de cebada, centeno, trigo y avena inhiben el crecimiento de raíces de trigo incluso a concentraciones de material de planta en agua de 1:400. También se encontró material inhibidor en extracto de suelo conteniendo diferentes cantidades de paja y raíces.

En ensayos a campo realizados evaluando el efecto de distintos rastrojos sobre cultivo de trigo, encontraron que los residuos secos actuaron con mayor depresión en el largo de raíces, que residuos en descomposición y residuos frescos; mientras que en coleoptile todos los tratamientos redujeron por igual su crecimiento (37). El máximo efecto encontrado sobre el largo de las raíces se produjo sobre residuos de leguminosas, mientras que el residuo de avena causo el menor efecto. Solo se encontraron efectos importantes en germinación en el caso de trigo sobre poroto (48% de germinación). En este trabajo se encuentra que la mayor inhibición estuvo dada por rastrojo de leguminosas, mientras que en (16) se cita que las leguminosas no son alelopáticas.

Winter (1961) (citado por 37), muestra que los fenómenos atribuidos a los efectos de químicos producidos por o desde residuos son manifestaciones secundarias de efectos primarios. Por ejemplo disrupciones a nivel ultraestrúctural como puede ser alteraciones en la membrana o en la división celular lo que podría producir un acortamiento radicular (Muller 1966, Larber y Muller 1976, Koch y Wilson 1977, Lovett 1982 citados por 37).

Se identifico un hongo (Penicillium urticae) que produce una sustancia denominada Patulina que induce síntomas sugerentes de desbalance hormonal en las plantas debidos a auxinas, compuestos sinérgicos o antiauxinas (50). Esta sustancia afectaría tanto a plantas como a microorganismos (18), produciendo inhibición en el grupo sulfidrilo, en la

división celular, afectando la permeabilidad de la membrana y la actividad enzimática (18 citando a Rinder Knetch el al.1947; Wand, F H 1948; Gaumann, E. et al., 1947; Gottlieb, D. et al., 1964; Singh, J. 1966) afectando, según postula Singh (1966) (citado por 18) primariamente a la respiración.

Estudiándose el efecto de la aplicación de patulina en cultivo de trigo, se encontró efecto en la germinación, elongación de tallo y floracion. Estas etapas coincidieron con condiciones en que el Penicillium urticae bainier se encuentra en máximo número y es posible aislar patulina del suelo (otoño y primavera) (18).

Se puede concluir que efectos inhibitorios de la germinación y crecimiento de plántulas de diversos cultivos puede ser atribuida a efectos alelopaticos producidos por extractos de tejidos de diversas plantas en condiciones de bioensayos y no a efectos salinos o de presión osmótica de las soluciones en las cuales germinaron las semillas. Pero es difícil atribuir en forma concluyente a la alelopatia como único causante de inhibiciones en el crecimiento de cultivo en condiciones de campo (57).

II.D.4 Factores ambientales que favorecen la expresión de efectos alelopáticos en cultivos

Se identificaron distintos tipos de fitotoxinas según sean producidas por la propia planta, liberadas por la descomposición de estas o por la descomposición microbiana, así como por lavado directo de sus residuos (16; Lynch y Cannell 1980, citados por 37). Se podría esperar que en distintas condiciones ambientales se expresaran diferentes formas de producción y o liberación de sustancias fitotoxicas por parte de residuos de cultivos.

Para que se den pobres rendimientos atribuibles a la presencia de sustancias tóxicas, el clima debería ser seco durante el barbecho (para impedir el lavado de las sustancias tóxicas), y ocurrir lluvias cercanas a la siembra (que laven las sustancias fitotóxicas hasta el suelo) (34).

Dawson et al., (1948) (citado por 18) encontró que en los 2,5 centímetros superficiales de suelo, en el tratamiento con mínimo laboreo hubo mayor cantidad de hongos, bacterias y

actinomicetes que en tratamientos con suelos arados. De los microorganismos aislados del suelo por McCalla (1963) (citado por 18) casi el 40 % producían sustancias que reducen el crecimiento de plantas.

II.D.4.a Humedad y Temperatura

Con la información disponible hasta el momento, no es posible atribuir directamente a fitotoxinas la disminución de rendimientos observada en cultivos de trigo con residuos en superficie, pero existen irrefutables evidencias de que el problema es biológico, y de que varía con el clima. Esto marca la importancia de las condiciones climáticas y del microambiente suelo-residuo-planta para que este tipo de fenómenos se exprese (16).

Máximos de inhibición sobre plántulas de trigo y avena se encontraron, a partir de extractos en agua de paja de trigo sin descomponer y con descomposición de 6 a 8 días y 35 a 42 días. Las pruebas sobre las plántulas se realizaron en ambiente totalmente aséptico, evitando efectos como inmovilización de nitrógeno o fitopatógenos (34).

En este ensayo se tomaron muestras de rastrojo de tres diferentes lugares, donde en el primer caso no tuvieron lluvias y por lo tanto no hubo efecto del lavado y se lo almacenó durante diferente tiempo; mientras que los dos restantes tratamientos tuvieron lluvias, un grupo 38,6 mm y el otro 98,3 mm. Observándose en este que tanto el tiempo de almacenamiento como el lavado del rastrojo redujo la capacidad de su extracto para inhibir el crecimiento. En los casos en que disminuyó la inhibición por parte del extracto, si este se concentraba su poder inhibitorio se recuperaba.

Las condiciones óptimas para la producción de fitotoxinas son: suelo frío, húmedos y primeros estadios de descomposición; cuando estas condiciones existen no importan el tipo de suelo ni de planta (68).

Trabajando con rastrojos de arroz en condiciones de anaerobiosis encontraron que la mayor producción de compuestos orgánicos fitotóxicos como ácido acético, ocurrió en los tratamientos con la mayor cantidad de residuos y temperaturas de 30 ºC, por considerarse una mayor actividad microbiana

(48).

Otros autores han identificado como compuestos fitotóxicos ácidos orgánicos como: fenil acético, benzoico, 3-fenil propionico y 4-fenil butirico (69); citándose además azoto p-hidroxibenzoico y p-hidroxibenzaldehido(79).

Iswaran y Harris (1968), (citados por 16) trabajando en condiciones de invernáculo, colocaron una capa de residuos en superficie de macetas con suelo, y las regaron hasta capacidad de campo. En esta condiciones, el potencial redox (Eh) del suelo disminuyó rápidamente, estableciéndose condiciones de anaerobiosis, y fué posible extraer fitotoxinas del residuo en descomposición. A 25 ºC, la producción de fitotoxinas estuvo relacionada con la cantidad de residuos en superficie y la reducción de la aireación de suelo.

Patrik y Koch (1958) citados por (57), encontraron que la inhibición producida por extracto de Phleum pratense, maíz, centeno y tabaco en la respiración de plántulas de tabaco, era mayor si la descomposición del material vegetal había ocurrido bajo condiciones de suelo saturado. Esto indicaría una mayor producción de toxina, toxinas diferentes o una degradación diferencial cuando hay condiciones anaeróbicas.

Patrick (1971) (citado por 36), encontró que en el suelo existen microzonas en que se dan condiciones de mas humedad y menor aireación donde se favorece la producción y acumulación de toxinas a niveles tóxicos mientras que si tomamos el promedio las concentraciones pueden ser bajas.

McCalla y Duley (1948) citado por (57), encontraron que los efectos adversos de residuos de trigo en el maíz eran particularmente marcados durante períodos de clima frió y húmedo. En estas condiciones las fitotoxinas pueden detectarse de 5 a 10 días después de enterrado el cultivo verde.

Con respecto a la temperatura se menciona que 15 a 23 ºC no influyen en la producción de fitotoxinas; la humedad relativa puede provocar que las fitotoxinas sean estimulantes (menor a 30%) o fitotóxicas (mayor a 30%) para el próximo cultivo (68). Suelos con pH ácidos producen compuestos fitotóxicos mientras que los de ph básico no los producen.

Cochram (1977), (citado por 16) obtuvo resultados de que la producción de fitotoxinas de paja de cebada, trigo, poroto y lenteja en descomposición siguió patrones cíclicos; los cuales se explican por picos de máxima seguidos de mínimos a

lo largo de la etapa de descomposición en las diferentes estaciones de año, y generalmente no se encontraron con temperaturas del aire mayor a 15 ºC, siendo necesario también que la paja estuviera muy mojada.

Es así que Pappendick y Miller (1977) citados (16), llegan a la conclusión de que los problemas de fitotoxicidad, en condiciones de barbecho de verano y bajas precipitaciones, deberían ser nulos o ausentes.

Rice en 1979 (citado por 36) observó que conociendo las condiciones y caracteristicas de los residuos de un cultivo, se podrían evitar sus posibles efectos alelopáticos mediante medidas de manejo.

II.D.5 Efecto de la cantidad y ubicación del material vegetal en el suelo

La alelopatia causada por residuos en superficie dependerá de la cantidad y distribución que tengan sobre el suelo. Si en la cosecha se forma una gavilla de residuos es mucho mas probable que se produzcan sustancias alelopáticas en esa zona (36). No existen efectos alelopáticos cuando los rastrojos son quemados o enterrados (16).

Se menciona que al mezclar rastrojos con el suelo el efecto puede disminuir por que las sustancias tóxicas se diluyen (57). Sin embargo Lynch y Conell (1980) mencionados por (37) encontraron que los residuos incorporados al suelo se descomponen mas rápido que los dejados en superficie, lo cual traería aparejado que se alcancen concentraciones tóxicas mas rápidamente.

La previa descomposición durante cierto período de residuos con el suelo antes de la siembra podría ser deseable para evitar los efectos de la inmovilización de nitrógeno y producción de sustancias fitotóxicas durante la fase inicial del cultivo (63).

Residuos de trigo sobre suelo reducen la germinación de otro cultivo de trigo, esto se puede dar porque las sustancias tóxicas se lixivian hacia el suelo, son retenidas por los coloides y se acumulan hasta concentraciones tóxicas (35), en lo cual coinciden con (57) que dice que no por estar absorbidas pierden sus propiedades tóxicas.

II.E EFECTO DE LA QUEMA DEL RASTROJO

II.E.1 Importancia

La quema es usada por los agricultores para eliminar plantas con enfermedades, reducir la población de malezas (Malberg 1973 citado por 11), facilitar la preparación de la cama de siembra, y aprovechar el aporte de nutrientes a corto plazo (11).

Ridley 1977 (citado por 11) menciona como efectos beneficiosos de la quema, la reducción que provoca en la cantidad de paja. Las grandes cantidades de paja por lo general deprimen el rendimiento de los cultivos debido al pobre establecimiento, inmovilización de nutrientes y producción de fitotoxinas hidrosolubles.

II.E.2 Efectos en el suelo

II.E.2.a Corto Plazo

Durante una quema tanto el nitrógeno como el azufre pueden ser perdidos por volatilización (Daubenmire 1968; Raison 1979 citados por 11), estimandose pérdidas de nitrógeno por volatilización de entre 50 y 70% (56). Además se produce una rápida conversión de nutrientes de la materia orgánica en nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio inorgánicos (Nye 1959; Smith 1970 citado por 11), lo que produciría un aumento de estos nutrientes en el centímetro superficial. Estos aparecen en la ceniza y pueden ser perdidos rápidamente por lavado (especialmente nitrógeno) y erosión (11).

Laura (1974) (citado por 11) muestra que el amonio puede ser formado por reacciones químicas puras cuando existen altas temperaturas. La quema provoca en el centímetro superficial aumento de nitrógeno como amonio intercambiable (11).

En dos trabajos se menciona que el efecto de la quema de

los residuos en la temperatura del suelo raramente aumenta por debajo de 1 cm de profundidad y el máximo se dio en la superficie (338 a 422 ºC); dependiendo de la cantidad de paja y la velocidad del viento. El enfriamiento del suelo se produjo entre 5 y 15 minutos (11 y 55).

Las poblaciones microbianas se vieron afectadas por la quema hasta 2,5 cm de profundidad (Daubenmire 1968; Ahlgren 1974 citado por 11), disminuyendo el numero de bacterias y hongos pero estos últimos recuperaron su población mas rápidamente (11).

Luego de la quema las células muertas sirven como substrato rápidamente disponible para los microorganismos sobrevivientes, aumentando su actividad lo cual se comprueba por aumento en la respiración del suelo (11).

Dado esto la quema podría haber alterado el patrón de mineralización de nitrógeno pero no el total de nitrógeno liberado, concentrándolo al principio de la estación de crecimiento (56).

Cuando se queman continuamente los rastrojos determinan en el corto plazo un incremento en la compactación de la superficie del suelo (62). También causando una rápida desecación de suelo, produciendo que los primeros centímetros del suelo queden impermeables, afectando las propiedades físicas del suelo por el aumento de la densidad aparente y disminución de la estabilidad de agregados, pudiendo afectar el desarrollo radicular de los cultivos (Ridley 1977 citado por 11).

II.E.2.b Largo Plazo

Los mismos autores mencionan efectos negativos de esta práctica, como la menor conductividad del agua, mayor compactación, mayor suceptivilidad a erosión, menor nitrógeno mineralizado, menor población microbiana, pérdida gradual de materia orgánica.

Dowel y Crees (1980) (citado por 58) no encontraron diferencias en la inmovilización de fertilizante nitrogenado entre tratamientos de siembra directa con quema y laboreo convencional.

En largo plazo la quema continua afecta negativamente la cantidad de materia orgánica en el suelo, descendiendo por lo tanto los niveles de carbono y nitrógeno orgánicos, comparado con tratamientos sin quema, perdiéndose los efectos beneficiosos que tiene por aumento inmediato a la quema. Esto se ve reflejado en los rendimientos de los cultivos los cuales son mejores en el primer año y luego disminuyen con el tiempo.

Sin embargo la quema de rastrojos no tuvo efectos en los rendimientos en un experimento llevado a cabo durante 6 años por (56), estos autores explican estos resultados afirmando que la quema no aumenta los rendimientos cuando existen limitantes hídricas.

El escurrimiento y perdida de sedimentos por erosión fueron similares en areas quemadas por primera vez y sin quemar; pero estas aumentaron significativamente después de realizada la segunda quema (19).

Tanto los tratamientos con, como sin quema tuvieron respuesta a la fertilización nitrogenada y fosfatada; porque en el caso de con quema existe pérdidas de nitrógeno y disminuye la habilidad del suelo para mineralizarlo, mientras que cuando no existió quema podría haber habido inmovilización de nitrógeno por la paja (11).

II.F ANTECEDENTES NACIONALES

La información nacional para siembra directa como medida conservacionista es muy escasa y recién en los últimos años se ha comenzado a generar alguna información experimental.

Con respecto al manejo del rastrojo que dejan en superficie los cultivos de invierno, para la siembra de cultivos de segunda es muy escasa y hay muy pocas experiencias sobre el tema. Uno de los manejos mas frecuentes realizados por los agricultores en estos casos es la quema del rastrojo que se encuentra en superficie; buscando facilitar la siembra, reducir efectos alelopáticos, control de malezas presentes en cosecha y reducir la presencia de inóculo de enfermedades que sobreviven sobre estos (15). Perdiendo así las ventajas que ofrecería el rastrojo en superficie, como las que se mencionan en bibliografías extranjeras.

En un trabajo realizado en Soriano (4), se encontró que la quema de los rastrojos de cultivos de invierno, mejoran el aporte de fósforo y nitrógeno inmediatamente luego de la quema; pero esto es solo momentáneo perdiendo así el aporte que podrían hacer los rastrojos mas a largo plazo si no son quemados.

En cuanto al cultivo de Girasol realizado como cultivo de segunda sobre rastrojo, los primeros experimentos a nivel nacional indican que tiene problemas de desarrollo inicial. Trabajos mas recientes encontraron diferencias significativas entre tratamientos con y sin quema en población inicial y final a favor de tratamientos sin quema; mientras que los tratamientos con quema tuvieron un mayor diámetro de tallo y capitulo atribuible a la menor población (15).

Cuando se comparó tratamientos con siembra directa y quema con disquera (60), se encontró que la siembra directa muestra una clara tendencia a tener mas humedad en el suelo que los tratamientos con quema de rastrojos mas disquera, teniendo una similar implantación de los cultivos para ambos tipos de laboreo. Con respecto a las poblaciones logradas para el cultivo de Girasol y sus rendimientos este trabajo no encontró diferencias entre los diferentes tratamientos de laboreo.

Diferencias en rendimiento de Maíz en siembra directa, sobre suelos arenosos de Tacurembó, fueron explicadas por diferentes contenidos de humedad en suelo causado por la

presencia de rastrojo en superficie (54).

En otro trabajo se comparo siembra directa con mínimo laboreo y se encontró que los rendimientos fueron similares para ambos métodos de laboreo, tendiendo a ser levemente superiores los del tratamiento con siembra directa (3).

Los efectos de la cantidad de rastrojos resultante de lo diferentes métodos de laboreo, sobre la variación de temperatura a lo largo del día se estudiaron en ensayos realizados en areniscas de Tacuarembó, donde se obtuvo como resultado que la mayor cobertura del suelo fue la causa de las diferencias de temperaturas máximas entre tratamiento de siembra directa y laboreo reducido: encontrándose la menor temperatura en los casos con mayor cobertura de rastrojo (54). Coincidiendo con esto en un ensayo en Soriano se encontraron temperaturas en tratamientos con rastrojo de 32.9ºC frente a 35.0ºC en suelo desnudo el día 6 de enero de 1993 (4).

III MATERIALES Y METODOS

El experimento se instalo en la Estación Experimental Dr. Mario A. Cassinoni, Facultad de Agronomía, Departamento de Paysandú en el verano de 1993-94; sobre un Brunosol Eutrico / Subeutrico Tipico, Formación Fray Bentos correspondiente a la unidad San Manuel, según la Carta de Reconocimiento de Suelos del Uruguay escala 1:1000000 (MGAP).

El cultivo de invierno anterior fue Cebada cervecera variedad Clipper, laboreada en forma convencional y cosechada el 22 de Diciembre de 1993 con un rendimiento de 1760 Kg/Ha. El cultivo de Girasol (hibrido Contiflor 3), se sembró el 28 de Diciembre y resembró el 12 de Enero de 1994; debido a una baja emergencia del cultivo. Buscando 50.000 plantas por hectárea, se sembraron 4 semillas por metro lineal a 0,51 metros entre hilera.

El dia de la cosecha de Cebada se realizaron los tratamientos correspondientes a los diferentes manejos de rastrojo.

-1. Quema más excéntrica (Q+E), (testigo).
-2. Excéntrica (E), (laboreo con rastrojo).
-3. Rastrojo retirado (S/R), (siembra directa sin rastrojo).

-4. Rastrojo retirado con devolución post-siembra (-R+R), (siembra sin rastrojo, cultivo con rastrojo).
-5. Rastrojo en pie (S/T)
-6. Rotativa (Rot.)
-7. Quema (Q)

El 23 de Diciembre en los tratamientos S/R, -R+R, Rot. y ST se aplico Glifosato a razón de 0,72 litros de ingrediente activo por Ha. El 10 de Enero previo a la resiembra se volvió a aplicar Glifosato con el objetivo de eliminar las plantas emergidas en todos los tratamientos, a igual dosis que la anterior.

Para la siembra se utilizo una sembradora para siembra directa de cultivos de invierno (Semeato TD 220). Al utilizarse dicha sembradora para todos los tratamientos, en aquellos con laboreo se redujo la presión de los discos con el objetivo de lograr homogeneidad en la profundidad de siembra.

En siembra y resiembra se aplico 50 Kg/Ha de fertilizante 25-33-0 en cada una.

III.A DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño usado consistió en bloques completamente al azar, con cuatro repeticiones y siete tratamientos. Cada bloque midió 32 por 28 m divididos en 8 partes adjudicandose al azar las siete parcelas que corresponde a los tratamientos de rastrojo; quedando una libre. El tamaño de parcela fue de 7 por 16 m. Debido a daño causado por liebre que causo muerte de plantas, el bloque cuatro no fue tomado en cuenta para determinaciones en planta.

III.C DETERMINACIONES

III.C.1 Determinaciones en suelo

III.C.1.a A la siembra :

-Humedad Gravimétrica : Se extrajeron muestras mediante un calador de 0 a 10 cm. de profundidad. Los resultados se expresan en porcentaje del peso seco. Se determino a la siembra y 8 días post siembra.

-Rastrojo en superficie : Se determino a la siembra, mediante un muestreo al azar con un cuadro de 0.3 x 0.2 m, con tres determinaciones por tratamiento de rastrojo. La muestras se colocaron en estufa a 60ºC hasta peso constante. Los resultados se expresan en KgMS x $Há^{-1}$.

-Temperatura del suelo : a) Se realizó a dos cm de profundidad a la siembra , a las 12 horas del día. Para lo cual se usó un termómetro electrónico con termocúpula Fluke 52.

b) Además se determino la evolución de la temperatura del suelo durante 24 horas. Para esto se muestreo cada 4 horas en puntos fijos en los bloques 3 y 4, el día 9 de Enero.

III.C.1.b A la resiembra :

-Humedad : Se determinó a la resiembra , 10, 20 y 30 días post resiembra. En la primera determinación se utilizó la metodología ya descripta. En las siguientes se determino humedad usando un ÍRAMS Soil Moisture Analizer en los primeros 15 cm. del suelo. Se expresa como porcentaje de humedad Vólumetrica en el suelo.

-Nitratos : Las muestra de suelo obtenida para determinar rastrojo en el surco, se secaron en estufa a 60º C, luego se molieron y tamizaron, realizándose las determinaciones por la técnica de electrodo de nitratos con un equipo Orion modelo 93-07 con sulfato de cobre como floculante. Los resultados finales se expresan como partes por millón.

-Temperatura del suelo : Se realizo utilizando la técnica ya mencionada para buscar una relación entre temperatura del suelo y el desarrollo fenológico del cultivo en las primeras etapas. Se realizaron medidas de temperatura en 3 puntos fijos por tratamiento en los bloques 1 y 2; día por medio entre el 2 y el 18 de Febrero, en el mismo momento del día. Estas mediciones fueron acompañadas con la medición del estado fenológico de una planta en cada punto.

III.C.2 Determinaciones en planta

- Implantación : Se determino mediante área de muestreo fijo (4 surcos centrales de 5 metros) en cada parcela, día por medio. Se identifico cada planta por su posición relativa (en centímetros) al inicio del surco, lo que posibilitó por determinar tanto las emergencias como muertes para cada fecha. Las mediciones se realizaron hasta que la población se considero establecida.

-Materia Seca de parte aérea y Raíz a 10, 20, 30 días y floración : Se determinó mediante muestreo de 3 plantas en similar estado fenológico por parcela fuera del área de muestreo para implantación. Determinándose el peso seco mediante secado de las plantas a estufa (a 60 ºC) hasta peso constante.

-Nitrógeno en parte aérea de la planta 10, 20 30 días y floración : Se determinó sobre las plantas muestreadas para materia seca mediante el método Kjeldalh.

-Evolución de estado de desarrollo (Tasa de emisión de hojas) : Se cuantifico el desarrollo fenológico en tres plantas identificadas y nacidas el mismo día por tratamiento de rastrojo en dos bloques, a través del crecimiento de hoja. Se consideró hoja desarrollada a aquella mayor a 4 cm de longitud. La hoja en crecimiento se la cuantifico en término relativo.
Una planta con una hoja de mas de cuatro cm y la siguiente con 2 cm se la cuantifico como con 1.5 hoja. El seguimiento se realizo durante 15 días a partir del 2 de febrero.

-Rendimiento y número de capítulos : Se cosecharon el día 30 de abril de 1994 los surcos a los que se les determinó implantación y los dos surcos adyacentes. Se contaron los capítulos al trillarlos. No se pudo determinar peso de mil semillas por alto porcentaje de semillas sin cascara.

-Numero de plantas volcadas : Se realizó conteo de estas en los surcos a cosechar.

III.D Analisis Estadistico

Para todas las variables se realizó análisis de varianza y separación de medias mediante la prueba de la mínima diferencia significativa (DMS), al 5% de probabilidad de error. La separación de medias por DMS se tomaron en cuenta solo cuando el análisis de varianza fue significativo (Pr>F 5%).

El modelo utilizado fue :

$$Yij = u + Bi + Tj + Eij$$

donde : u = media general
Bi = efecto bloque
Tj = efecto tratamiento
Eij= error experimental

En el caso del rendimiento además se realizo análisis de varianza con covariables, tomándose como covariables a número de capítulos cosechados y tamaño promedio de estos.

Los efectos de cada uno de los tratamientos se analizaron por contrastes de medias. Los contrastes realizados fueron:

1. Con Rastrojo contra sin rastrojo.
   (S/T, Rot., -R+R contra Q, Q+E, E, S/R).
2. SD con Rast. contra SD sin Rast.
   (S/T, -R+R contra Q, S/R).
3. Laboreo contra Siembra Directa.
   (Q+E, E contra S/T, S/R, Rot., -R+R, Q).
4. Laboreo contra SD sin Rast.
   (Q+E, E contra S/R, Q).
5. SD con rast. en pie contra SD rast. chato.
   (S/T contra -R+R, Rot.).

Para las variables temperatura del suelo a la siembra y cantidad de rastrojo en superficie, se realizó un análisis de regresión simple; al igual que para humedad del suelo y cantidad de rastrojo.

El paquete estadístico utilizado fue el S.A.S. 6.02 (1990).

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

IV.A CARACTERIZACION DEL AÑO DEL CULTIVO SEGUN PRECIPITACIONES Y EVAPOTRANSPIRACION.

El total de las precipitaciones para el periodo en que se realizo el cultivo estuvo por debajo del promedio para ese periodo en los últimos cinco años (Cuadro 1).

Cuadro 1: Promedio de precipitaciones mensuales del año 1989/94, para el periodo de desarrollo del cultivo.

Mes	Año 89/90	90/91	91/92	92/93	93/94*	Media
Nov	224.4	137.9	67.3	110.5	145.6	
Dic	73.7	--	179.5	123.4	138.6	
Ene	61.1	193.4	53.5	162.6	97.7	
Feb	360.3	13.7	81.0	85.3	75.3	
Mar	256.0	41.6	90.9	47.0	95.9	
Abr	209.5	171.4	150.1	273.9	77.0	
Total	1184.0	558.0	622.3	802.7	621.1	737.6

* Año del ensayo.

La distribución quincenal de las precipitaciones (PP) caracterizo al periodo como de deficit hídrico debido a una alta evapotranspiración potencial (ETP) hasta 60 dias post resiembra, lo que hace que aunque en el periodo presiembra se tengan 168,6 mm de agua caida esta es igualmente deficitaria para mantener un buen porcentaje de humedad en el perfil del suelo a la resiembra, la cual es importante para la emergencia del cultivo. Las precipitaciones que ocurren luego de la resiembra se concentran después de los 10 dias post-resiembra, que es donde se observo la mayor en emergencia del cultivo (Cuadro 2), (Figura 11).

Cuadro 2: Distribución quincenal de Precipitaciones y Evapotranspiración para el ciclo del cultivo.

Etapa del Cultivo (días)	Precipitación (mm)	Evapotranspiración Tanque "A" (mm)
-45 a -30	84.6	97.5
-30 a -15	58.7	101.2
-15 a 0	25.3	126.8
0 a 15	70.4	147.6 *
15 a 30	20.9	106.3
30 a 45	54.4	109.7 **
45 a 60	8.5	100.3
60 a 75	87.4	74.2 ***
75 a 90	67.9	61.1
90 a 105	9.6	50.5 ****

* Implantación ** Botón Floral
*** Floración **** Cosecha

IV.B CARACTERIZACION DE LOS TRATAMIENTOS

Los tratamientos evaluados determinaron cantidades y posiciones diferentes de rastrojo en superficie al momento de la siembra (Figura 1 y Cuadro 11 anexo).

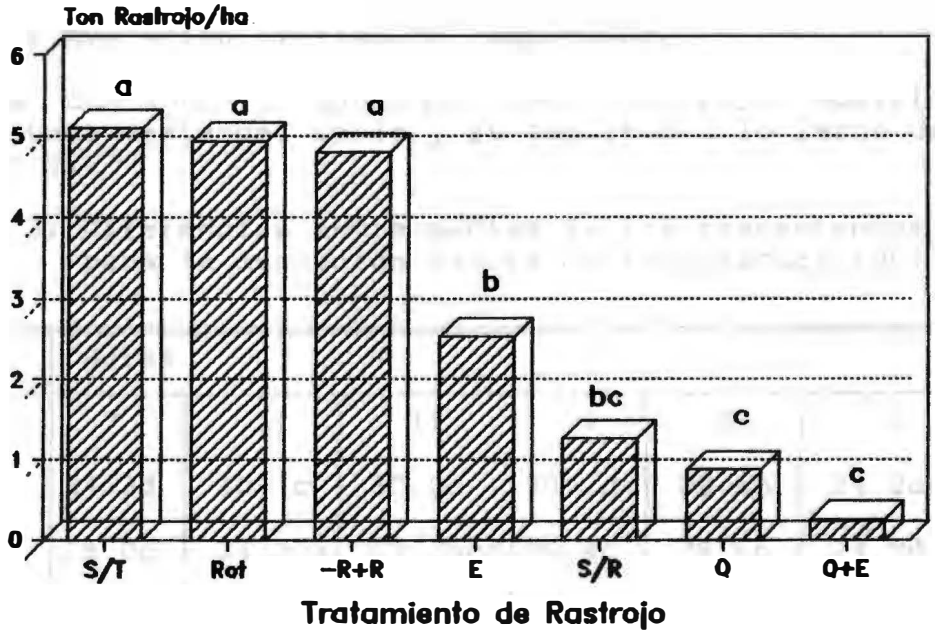


Figura 1: Tratamientos y cantidades de rastrojo en superficie a la siembra.

Tratamientos con diferentes letras difieren por DMS al 5%

IV.C EFECTOS DEL MANEJO DEL RASTROJO EN EL AMBIENTE SUELO.

IV.C.1 Temperatura del suelo

IV.C.1.a Evolución diarias de temperatura.

La cantidad y posición del rastrojo modificó la temperatura media del suelo y su amplitud a lo largo del día (Cuadro 3).

Cuadro 3: Diferencias entre medias de los tratamientos, para la evolución diaria de temperatura (ºC).

	Horas					
Trat.	7	11	15	9	23	3
S/T	24.3d	30.4c	35.0d	30.2c	26.6b	24.2cd
Rot.	25.0c	34.7ba	37.2bcd	30.4c	26.6b	24.7d
R+R	24.8dc	33.5b	36.3cd	31.0bc	27.2ba	24.8bac
E	25.8a	34.9ba	39.3abc	32.5ab	27.5a	25.1ab
S/R	25.7a	35.1ab	41.2a	32.9a	27.8a	24.6abc
Q	25.5a	35.3ba	40.6a	32.9a	27.7a	24.8abc
Q+E	25.5ab	36.8a	40.1ab	33.2a	27.7a	25.3a
Pr>F	0.0001	0.0002	0.0034	0.0014	0.0084	0.0057
CV %	7.45	4.55	2.47	2.31	1.68	5.69
Max-Min	1.5	6.4	6.2	3.0	1.2	1.3

Los números con igual no difieren significativamente al 5% según DMS.

Al agrupar las medias de los tratamientos con rastrojo en superficie (S/T,Rot.,-R+R) y compararlas con los tratamientos sin rastrojo en superficie (Q+E,E,S/R,Q) se encontraron diferencias estadisticamente significativas para todas las horas de muestreo, siendo mayores las temperaturas para los tratamientos sin rastrojo. Las mayores diferencias correspondieron a las horas de máxima (4,14 ºC) (Figura 2 y Cuadro 1 del anexo). Estos resultados concuerdan con lo encontrado en la bibliografia (80, 4, 54), en la cual se encontró que según el volumen y distribución del rastrojo en superficie se da la variación de temperatura del suelo.

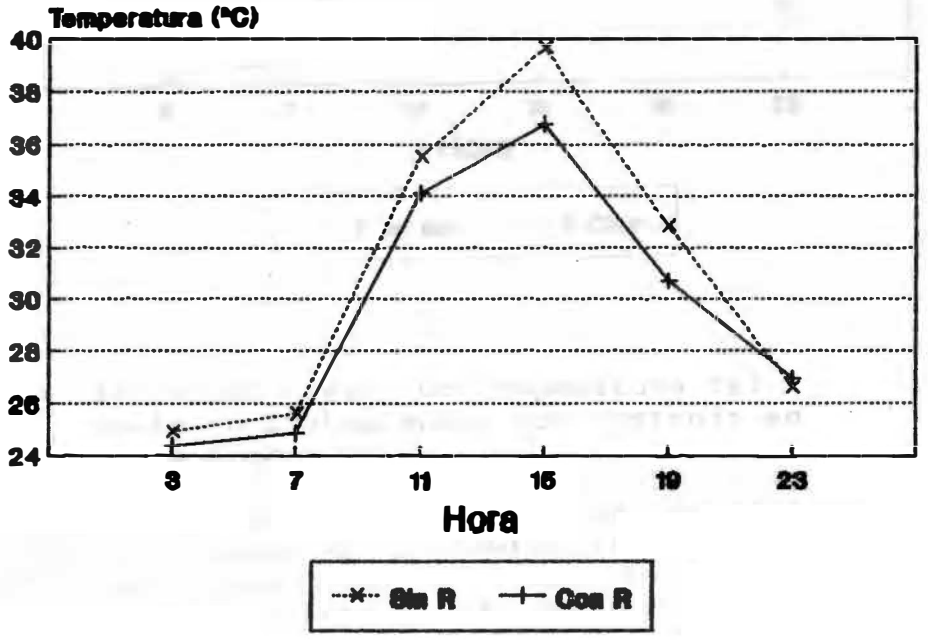


Figura 2: Evolución diaria de la temperatura en tratamientos con y sin rastrojo.

La comparación de los tratamientos con rastrojo en pie (S/T) en relación a rastrojo chato (Rot. y -R+R) mostró una tendencia a que estos presentaran mayores temperaturas, siendo significativas las diferencias a las horas 7 y 11 del dia. Lo cual no concuerda con lo encontrado en la bibliografia revisada en la cual se menciona que el suelo cubierto por rastrojo chato es mas frió que los suelos con rastrojo en pie (26) (Figura 3 y Cuadro 1 anexo), pero si concordado con Olaran y Piñeyrúa, sin publicar.

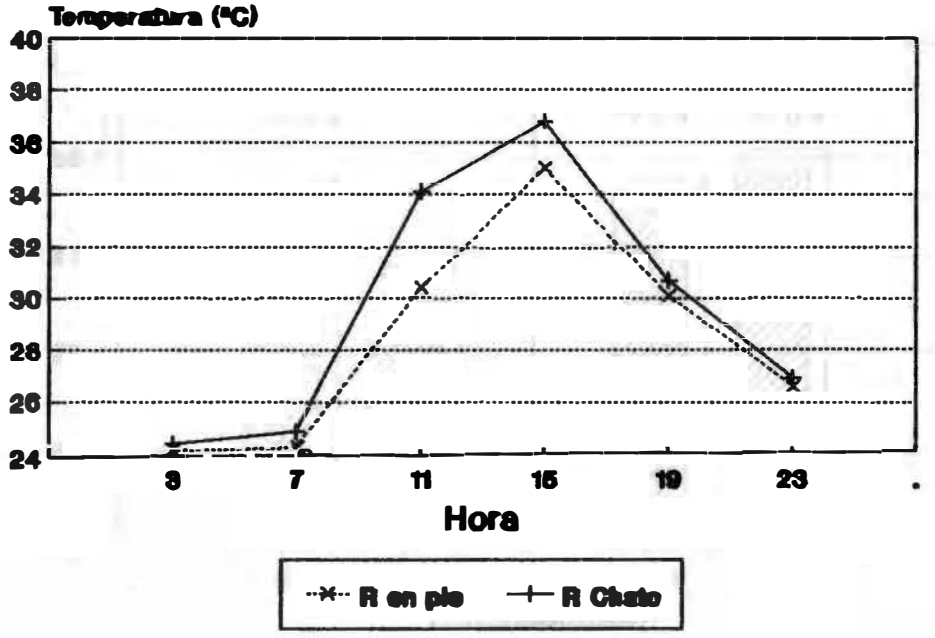


Figura 3: Evolución diaria de temperatura del suelo en tratamientos con rastrojo en pie y chato.

Cuando se compararon las medias de los tratamientos con excéntricas sin quema (E) y siembra directa con rastrojo en pie (S/T), se encontraron en todas la horas de muestreo diferencias significativas al 5 %, estando comprendidas dichas diferencias en el rango de 0.89 a 4.3 ºC. Sin embargo la comparación entre las medias de los tratamientos con laboreo (Q+E y E) contra siembra directa sin rastrojo en superficie (S/R y Q), las diferencias fueron mínimas, alcanzándose a ser significativas estadísticamente a las 3 de la mañana (0,4 ºC) (Figura 4). Esto permite concluir que el efecto del rastrojo es mas importante que la perturbación del suelo. Los resultados coinciden con lo encontrado en la bibliografía consultada, donde se menciona que el movimiento del suelo tiene poca influencia en la temperatura de este, dándole mayor importancia al efecto de la cobertura por el rastrojo (30; 28; 25) (Cuadro 3 y Cuadro 1 anexo).

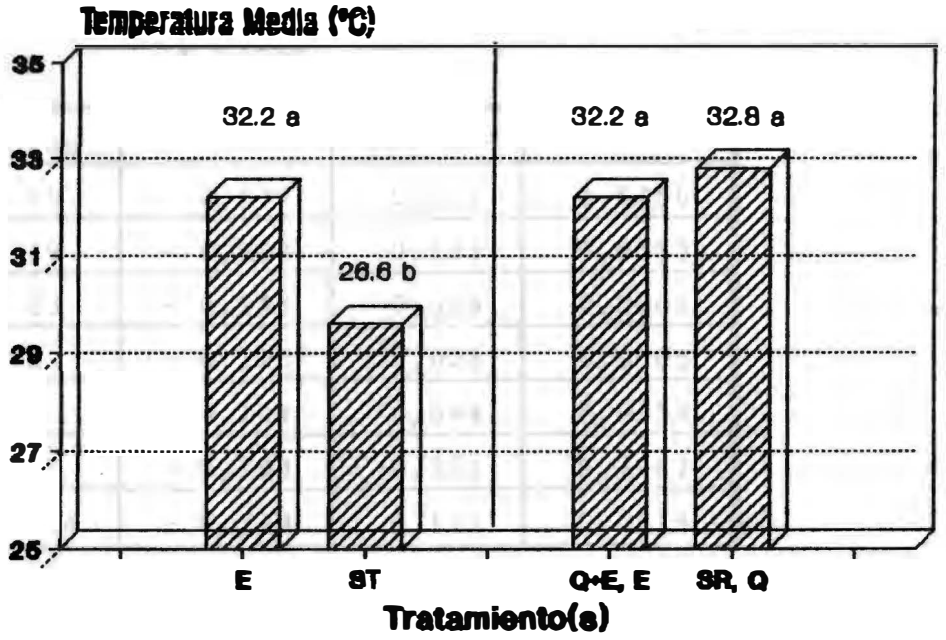


Figura 4: Temperatura media diaria (ºC) de los tratamientos con excéntrica y siembra directa sin tratamiento; y contrastes entre laboreados (Q+E, E) y siembra directa sin rastrojo (Q, S/R).

Existió una relación lineal negativa entre temperatura y cantidad de rastrojo, y el modelo fue significativo en todas las horas; aunque de bajo ajuste en las horas de máxima temperaturas (Cuadro 4, Figura 5 y Cuadro 2 anexo). En promedio, la temperatura del suelo se redujo en 0.3 ºC por cada tonelada adicional de rastrojo en superficie, variando entre 0.58 y 0.1 para las máximas y mínimas temperaturas del dia.

Cuadro 4: Resumen de regresiones entre temperatura (ºC) y cantidad de rastrojo (ton/ha) durante 24 horas.

Horas	b	Err Std	
15	- 0,579	0,259	0,0450
19	- 0,288	0,133	0,0513
23	- 0,155	0,028	0,0001
3	- 0,125	0,026	0,0005
7	- 0,104	0,044	0,0359
11	- 0,193	0,251	0,4567
Media	- 0,349	0,121	0,0114

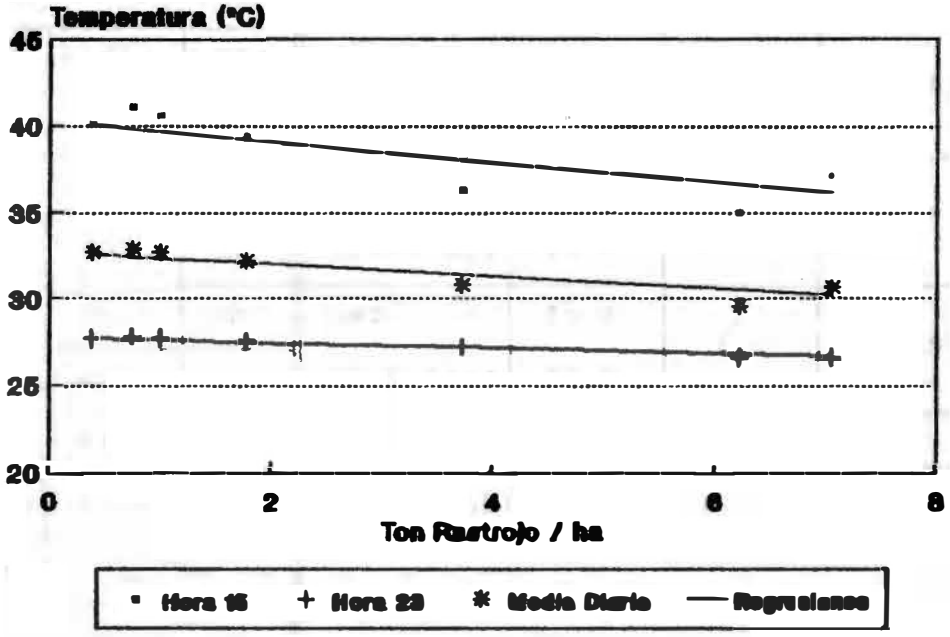


Figura 5: Regresión entre cantidad de rastrojo (Ton/ha) en superficie y temperatura (ºC) del suelo.

IV.C.1.b Temperatura del suelo a la resiembra y evolución entre el 2/2 y el 17/2.

En la determinación de temperatura a la siembra, (hora de máxima) también se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los diferentes tratamientos de rastrojo. En el análisis por contrastes el único significativo fue con rastrojo, sin rastrojo (Pr>F de 0.0008); siendo esta diferencia de 5.7 ºC. Esto también demuestra la importancia del efecto del rastrojo en superficie en la temperatura de suelo (Cuadro 5 y Cuadro 3 anexo).

Cuadro 5: Resumen medias y significancias según tratamientos y de contrastes de temperatura (ºC) a la resiembra.

Tabla de medias		
Trat.	Media	Sig.
S/R	47.8	a
Q	47.2	a
E	45.9	ab
Q+E	45.7	ab
Rot.	42.6	abc
S/T	41.3	bc
-R+R	39.3	c
CV%	8.398	
Pr>F	0.017	

Contrastes	Medias	Dif.	Pr>F
Sin Rast.	46.6	5.7	0.0008
Con Rast.	40.9		
Lab.	45.8	2.2	0.1673
Siem. Dir	43.5		
Lab.	45.8	1.7	0.3753
SD S/Rast	47.5		
Rast. Pie	41.3	0.5	0.8326
Rast. Sue	40.8		

Cuadro 6: Acumulación de temperatura (ºC) según métodos de laboreo y presencia de rastrojo.

Fecha Trat.	2/2	4/2	6/2	8/2	10/2	12/2	14/2	17/2
Laboreo	28.5	66.1	101.3	136.8	168.8	206.0	239.4	266.0
SD	29.8	67.3	102.3	137.2	168.5	204.3	235.0	262.7
S/Rast	28.8	67.2	104.1	141.3	173.7	210.1	241.9	269.1
C/Rast	29.6	65.9	99.5	132.9	163.3	197.2	226.8	254.4

La acumulación de temperatura corresponde a 33 días después de realizar los tratamientos. Se observó que en este período (15 días), de los diferentes métodos de siembra el laboreo tiene una mayor acumulación de temperatura que SD (3.3 ºC). Los tratamientos sin rastrojo tienen una mayor acumulación que tratamientos con rastrojo (10.5 ºC). La presencia de rastrojo significa una mayor diferencia en la acumulación de temperatura, que laborear el suelo, siendo esta diferencia mayor a medida que transcurre el tiempo, (Cuadro 6).

La diferencia en temperatura entre con y sin rastrojo se da en la sumatoria; sin embargo la diferencia entre con y sin laboreo es inmediata al laboreo y se perdería con tiempo (30, 28). En siembras tempranas (cultivos de primera), laborear significaría un aumento de la temperatura del suelo por el movimiento y el retirado del rastrojo lo cual permitiría sembrar antes que en SD. En siembras tardías (cultivos de segunda) la importancia de este aumento sería relativa al no ser limitante la temperatura del suelo.

El análisis de temperatura del suelo durante 15 días a partir del 2/2 hasta 17/2, día por medio no encontró diferencias significativas en el análisis de medias, mientras que del análisis de contrastes solo fue significativo en algunos días, cuando se compararon los tratamientos con y sin rastrojo en superficie (Cuadro 7, Cuadro 1 y 3 Anexo).

Los tratamientos con rastrojo tienen siempre menor temperatura en el suelo que los tratamientos sin rastrojo. Siendo importante esta diferencia para el desarrollo de los cultivos que tienen su punto de crecimiento por debajo del nivel del suelo (maíz y sorgo), perdiéndose dicha importancia para soja y girasol los cuales no tienen en ningún momento de su ciclo el punto de crecimiento a nivel del suelo.

Cuadro 7: Contraste de medias en temperatura (ºC) de tratamientos con y sin rastrojo.

Cont.	Fechas							
	2/2	4/2	6/2	8/2	10/2	12/2	14/2	17/2
C/Rast	29.6	36.3	33.6	33.3	30.4	33.9	29.7	26.7
S/Rast	28.8	38.4	36.1	37.2	32.4	36.4	31.8	27.2
Dif.	0.82	2.10	2.45	3.82	2.04	2.47	2.09	0.48
Pr>F	0.736	0.087	0.057	0.010	0.019	0.143	0.060	0.429

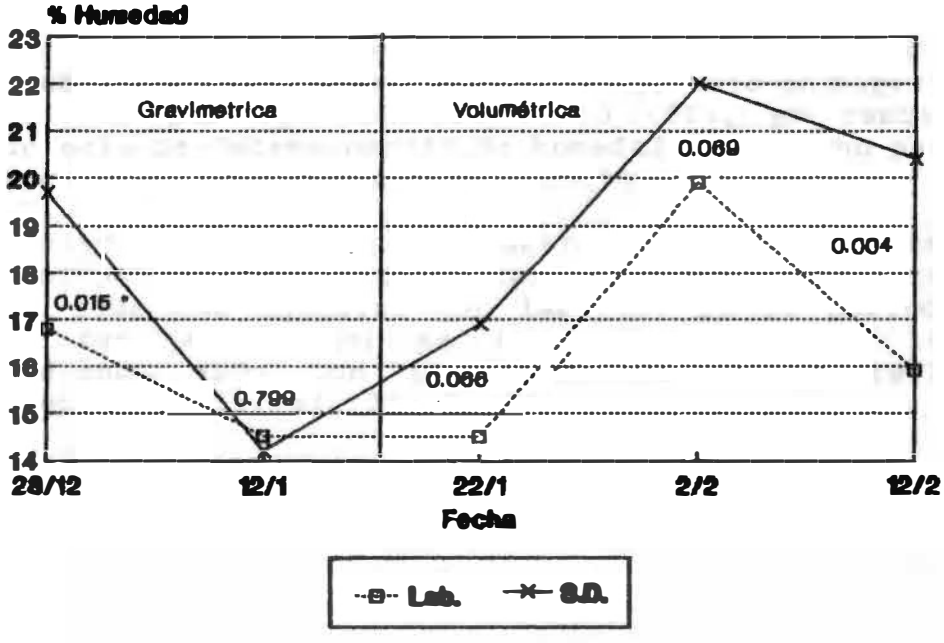
IV.C.2 Humedad del suelo

En promedio la siembra directa del girasol determinó un porcentaje de humedad significativamente superior a los tratamientos laboreados.

En la figura 6 se observa que el método de laboreo influenció tanto los procesos de perdida como de ganancia de agua del suelo. La diferencias iniciales observadas el 28/12 se deben al efecto de la perturbación del suelo que provoca la pérdida de agua en los laboreados, perdiendo ambos tratamientos humedad hasta llegar a un porcentaje similar (12/1). De este momento al 2/2 ocurre la recarga del perfil, con 2 episodios de ingreso de agua: uno de 8mm que los tratamientos laboreados no pueden retener hasta la siguiente lluvia y la SD si, y otra lluvia de 60mm que recargan ambos tratamientos manteniendo la diferencia inicial. Entre el 2/2 y el 12/2, comienza nuevamente el

proceso de perdida, con menor tasa en los tratamientos en siembra directa (influencia del rastrojo y menor rugosidad en la perdida de agua), coincidiendo estos resultados con lo encontrado en la bibliografía revisada (3, 76, 74, 80, 81).

Entre los tratamientos con y sin rastrojo no se detecto diferencia en el contenido de humedad para las distintas fechas (cuadro 4 anexo), aunque el análisis de regresión entre humedad del suelo y cantidad de rastrojo en superficie a la siembra el 28/12 y 15 días post resiembra (12/1) (Figura 7) fue significativo. Esto significa que hubo efecto del rastrojo en el proceso de secado (perdida de agua del suelo) para ese período (Cuadro 8 y Cuadro 5 anexo), estando de acuerdo con lo encontrado en la bibliografía (7 y 8).



* Significancia del contraste

Figura 6: Efecto del sistema de laboreo sobre la humedad del suelo (0 a 10 cm).

Cuadro 8: Resumen de regresión entre cantidad de rastrojo (ton/ha) y humedad del suelo.

Días	b	Err. St	Pr>F
28/12	0.8045	0.2560	0.0054
12/1	0.4138	0.2089	0.0623
22/1	-0.0357	0.2661	0.8947
2/2	0.05660	0.2345	0.8118
12/2	0.0746	0.3678	0.8413

Durante el período de medición no se pudo cuantificar el efecto de rastrojo en la ganancia de agua del perfil, por darse que cuando ocurrieron precipitaciones de baja magnitud en la cual puede influir el rastrojo en superficie compitiendo por agua con el suelo (81), se cambio la metodología de determinación de humedad, lo que no permite sacar conclusiones sobre dicho efecto.

Existió influencia del rastrojo en las pérdidas de agua del perfil, donde los tratamientos con SD conservaron más el agua que aquellos con laboreo; si el período de secado fue prolongado, se secan los dos por igual, coincidiendo esto con lo encontrado en la revisión bibliográfica (74, 81, 38, 7 y 8).

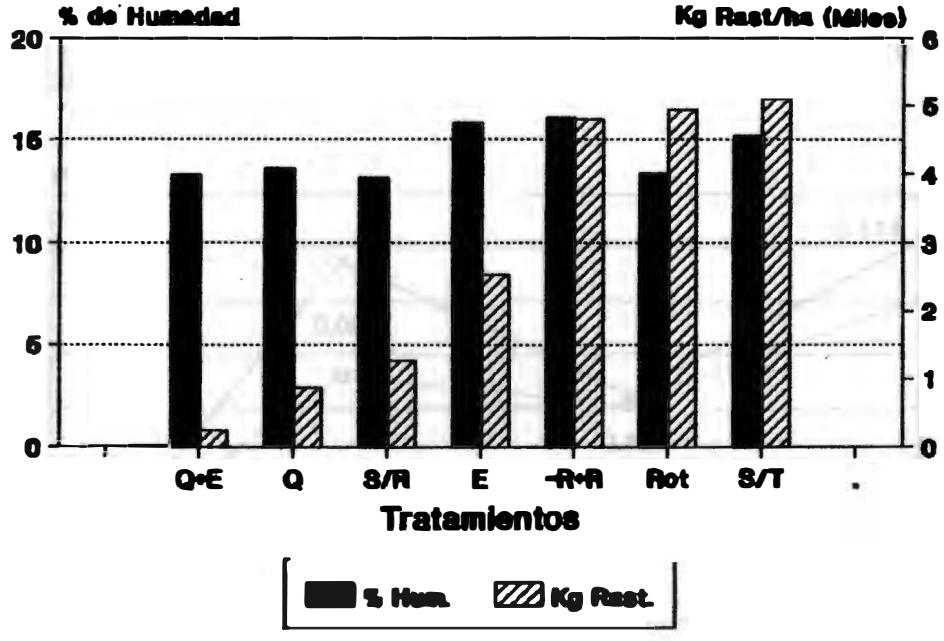


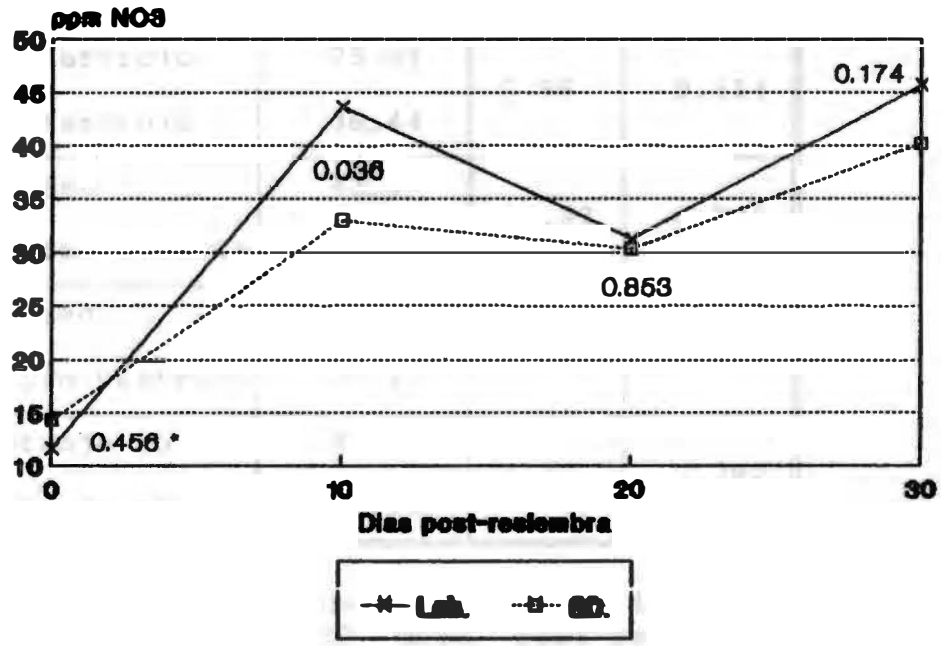
Figura 7: Relación entre cantidad de rastrojo en los diferentes tratamientos y el porcentaje de humedad del suelo a la resiembra (12/1).

IV.C.3 Nitratos en el suelo

De la interpretación de los resultados del análisis de nitratos en suelo se desprende que no hay una tendencia clara entre los tratamientos de rastrojo y la presencia de nitratos. Solo en el muestreo de 10 días post resiembra se encontraron diferencias significativas al comparar los tratamientos con laboreo y siembra directa (Figura 8, Cuadro 9 y Cuadro 6 anexo).

La presencia o no de rastrojo no modificó la disponibilidad de nitratos. Este bajo efecto del rastrojo sobre los nitratos del suelo se pudo deber a que en esta época del año el clima afecta positivamente la mineralización del nutriente. Otro efecto importante pudo haber sido la fertilización realizada (100 Kg/ha de 25-33)

a la siembra la cual aporto el nitrógeno necesario para que el proceso de inmovilización por parte de la descomposición del rastrojo no afecte marcadamente el nivel de este en el suelo Cuadro 6 anexo).



* = Probabilidad de que los valores para una fecha sean iguales.

Figura 8: Comparación de nitratos del suelo entre tratamientos con laboreo y siembra directa.

Cuadro 9: Comparación de medias entre sistemas de siembra y efecto de rastrojo para los nitratos del suelo 10 días post resiembra.

Tratamiento	ppm NO3	Dif.	Pr>F
Con Rastrojo	35.44	0.99	0.814
Sin Rastrojo	36.44		
Laboreo	43.67	10.72	0.036
Siembra directa	32.95		
Laboreo	43.67	14.46	0.021
SD Sin Rastrojo	29.21		
Rastrojo en pie	33.00	7.33	0.292
Rastrojo chato	40.33		

Desprendiendose del cuadro 9 que las diferencias en el contenido de NO_3 10 dias post-resiembra entre los tratamientos con laboreo y en SD, fue estadisticamente significativa (Pr > F 0.036), indicando que en SD existe una menor disponibilidad de NO_3, la cual deberia ser corregida mediante fertilización si fuera limitante para el cultivo (43, 14, 60). En las condiciones del ensayo, dado que se trata de una chacra nueva, que el cultivo anterior fue una cebada de bajo rendimiento y a la fertilización realizada a la siembra, no se observaron deficiencias.

IV.D EFECTO DEL MANEJO DEL RASTROJO EN EL CULTIVO

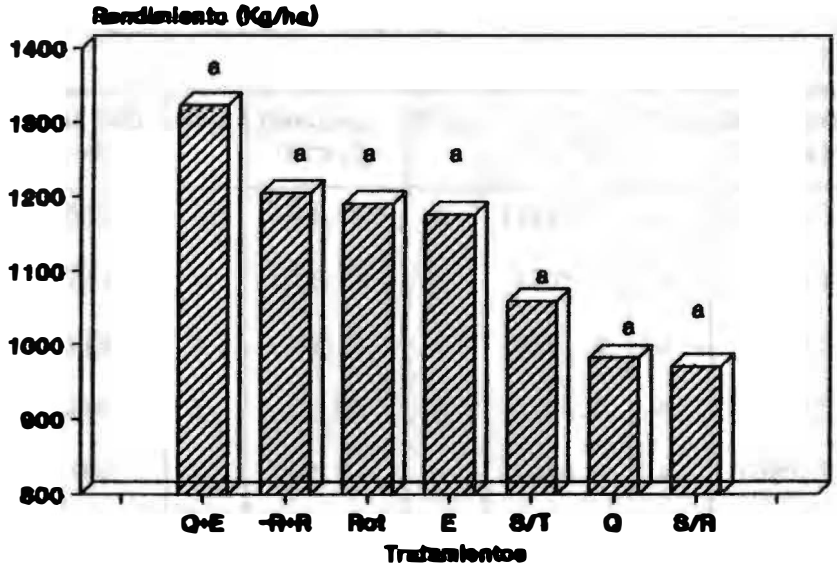
IV.D.1 Rendimiento

El éxito del cultivo de Girasol al igual que todos los cultivos para grano se mide en su rendimiento y en particular para este cultivo influye el porcentaje de aceite. El rendimiento final se determina desde el establecimiento del número de plantas (implantación), su uniformidad de emergencia y su distribución en el espacio, asi como su interacción con el año a través del efecto que este ejerce sobre la disponibilidad de agua a floracion. En esta etapa se concreta el potencial de rendimiento establecido en la etapa inicial del cultivo.

El rendimiento medio del cultivo fue 1130 Kg por hectárea con un rango de 971 a 1323 Kg por hectárea, no detectándose diferencias significativas entre tratamientos de rastrojo (Figura 9). Tampoco se detecto efecto rastrojo en tamaño y número de capitulos cosechados (Cuadro 10 y Cuadro 7 anexo).

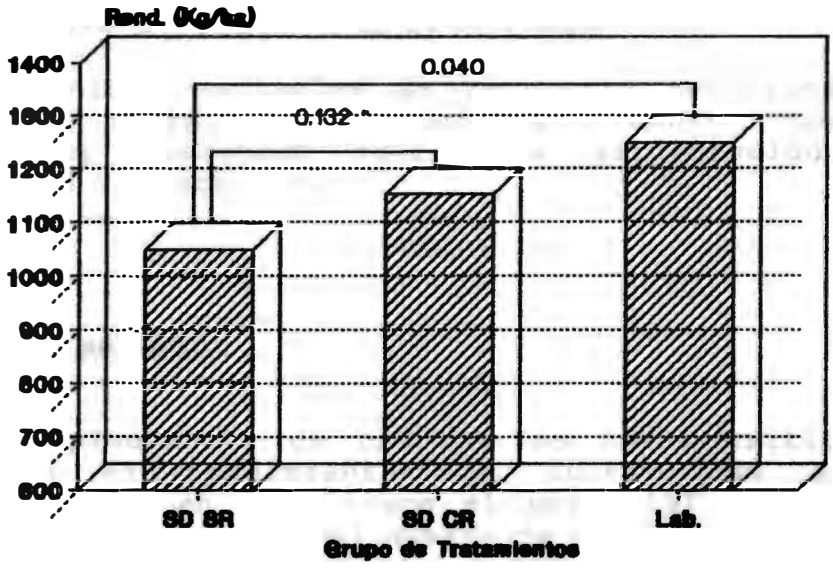
El número de capitulos cosechado y sus rendimientos fueron covariables significativas del rendimiento en grano (Cuadro 10), pero tampoco se detectó diferencias en el rendimiento corregido.

Se detectaron una diferencias significativa ($P <= 0.05$) para la siembra con laboreo en relación a siembra directa sin rastrojo, no siendo diferentes a siembra directa con rastrojo. Para los manejos en siembra directa, hubo una tendencia ($Pr <= 0.1$) a ser mayor el rendimiento cuando se sembró con rastrojo (Figura 10).



Tratamientos con igual letra no difieren según DMS al 5%.

Figura 9: Rendimientos promedios según tratamientos.



* Probabilidad de que el contraste sea igual

Figura 10: Contrastes de rendimiento entre laboreo y SD sin rastrojo; entre SD con y sin rastrojo.

Cuadro 10: Resumen anava con y sin covariables de rendimiento ($Kg*ha^{-1}$).

Trat.	Nº Cap. /ha	Sig.	Tam.Cap. (Grs.)	Sig.	Rend (Kg/Ha)	Sig	Ren Corr (Kg/Ha)*	Sig.
Q+E	29006	a	44.76	a	1322.9	a	1216.3	a
-R+R	39743	a	29.74	a	1205.2	a	1169.9	a
Rot.	37179	a	31.41	a	1191.0	a	1190.5	a
E	35096	a	31.96	a	1175.5	a	1138.5	a
S/T	46314	a	22.44	a	1059.9	a	1089.9	a
Q	28525	a	32.90	a	983.3	a	999.3	a
S/R	33814	a	28.17	a	971.2	a	1104.7	a
Pr>F	0.6127		0.5213		0.3737		0.2070	
CV %	19.19		43.23		18.16		8.23	

* Rendimiento corregido por covarianza.

Las únicas variables de respuesta relacionadas al rendimiento afectadas significativamente por los tratamientos evaluados fueron la implantación y su uniformidad (Cuadro 13).

IV.D.2 Implantación

La implantación es una de las fases criticas que determinan el rendimiento del cultivo de girasol, estableciéndose en esta etapa el potencial del mismo, a través de la definición del número de plantas por hectárea, su uniformidad de emergencia y su distribución en el espacio. Para cuantificar el efecto del manejo de rastrojo en esta etapa del cultivo se hicieron determinaciones cada dos dias de la emergencia, muerte y posición de las plantas.

La humedad del suelo es uno de los principales factores que afectan la etapa de implantación del cultivo,en este caso se detectaron dos fases en la curva, las cuales se pueden observar en la Figura 11, donde el porcentaje de humedad afectó la tasa de emergencia del cultivo.

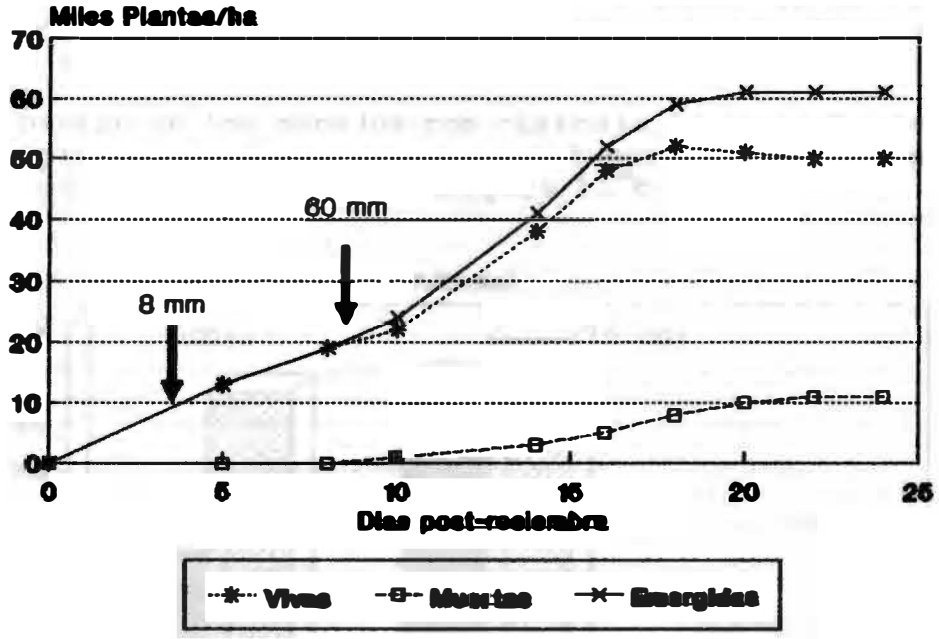


Figura 11: Implantación general del cultivo y precipitaciones en el periodo.

Los resultados fueron analizados dividiendo el periodo de implantación en tres etapas: hasta diez días post emergencia, entre 10 y 20 días y de 20 a 24 días post emergencia, cuando el cultivo se consideró implantado. Las variables consideradas fueron número de plantas emergidas, muertas y vivas a 10, 20 y 24 días post emergencia, así como las tasas en que ocurrieron estos procesos. Se consideraron solamente estos días, porque son los momentos en donde se produjo la inflexión de las curvas de las tres variables que se analizan.

No se detectaron diferencias debidas al sistema de laboreo en el proceso de implantación, siendo variables como la presencia de rastrojo en superficie lo que originó las diferencias encontradas.

Los tratamientos con rastrojo lograron emerger significativamente mas rápido que los sin rastrojo (Figura 12 a), lo que implica que al dia 24 a pesar de no existir diferencia en el número de plantas, si las hubo en el tamaño y homogeneidad.

Dentro de los manejos con rastrojo la implantación fue más rápida y mayor cuando se sembró con rastrojo en pie en relación a rastrojo chato (Figura 12 b).

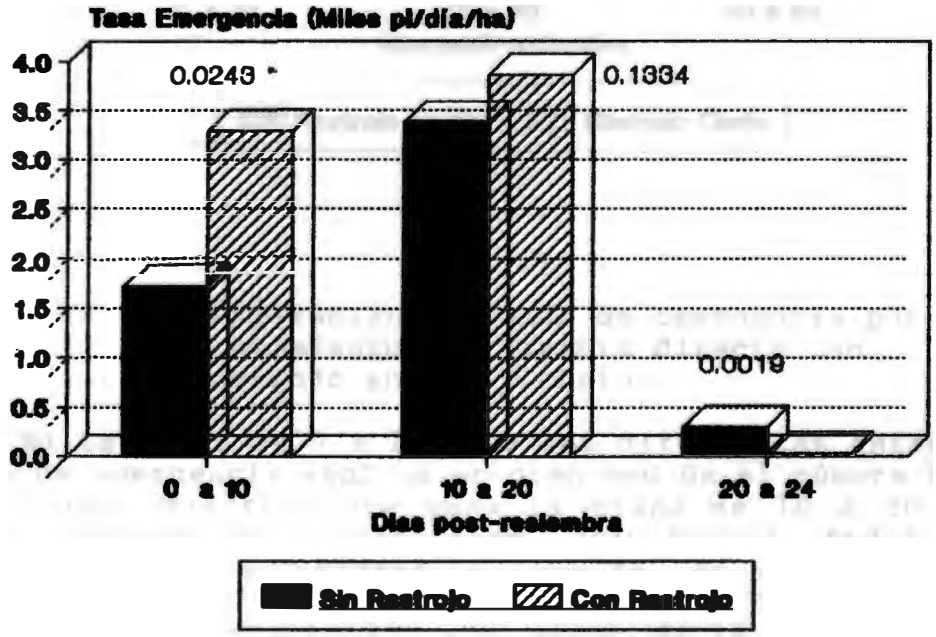


Figura 12 a: Comparación de tasas de emergencia para tratamientos en siembra directa con y sin rastrojo.

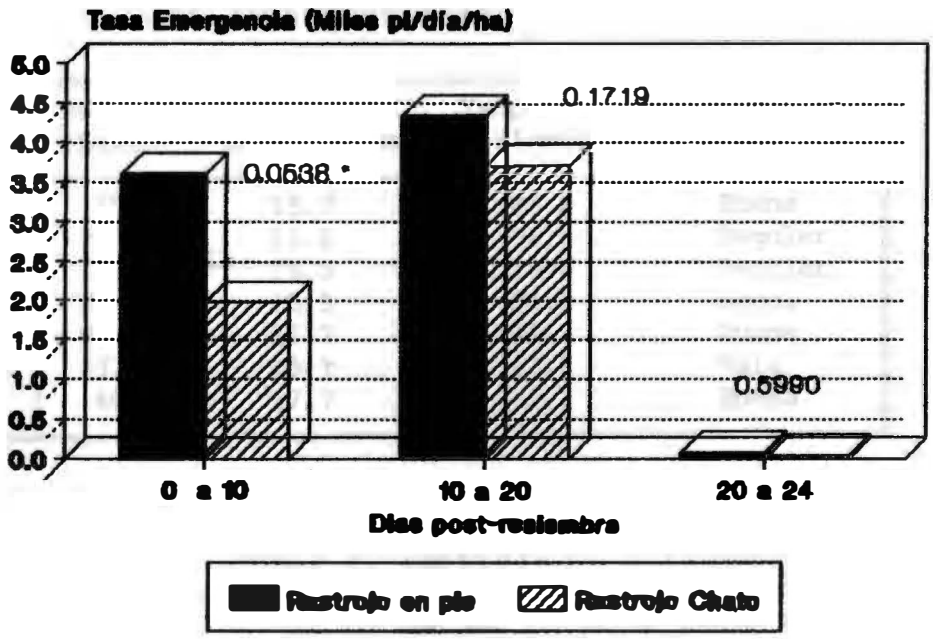


Figura 12 b: Comparación de tasas de emergencia para tratamientos en siembra directa con rastrojo en pie y chato.

En la etapa de 0 a 10 días las diferencias entre las tasas de emergencia explica en gran medida el número final de plantas, mientras que para la etapa de 10 a 20 días estas diferencias desaparecen volviéndose todos los tratamientos estadísticamente iguales. En esta etapa la humedad del suelo pasó a ser una variable no limitante para el proceso de implantación a un rango de 18.8 a 23.5 %.

Además de la humedad del suelo, la implantación se ve afectada por la temperatura y la calidad de siembra (contacto semilla suelo). En el cuadro 11, se caracteriza las condiciones para implantación brindadas por cada tratamiento.

Cuadro 11: Condiciones para implantación brindadas por cada tratamiento.

Trat.	Rastrojo (Kg/ha)	Humedad (% 0 a 10 dias)	Temperatura Siembra	Calidad de Siembra
Q+E	258	15.3	45.6	Buena
E	2535	13.6	46.0	Regular
S/R	1297	18.5	47.8	Regular
-R+R	4797	15.9	39.3	Buena
S/T	5092	16.7	41.3	Buena
Rot	4928	15.7	42.6	Mala
Q	869	17.7	47.2	Buena

Cuando existió mejor contacto semilla suelo se encontró una mejor implantación, como en los tratamientos Q+E, S/T y -R+R, donde el rastrojo no influyó en la calidad de siembra, porque donde no hubo quema se encontraba en pie (S/T) o se retiró antes de la siembra para ser devuelto posteriormente (-R+R). No se encontró en estos tratamientos efecto negativo de la temperatura.

Los tratamientos E, S/R y Q a pesar que se esperaria una buena implantación, se vieron perjudicados por las altas temperaturas al no tener suficiente rastrojo en superficie o por efecto del rastrojo enterrado (Figura 13).

En el tratamiento de SD con rotativa (Rot.) el cual tuvo una de las menores temperaturas del suelo, se adjudica la baja implantación al menor contacto semilla suelo por efecto del rastrojo en la siembra. Al existir mucho rastrojo en forma chata sobre la superficie al momento de la siembra este es introducido en el surco junto con la semilla provocando un ambiente desfavorable para esta.

La lluvia ocurrida 10 dias post emergencia tendió a igualar las tasa de emergencia detectandose solo una leve tendencia ($P <= 0.19$) a ser menor en los tratamientos sin rastrojo en superficie (E, Q, S/R) en los que se mantendria un efecto negativo de las altas temperaturas (Cuadro 12 y Cuadro 8 anexo). De acuerdo a estos resultados, el rastrojo en superficie permitirian mejorar la implantación siempre que no perjudique el contacto semilla-suelo, manifestándose su efecto en la medida que no ocurran lluvias posteriores a los 10 dias, en donde se igualarán con las laboreadas, resultado encontrado en la bibliografia revisada (1).

Cuadro 12: Diferencias entre tasas de emergencia e implantación en los períodos considerados para los diferentes tratamiento (Miles plantas/Ha/día).

Trat	0 - 10 T.Emerg	. T.Impl.	10 - 20 T.Emerg.	T. Impl.	20 - 24 T.Emerg.	T. Impl.
Q+E	3.73 a	3.47 a	3.83 ab	2.23 a	0.000 c	-0.250 ab
S/T	3.60 ab	3.37 ab	4.33 a	3.77 a	0.083 bc	-1.333 b
-R+R	3.00 abc	2.80 ab	3.40 a	2.76 a	0.00 c	-0.583 ab
E	1.83 abcd	1.80 abc	3.83 a	2.83 a	0.333 a	0.083 ab
S/R	1.80 bcd	1.80 abc	3.63 ab	2.87 a	0.333 a	0.333 a
Q	1.63 cd	1.57 bc	3.13 b	2.23 a	0.25 ab	0.083 ab
Rot.	0.97 d	0.93 c	4.03 ab	3.47 a	0.083 bc	-0.167 ab
Pr >F	0.0491	0.0739	0.3207	0.3984	0.0060	0.4198

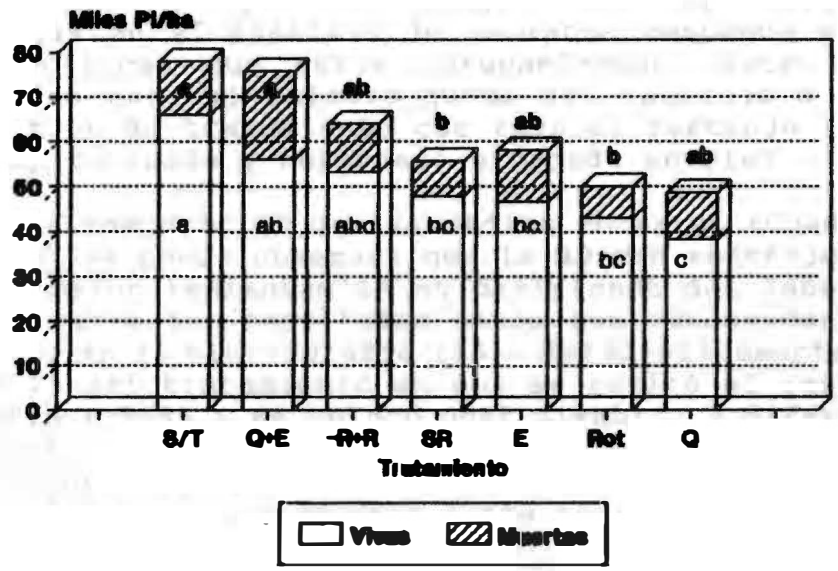
Nota: Medias con igual letra no difieren por DMS al 5%.

En el análisis de plantas emergidas se encontraron diferencias entre los tratamientos en todos los momentos analizados mientras que para plantas muertas existieron diferencias significativas solo a 10 días. Esta no afectó el orden de los tratamientos en el número de plantas implantadas con respecto a las emergidas.

Este análisis también detectó efecto del tratamiento de rastrojo en el número de plantas vivas a 10, 20 y 24 días corroborando los resultados que se dieron al analizar las curvas de emergencia. (Cuadro 12, 13 y Cuadro 8 anexo).

Cuadro 13: Poblaciones medias obtenidas (plantas vivas) para los diferentes tratamientos, a los 10, 20 y 24 días post emergencia.

	10 días		20 días		24 días	
	Pla/Ha	Sig.	Pla/Ha	Sig.	Pla/Ha	Sig.
S/T	33667	ab	71333	a	66000	a
Q+E	34667	a	57000	ab	56000	ab
-R+R	28000	ab	55667	ab	53333	ab
S/R	18000	abc	46667	bc	48000	bc
E	18000	abc	46333	bc	46667	bc
Rot	9333	c	44000	bc	43333	bc
Q	15667	bc	38000	c	38333	c
Pr>F	0.065		0.038		0.050	
CV%	25.9		10.4		9.4	



* Tratamientos con igual letra no difieren según DMS al 5%.

Figura 13: Número final de plantas emergidas e implantadas según tratamiento.

Cuando se buscó analizar el número de plantas emergidas, muertas y vivas para las fechas por medio de contrastes según variables como método de siembra y presencia de rastrojo en superficie, no se detectaron diferencias significativas entre los grupos (Cuadro 8 anexo).

El resultado de este análisis muestra que no existió un efecto global de estas variables en el proceso de implantación, y que el origen de las diferencias encontradas en el análisis de varianza responde a causas más especificas que estos agrupamientos. Este tipo de diferencias son, si existió quema del rastrojo o no, asi como el tipo de tratamiento que tuvo el rastrojo (picado, retirado, retirado y retornado o dejado en pie).

Cuando se buscó analizar el número de plantas emergidas, muertas y vivas para las fechas por medio de contrastes según variables como método de siembra y presencia de rastrojo en superficie, no se detectaron diferencias significativas entre los grupos (Cuadro 8 anexo).

El resultado de este análisis muestra que no existió un efecto global de estas variables en el proceso de implantación, y que el origen de las diferencias encontradas en el análisis de varianza responde a causas más especificas que estos agrupamientos. Este tipo de diferencias son, si existió quema del rastrojo o no, asi como el tipo de tratamiento que tuvo el rastrojo (picado, retirado, retirado y retornado o dejado en pie).

En la comparación de las medias entre si (Cuadro 13 y Figura 13) se puede observar que la SD con rastrojo en pie logró la mejor implantación no difiriendo del laboreo con quema de rastrojo, resultados estos que concuerdan con lo encontrado en la bibliografia (15). Estadisticamente S/T es igual a la del tratamiento en que se retiró el rastrojo a la siembra (-R+R) y se coloco post siembra, y diferente al tratamiento con rotativa (Rot), aunque estos dos no difieren entre si. El efecto que podria hacer que estos dos tratamientos difieran de esta forma seria la presencia del rastrojo a la siembra como impedimento fisico para la misma, o como rastrojo en el surco que compita por agua con la semilla, explicando esto las diferencias significativa en el número de plantas vivas a 10 dias (Cuadro 13). Existen referencias de que el rastrojo compite con el suelo por agua cuando esta es escasa en el suelo y ocurren

precipitaciones de baja magnitud (5 mm) (81); en estas condiciones el rastrojo también estaría compitiendo por agua con la semilla en el surco.

La temperatura del suelo en estos tres tratamiento (S/T, Rot., -R+R) fue estadísticamente igual, y fueron las temperaturas medias a la siembra menores para todo el ensayo, debido a que son los tratamientos que poseen el rastrojo en superficie (Cuadro 12 Anexo).

El tratamiento de Q, es el peor implantado y difiere significativamente con S/T, Q+E y de -R+R, lo cual da un efecto directo de la quema en la implantación del cultivo. Este efecto puede deberse a las altas temperaturas que se encontraron en este tratamiento en el momento de la resiembra , en donde se dieron diferencias significativas entre los tratamientos con quema con 6.90 ºC por encima de S/T y 7.88 ºC mas que -R+R; lo cual concuerda con lo encontrado en la bibliografía (4, 11 y 24). En tanto en la humedad del suelo no se encontró una relación clara con la falta de implantación en el tratamiento con quema por ser esta similar para todos los tratamientos.

Entre tratamientos con laboreo el que mejor se comporto en la implantación del cultivo es el que se quemo el rastrojo antes de laborear el suelo (56000 plantas por hectárea), pero no difiriendo significativamente con el tratamiento con rastrojo (46667 plantas por hectárea).

El efecto del tratamiento de rastrojo en el proceso de implantación del cultivo y en el número de plantas obtenidas en la fecha en que se consideró implantado no se mantuvo en el número de capítulos cosechados; esto significa que esta relación estuvo influida por muerte de plantas o por diferencias debidas a que el área cosechada incluye pero es mayor al área en que se determinó implantación.

IV.D.3 Distribución

Para el cultivo de girasol otro factor importante en la obtención de buenos rendimientos es la uniformidad del cultivo, la cual esta muy relacionada con la implantación. Para el análisis de esto se realizo un seguimiento de las plantas que emergian tomando la distancia entre ellas y se les realizo el desvio estándar del logaritmo de la distancias entre plantas. Este análisis encontró que no se afecto la uniformidad del cultivo por parte del tratamiento de rastrojo, mientras que presenta un grado de uniformidad promedio de 0.55. Según la bibliografia revisada el ensayo tendria un grado de desuniformidad medio en el cual la respuesta a la densidad también seria intermedia (39), esto podria explicar que habiendo logrado un rango entre tratamientos de 38000 a 66000 plantas por hectárea, el que no presenta poblaciones muy extremas, no se observaran diferencias en rendimiento (Cuadro 14 y Cuadro 8 anexo).

Cuadro 14: Distribución de Plantas según Tratamientos.

Tratamientos	Grado de Uniformidad	Población Lograda Pl./Ha	Rendimiento Kg/Ha
S/T	0.583	66000	1059.9
Rot.	0.566	43333	1191.0
Q	0.565	38333	983.3
-R+R	0.565	53333	1205.2
E	0.561	46667	1175.5
S/R	0.540	48000	971.2
Q+E	0.498	56000	1322.9
Pr>F	0.8210	0.0500	0.3737
CV %	12.75	9.40	18.16

IV.D.4 Desarrollo

La temperatura del suelo determina la tasa de desarrollo de cultivos como el maíz y sorgo, que durante las primeras etapas de su ciclo tienen su punto de crecimiento debajo del nivel del suelo (26, 72, 28, 5, 2, 23), hasta que este se eleva y comienza a tomar como referencia la temperatura del aire. También en estas etapas se han observado efectos alelopaticos de rastrojos sobre los cultivos, siendo en algunos casos difíciles de diferenciar de otros efectos.

El efecto del retraso en el desarrollo producido por una menor acumulación de grados día ha sido observado en condiciones de temperaturas que puedan ser limitantes; para girasol (que no tiene en ningún momento su punto de crecimiento a nivel del suelo) y para las condiciones del ensayo, no se esperarían ninguno de esto efectos.

Las condiciones ambientales en las que se han reportado efectos alelopaticos (16, 34, 68), son de temperatura menores a las medidas y con condiciones de humedad que no existieron durante el cultivo, o de sequía previa y lluvias inmediatamente post siembra que lavaran las sustancias alelopaticas al suelo, que tampoco ocurrieron. (Cuadro 1 y 2).

Se analizó el efecto de los tratamientos en el desarrollo del cultivo en el tiempo y comparándolo en igual estado fenologico; también se trato de encontrar relación entre la temperatura del suelo y el desarrollo inicial de las plantas mediante un seguimiento de la temperatura y tasa de emisión de hoja.

No se encontraron diferencias en la tasa de emisión de hojas, debido a que las temperaturas medidas se encontraron por encima de las mínimas requeridas para el desarrollo del cultivo y aunque su variación fue de 6 ºC (Cuadro 12 Anexo), no permitió detectar si hay una relación verdadera entre estas variables (Cuadro 15 y Cuadro 10 anexo).

Cuadro 15: Relación entre temperatura acumulada durante 15 días y Número de hojas emitidas por plantas.

Tratam.	Temperatura ºC Acumulada	Número de hojas emitidas
Q	275.5	10.310
S/R	272.6	8.935
Q+E	271.0	8.185
S/T	259.5	8.390
Rot.	259.6	9.085
E	257.9	8.020
-R+R	242.2	9.905
Pr>F	0.1101	0.533
CV %	3.6337	14.35

Del desarrollo del cultivo en el tiempo no se realizaron mediciones directas, pero mediante las tasas de emergencia (Cuadro 12) se puede concluir que aquellos tratamientos con mayor concentración de emergencia en la etapa de 0 a 10 días, como S/T, Q+E y -R+R, tendrían mayor tamaño de las plantas que los tratamientos restantes en un momento determinado.

Si a esto lo relacionamos con los muestreos realizados a igual estado fenologico donde no se encontraron diferencias entre los tratamientos, se esperarían diferencias en el tiempo a alcanzar cada estado fenologico pero los tamaños de planta en cada uno de estos seria el mismo. Por este motivo al analizar el tamaño promedio de capítulo en gramos a cosecha tampoco se encontraron diferencias significativas (Cuadro 16).

Cuadro 16: Resumen de Peso de plantas y nutrición de estas (porcentaje de nitrógeno), en diferentes etapas del cultivo según tratamientos.

Param .	Q+E	E	S/R	-R+R	S/T	Rot.	Q	Med	CV	Pr>F
Pes.Pl.										
10 días	0.114	0.111	0.110	0.076	0.098	0.087	0.092	0.098	30.7	0.680
Flor.	165.9	134.3	156.5	149.9	168.9	132.4	114.1	146.0	18.08	0.202
% Nit										
10 días	4.853	4.580	3.837	4.670	4.490	5.020	4.020	4.495	18.08	0.567
Flor.*	3.047	2.540	2.933	3.077	3.757	2.747	2.990	3.013	19.99	0.376

Porcentaje de nitrógeno en hojas a floración (a 10 días es % de nitrógeno en planta)

Aunque dentro de los parámetros medidos en el suelo, como nitratos, temperatura y humedad se encontraron en algunos casos diferencias significativas entre tratamientos de rastrojo, estas no se tradujeron en el desarrollo del cultivo ni en su rendimiento.

Con respecto al estado nutricional de las plantas aunque las diferencias no fueron significativas se observó una tendencia a que los tratamientos con mayor implantación (Q+E, S/T, -R+R) tuvieron mayor porcentaje de nitrógeno a floración. Esto se dio independientemente del nivel de nitratos en el suelo, el cual fue superior al mínimo requerido por el cultivo y esto hace suponer que aunque existieran diferencias estas no afectarían los requerimientos básicos del cultivo.

Mientras que en la temperatura del suelo se dieron valores siempre por encima de 25 ºC y no superando los 40 ºC, por lo cual no se afectaría el desarrollo del cultivo dentro de este rango para los diferentes tratamientos.

Para humedad se observaron diferencias significativas para casi todas las fechas de muestreo. Esta fue medida solamente en las primeras etapas del cultivo, no teniendo

datos para el resto. De esta forma escaparían etapas como floración, momento crítico para la definición del rendimiento del cultivo. En las primeras etapas del cultivo (período de muestreo) el contenido de agua en el suelo esta influenciado por los tratamientos de rastrojo, tanto en infiltración como en pérdidas; mientras que al cubrir el suelo el cultivo pasa a ser este quien determina el flujo de agua del suelo a la atmósfera, encontrándose esto en la bibliografía consultada (81). Esto hace esperar que luego que se cubre el suelo no existan efectos en la humedad de los diferentes tratamientos de rastrojo (Figura 6).

IV.D.5 Plantas volcadas

El número de plantas volcadas al momento de cosecha pueden estar influenciando el rendimiento del cultivo en los diferentes tratamientos. En este ensayo la cosecha se realizo en forma manual por lo cual estas igualmente aportaron en el rendimiento total; lo que no ocurriría si se realizara cosecha mecánica, porque estas plantas no son alcanzadas por la cosechadora.

El análisis de varianza, encontró diferencias significativas entre tratamientos de rastrojo (Cuadro 17 y Cuadro 7 Anexo).

El análisis por contraste encontró diferencias estadísticamente significativas al 5% entre los tratamientos, en siembra directa con y sin rastrojo, al igual que los con distinta geometría de rastrojo (pie y chato) y entre laboreo y siembra directa sin rastrojo. El menor número de plantas volcadas correspondió a los tratamientos sin rastrojo dentro de siembra directa y con la posición del rastrojo en pie sobre el suelo. Dentro de los tratamientos con laboreo se observó un mayor número de plantas volcadas en excéntrica sin quemar el rastrojo (Cuadro 18 y Cuadro 7 Anexo).

Cuadro 17: Medias de los tratamientos y porcentaje de plantas volcadas con respecto a cosechadas.

	Plantas Volcadas/ha	Rendimiento Kg/Ha	Porcentaje Volcadas
Q+E	3365 bc	1322.9 a	13.6 b
E	18429 a	1175.5 a	52.9 a
S/R	2564 c	971.2 a	12.9 b
-R+R	14103 a	1205.2 a	34.5 ab
S/T	5288 bc	1059.9 a	12.6 b
Rot	11218 ab	1191.0 a	25.2 b
Q	4647 bc	983.3 a	13.6 b
Pr>F	0.0090	0.3737	0.0323
CV %	55.8	18.16	60.6

Nota: Medias con igual letra no difieren con DMS 5%.

Cuadro 18: Resumen de contrastes de Plantas volcadas entre laboreo y SD sin rastrojo, SD con y sin rastrojo y SD con rastrojo en pie y chato.

Tratamiento	Plantas/Ha	Dif.	Pr>F
Laboreo	10897	7292	0.0209
SD sin Rastrojo	3605		
SD con rastrojo	10203	6598	0.0219
SD sin rastrojo	3605		
Rastrojo Pie	5288	7372	0.0487
Rastrojo Chato	12660		

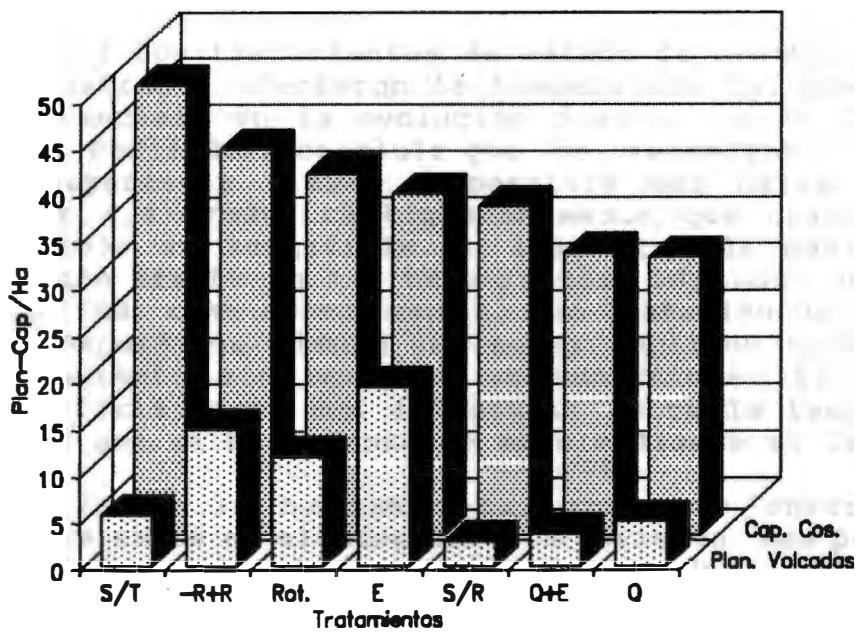


Figura 14: Número de plantas volcadas y cosechadas para los diferentes tratamientos.

V CONCLUSIONES

1) Los tratamientos de método de siembra y de manejo de rastrojo, afectaron la temperatura del suelo en forma diferencial, en la evolución diaria y a lo largo de los días. Pudiéndose concluir que los tratamientos con rastrojo en superficie tienen temperatura mas bajas; llegando a tener 4,4 grados centígrados menos que tratamientos sin rastrojo en superficie en las horas de máxima, también existió efecto en las temperaturas mínimas, pero de menor magnitud; como consecuencia, los tratamientos con rastrojo en ssuperficie tienen una menor amplitud térmica que los tratamiento sin rastrojo en superficie. El rastrojo en superficie tiene mas influencia sobre la temperatura del suelo que el movimiento de este mediante el laboreo.

2) En la humedad del suelo se observó que los tratamientos en siembra directa tuvieron mas porcentaje de humedad que los tratamientos laboreados. También se pudo confirmar que el rastrojo tiene efecto sobre el secado del suelo, pues tratamientos con mas cantidad de rastrojo en superficie conservaron la humedad por más tiempo, aunque después de un tiempo sin llover llegan a tener el mismo contenido de humedad que los laboreados.

3) No se pudo detectar efecto de método de siembra ni de tratamientos de rastrojo, en los nitratos del suelo; posiblemente por ser esta la época del año mas favorable para la mineralización de la materia orgánica ; por la fertilización que se realizo al cultivo en siembra y resiembra.

4) En cuanto al rendimiento del cultivo no se afectó significativamente mediante los tratamientos de rastrojo, ni los métodos de siembra. Pero si se puede mencionar que el tratamiento laboreado con previa quema de rastrojo y siembra directa con rastrojo en superficie tienen tendencias a tener mayores rendimientos que los demás.

5) Con respecto a la implantación del cultivo se puede concluir que no hay diferencias entre siembra directa y laboreo.
Dentro de los tratamientos en siembra directa , se pudo ver que tratamientos con rastrojo tuvieron una mejor implantación que los sin rastrojo en superficie; y dentro de los tratamientos con irecta y laboreo.

Dentro de los tratamientos en siembra directa , se pudo ver que tratamientos con rastrojo tuvieron una mejor implantación que los sin rastrojo en superficie; y dentro de los tratamientos con rastrojo en superficie el mejor implantado fue el con rastrojo en pie, no difiriendo de laboreo con quema de rastrojo ni del con rastrojo retirado y devuelto después de la siembra.

6) En cuanto al desarrollo del cultivo no se encontró relación entre la temperatura del suelo y la tasa de emisión de hojas de las plantas, debido a que las temperaturas fueron altas y superaron los mínimos requeridos para el desarrollo de este cultivo.

Hubo diferencias en el desarrollo de las plantas,como consecuencia de emergencias concentradas en diferentes momentos de la etapa de implantación, como Q+E; S/T; -R+R los cuales tuvieron la mayor emergencia en la primer etapa, por lo cual tendrían plantas con mas desarrollo en el tiempo que los demás tratamientos. No se encontraron diferencias en el desarrollo de estas plantas en el mismp estadio fenológico. Por lo que se puede decir que no hubo efecto negativo de dejar el rastrojo en superficie.

VI. RESUMEN

La intensificación de los sistemas agricolas ha llevado a la implementación de más de un cultivo en el periodo de un año, como forma de intensificar el uso del recurso tierra, y conseguir una mayor rentabilidad del sistema.

El Girasol es uno de los cultivos que se ha adoptado en este sistema, en sistemas con laboreo mínimo, y bajos niveles de fertilización.

Este trabajo tuvo por objetivo el comparar, en términos de su efecto en el ambiente suelo, implantación, desarrollo de las plantas y rendimiento del cultivo, de los distintos manejos de rastrojo de Cebada para la siembra de Girasol de segunda. Estos tratamientos incluyeron laboreos con excéntrica, siembra directa, así como picado, quemado o retirado del rastrojo previo a la siembra.

Los resultados marcan una relación del volumen de rastrojo en superficie con la temperatura del suelo, su temperatura máxima y su amplitud diaria, observandose menores temperaturas y menor amplitud en los tratamientos con rastrojo en superficie.

El sistema de laboreo afectó la humedad del suelo en los primeros 15 cm, siendo mayor en los tratamientos en siembra directa. El volumen de rastrojo en superficie afectó la dinámica del proceso de pérdida de agua del suelo, aunque no se detectaron efectos en la ganancia de agua del perfil.

El proceso de implantación estuvo determinado por el contenido de agua en el suelo, e influenciado por la presencia de rastrojo a la siembra (posición del rastrojo sobre el suelo). Para la implantación del cultivo cuando se laboreó, fué mejor quemar el rastrojo, y cuando se realizó siembra directa, dejar el rastrojo en pie.

No hubo diferencias significativas en el número final de plantas logradas entre los tratamientos con laboreo y en siembra directa.

La disponibilidad de nitratos en el suelo en algunos momentos del cultivo fué superior en los tratamientos laboreados. Sin embargo, este no fué limitante para el cultivo en siembra directa. Esto se atribuye a la

fertilización realizada a la siembra del cultivo y a las condiciones ambientales.

No se encontraron diferencias significativas en el rendimiento obtenido entre tratamientos, siendo el promedio del ensayo 1130 kilogramos por hectárea. Tampoco se pudo detectar efectos del manejo de los tratamientos en el desarrollo fenologico del cultivo.

VII. SUMMARY

The intensification of agricultural systems has gotten to the implementation of more than one crop in a year, as a way to intensificate the use of the land, and get a higher rentability in the system.

The sunflower is one crop that has been adopted in this systems, with minimum tillage, and low leves fertilization.

This work had for objetive to compare, in terms of its effects in the soil enviroment, implantation, plant development and crop yield, the different managements of malting Barley stubble for the sowing of Sunflower. This treatments included conventinal tillage, direct drilling, and cut, burn or took out of the stubble before sowing.

The resuls showed a relationship between the volume of the stubble on the ground and soil temperature, its maximun temperature and amplitude, having lower temperatures and less amplitude in the treatments with stubble on the soil surface.

The tillage system affected the water content in the top 15 cm., being higher in the treatments with stubble in the surface. The volume of stubble affected the water losing process, although no effects were detected on water gaining.

The implatation process was determined by the soil water content, and influenced by the presence of stuble on the soil. For the crop implantation, when tillage was done, it was better to burn the stubble, and when direct drilled, to leave the stubble standing.

There was no significative differences between the final number of plant between treatments with conventional tillage and direct drilling.

The nitrate disponibility on soil was higher for conventional tillage in some dates. Anyway, it was no limitation for the crop in direct drilling. This is attributed to the fertilization made at sown, an ambiental

condition (hot and dry).

There were no significative difference between the stubble management treatments, with an average of 1130 Kg/ha. Neither was detected effect of the stubble management on plant development.

VIII. BILIOGRAFIA

1. AASE, J. K. and TANAKA, D. L. 1986. Soil water evaporation comparations among tillage practices in the northern great plains. Soil Science Society American Journal 51: 436-440.

2. AL-DARBY, A. M. and LOWERY, B. 1987. Seed zone soil temperature and early corn growth with three conservational systems. Soil Science American Journal 51:768-774.

3. ANCHIERI, C. y MAGRINI, A. 1981. Efecto residual de cuatro rastrojos de invierno en la producción de cultivos de verano sembrados con mínimo y cero laboreo. Tesis Ing. Agr. Montevideo. Facultad de Agronomia. 114 p.

BARREIRO, B. ; MAZZILLI, A. 1994. Evaluacion del primer año de una rotacion agrícola con siembra directa en dos suelos.Facultad de Agronomia. Tesis Ing.Agronomo. Montevideo. Facultad de Agronomia. p.

5. BURROWS, W. S. and LARSON, W. E. 1962. Effects of amount mulch on soil temperature and early growth of corn. Agronomy Journal 54:19-22.

6. BLEVINS, R. L.; DOYLE COOK; PHILLIPS, S. H and PHILLIPS R. E 1971. Influence of no-tillage on soil moisture. Agronomy Journal 23:593-596.

7. BOND, J. J. and WILLYS W. O. 1969. Soil water evaporation: Surface residue rate and placenment effects. Soil Science Society American Proceedings 33:445-449.

8. _____, _____ . 1970. Soil water evaporation: First stage drying as influence by surface residue and evaporation potential. Soil Science Society American Proceedings 34:924-927.

9. _____, . 1971. Soil water evaporation: Long term drying as influenced by surface residue and evapoaration potential. Science Society American Proceedings 35:984-987.

10. BURGOS-LEON, W.; GANRY, F.; NICOU, R.; CHOPART, J. L. and DOMMERGUES, Y. 1980 .Un cas de fatigue de sols induite par la culture du sorgho. Agronomie Tropicale 35(4): 319-333.

11. BIEDERBECK, B. O.; CAMPBELL, C. A.; BOWREN, K. E.; SCHNITZER, M. and MCIVER, R. N. 1980. Effect of burning cereal straw on soil properties and grain yields in Saskatchewan. Soil Science Society American Journal 44:103-111.

12. COCHRAN, V. L.; ELLIOT L. F.; and PAPENDICK R. I. 1977. The production of Phytotoxins fron surface crop residues. Soil Science Journal 41:903-908.

13. DEIBERT, E. J. 1989. Reduced tillage systems influense on yield of sunflower hybrids. Agronomy Journal 81:274-279.

14. _____, and UTTER, R. A. 1989. Sunflower growth and nutrient uptake: Response to tillage systems,hybrid maturity and weed control method. Soil Science Society American Journal 53:133-138.

15. DIAZ, J. E. 1994. Resumen de actividades: II Resultados del ensayo de manejo de rastrojos. Convenio AUSID-PROVA-INIA. Segunda jornada nacional de siembra directa Pag. 57 a 63.

16. ELLIOT, L. F.; McCALLA, T. M. and WAIS, J. R. 1976. Phitotoxicity associated with residue management. In Symposium American Soc. Agronomy (Houston, Texas, Nov. 28-Dec. 3, 1976). Crop Residue Management systems. Madison, Winsconsin, A.S.A., C.S.S.A., S.S.S.A. p 131-146.

17. ECK, H. U. and JONES, O. R. 1992. Soil nitrogen status as affected by tillage, crops, and crop secunces. Agronomy Journal 84:660-668.

18. ELLIS J. R.; NORSTADT, F. A. and MC CALLA, T. M. 1977. Patulin effect on wheat plants in field treatments. Plant and Soil 47:679-686.

19. EMMERICH, W. E. and COX, J. R. 1994. Changes in surface runoffand sediment production after repeated rangeland burns. Soil Science Society American Journal 58:199-203.

20. ENGELS, CH. and MARSCHNER, H. 1990. Effect of sub optimal root zone temperatures ot variect nutrient supply and nutrient concentrations in Maize seedlings (Zea Maiys L). Plant and Soil 126:215-225

21. FERRERIS, R. 1992. Seedded factors affecting establishment of summer crops in a Vertisol. Soil Tillage Reserch 23:1-25

22. FOLLET, R. F. and SCHIMEL, D. S. 1989. Effect of tillage practices on microbial biomass dynamics. Soil Science Society American Journal 53:1091-1096.

23. FORTIN, M. C. and PIERCE, F. J. 1990. Developmental and growth effects pf crop residues on corn. Agronomy Journal 82:710-715.

24. _____. . 1991. Retardation of Corn vegetative development. Agronomy Journal 83:258-263.

25. _____ . 1993. Soil temperature, soil water, and no till corn development following in row residue removal. Agronomy Journal 85:571-576.

26. _____, and HAMILL, A. S. 1994. Rye residue geometry for faster Corn development. Agronomy Journal 86:238-243.

27. GREB, B. W. 1966. Effect of surface-applied wheat straw on soil water losses by solar distallatin. Soil Science Society American Proceding 30:786-791.

28. GRIFFITH, D. R.; MANNRING, J. V.; GALLOWAY, H. M.; PARSONS, S.D. and RICHEY, C. B. 1973. Effect of eight tillage-planting systems on soil temperature, percent stand, plant growth, and yeld of Corn on five Indiana soils. Agronomy Journal 65:321-326.

29. GUENZI, W. D.; MC CALLA, T. M. and NORSTADT, F. A. 1967. Precenceand persistence of phytotoxic substances in Wheat, Oat,Corn, and Sorghom residues. Agronomy Journal 59:163-165.

30. GUPTA, S. C.; LARSON, W. E. and ALLMARAS, R. R. 1984. Precting soil temperature and soil heat flux under different tillage surface residue conditions. Soil Science Society American Journal 48:223-232.

31. HATTENDORF, M. J.; REDELFS, M. S.; AMOS, B.; STONE, L. R. and GWINJR, R. E. 1988. Comparative water use characteristics of six row crops. Agronomy Journal 80:80-85.

32. HICKS, S. K.; WENDT, C. W.; GANNAWAY, J. R.; and BAKER, R. B. 1989.Crop ecology, production y managament allelopathic effects of wheat straw on cotton germination , emergence, and yield. Crop Science 29: 1057-1061.

33. KASPAR, T. C.; ERBACH, D. C. and CRUSE, R. M. 1990. Corn response to seed-row residue removal. Soil Science Society American Journal 54:1112-1117.

34. KIMBER, R. W. L. 1967. Phytotoxity fro plant residues the influence of rotted wheat straw on seedling growth. Australian Journal Agriculture 18:361-374.

35. _____ , 1973. Phytotoxicity from plant residues: III The relative effect of toxins and nitrogen immoblization on the germination and growth of wheat. Plant and Soil 38: 543-555.

36. LACA, E. y ERNST, O. 1983. Miscelania. Alelopatia un factor de manejo ?. Revista A.I.A. 1(3):182-203.

37. LOVETT, J. V. and JESSOP, R. S. 1982. Effects of residues of crop plants on germination and early growth of wheat. Australian Journal Agriculture Reserch 33:909-916.

38. MARANGES, A. Y URRUTIA, A. 1981. Alternativas de laboreo para la conservacion de agua en el suelo. en cultivos de verano. Facultad de Agronomia. Montevideo. Tesis Ing. Agr. 158 p.

39. MARTINO, D. 1994. Algunos factores de manejos. INIA. Boletin de divulgacion Nº 47. p. 3-14.

40. _____ . 1994. Agricultura sostenible y siembra directa. INIA. Serie Técnica Nº 50.p.

41. MASKINA, M. S.; POWER, J. F.; DORAN, D. W. and WILHEN, W. W. 1993. Residual effects of, no-tll crop residues on Corn yeld and nitrogen uptake. Soil Science Society American Journal 57:1555-1560.

42. MATHERS, A. C. and STEWARS, B. A. 1982. Sunflowers nutrient uptake growth, and yield as affectd by nitrogen or manure, and plant population. Agronomy Journal 74:911-915.

43. MC CRACKEN, D. V.; CORAK, S. J.; SMITH, M. S.; FRYE, W. and BLEVINS, R. L. 1989. Residual effect of nitrogen fertilitation and winter cover cropping on nitrogen anailability. Soil Science Society American Journal 53:1459-1464.

44. MEEK, B. D.; CARTER, D. L.; WESTERMAN, D. T. and PECKENPAUGH, R.E.1994. Root zone mineral nitrogen changes as affected by crop sequence and tillage. Soil Science Society American Journal 58:1464-1469.

45. MIROLD, D. D.; ELLIOT, L. F., PAPENDICK, R. I. and CAMPBELL, G.S. 1981. Water potential-water content characteristics of wheat straw. Soil Science Society American Journal 45:329-333.

46. MOSCHLER, W. W.; SHEAR, G. M.; SHEAR,D. C.; MARTENS, G. D.; JONES, G. D.; and WILMOUTH, R. R. 1972. Comparative yield and fertilizer efficiency of no-tillage and conventionally tilled corn. Agronomy Journal 64:229-231.

47. MUNAWAR, A.; BLEVINS, R. L.; FRYE, W. W. and SAUL, M. R. 1990.Tillage and cover crop management for soil water conservation. Agronomy Journal 82:773-777.

48. NIRANJAN RAO, D. and MIKKELSEN, D. S. 1977. Effect of rice straw additions on production of organic acids in a flooded soil. Plant and soil 47: 303-311.

49. NORMAN, R. J.; GILMOUR, J. T. and WELLS, B.R.1990.Mineralization of nitrogen and nitrogen uptake from residues and fertilizer in rice. Soil Science Society American Journal 54:1351-1356.

50. NORSTADT, F. A. and Mc CALLA, T. M. 1968. Division S3-Soil microbiology and biochemistry. Microbially induced phytotoxicity in stubble-mulched soil. Soil Science Proceding 32:241-245.

51. OLSON, T. C.and SCHOEBERL, L. S. 1970. Corn yields, soil temperature, and water use with four tillage methods in the western corn belt. Agronomy Journal 62:229-232.

52. OVESON, M. M. and APPLEBY, A. P. 1971. Influence of tillage management in a stubble mulch fallow-winter wheat rotation with herbicide weed control. Agronomy Journal 63:19-20.

53. PARKER, D. T. 1962. Descomposition in the field of buried and surface-applied cornstalk residue. Soil Science Proceding 26:320-323.

54. PEREZ GOMAR, E; GARCIA PRECHAC, F. 1993. Manejo de Suelos Arenosos en Tacuarembó. INIA. Serie Técnica NQ 33. 22p.

55. RASMUSSEN, P. E.; PICKMAN, R. W. and DOUGLAS, C. L. Jr. 1986. Air and soil temperatures during sprinng burning of standing wheat stuble. Agronomy Journal 78:261-263.

56. and ROHDE, C. R. 1988. Stuble burning effect on winter wheat yield and nitrogen utilization under semiarid conditions. Agronomy Journal 80:940-942.

57. RICE, E. L. 1974. Allelopathy. New York, Academic Press. 353 p.

58. RICE, C. W. and SMITH, M. S. 1984. Short-term inmovilization of fertilizer nitrogen at the surface of no-till and plowed soils.Soil Science Society American Journal 48:295-297.

59. ROBINSON, R. G. 1973. Elemental composition and response to nitrogen of sunflower and corn. Agronomy Journal 65:318-320.

60. SANGUINETTI, D. ; DIAZ, E. 1981. Distintas alternativas de laboreo para cultivos de verano. Tesis Ing. Agr. Facultad Agronomia. Montevideo. 145 p.

61. SHEAR, G. M. and MOSCHLER, W. W. 1969. Continuous corn by the no-tillage and conventional tillage methods a six-year comparison.Agronomy Journal 61:524-526.

62. SIERRA, C. 1992. Fertilidad de los suelos en cero labranza. Estacion Experimental REMEHUE, INIA Chile. Primer congreso internacional de siembra directa (Cordoba, Argentina). Pag.34-50.

63. SINHA, M. K. 1975. Effect of straw application on yield and phosphorus nutrition of crops. Plant and soil 43: 537-545.

64. SINGH, T. A.; THOMAS, G. W.; MOSCHLER, W. W. and MARTENS, D.C. 1966. Phosphorus uptake by corn (Zea mais, L.) under no-tillage and conventional practices. Agronomy Journal 58:147-149.

65. STEINER, J. L. 1989. Tillage and surface residue effects on evaporation from soils. Soil Science Society American Journal 53:911-916.

66. THOMAS, G. W.; BLEVINS, R. L.; PHILLIPS, R. E. and Mc MAHON, M.A. 1973. Effect of a killed sod mulch on nitrate movement and corn yield. Agronomy Journal 65:736-739.

67. THOMPSON, J. P. 1992. Soil biotic and biochemical factor in a long-term tillage and stubble management experiment on a vertisol. 1. Seedling inhibition by stubble. Elsevier Science Publishers B. V. Amsterdam p323-337.

68. TOUSSOUN, T. A.; WEINHOLD, A. R., LINDERMAN, R. G. and PATRICK Z. A. 1968. Nature of phytotoxic substances produced during plant residue descomposition in soil. Phytopatology 58:41-45.

69. TRACY, P. W.; WESTFALL, D. G.; ELLIOT, E. T.; PETERSON, G. A.and COLE, C. V. 1990. C, N, P, and Sulfur mineralization in plow and no-till cultivation. Soil Science Society American Journal 54:457-461.

70. TRIPLETT, J. B. Jr. and VAN-DOREN, D. M. Jr. 1969. Nitrogen,phosphorus, and potassium fertilization of non-tillage maize.Agronomy Journal 61:637-639.

71. UNDERSANDER, D. J. and REIGER, C. 1985. Effect of wheat residuemanagement on continuous production of irrigated winter wheat.Agronomy Journal 77:508-511.69

72. UNGER, P. W. 1978. Straw mulch effects on soil temperatures and Sorghun germination and grown. Agronomy Journal 70:858-864.

73. . 1981. Tillage effects on wheat and Sunflower grown in rotation. Soil Science Society American Journal 45:941-945.

74. _____ . 1984. Tillage and residue effects on wheat, Sorghum, and Sunflower grown in rotation. Soil Science Society American Journal 48:885-891.

75. 1988. Residue management effects on soil temperature. Soil Science American Journal 52:1777-1782.

76. _____ . 1994. Residue management for winter wheat and grain Sorghun production with limited irrigation. Soil Science Society American Journal 58:537-542.

77. VAN WIJK, W. R.; LARSON, W. E. and BURROWS, W. C. 1959. Soil temperature and the early growth of corn from mulched and unmulchedsoil. Soil Science Society Proceedings 428-434.

78. VIGIL, M. F. and KISSEL, D. E. 1991. Equations for estimating the amount of nitrogen mineralized from crop residue. Soil Science Society American Journal 55:757-761.

79. WESTON, L. A.; HARMON, R. and MUELLER, S. 1989. Allelopathic potential of Sorghum Sudangrass Hybrid (Sudex). Journal of Chemical Ecology 15(6):1856-1865.

80. WILHELM, W. W.; DORAN, J. W. and POWER, J. F. 1986. Corn and soybean yield reponse to crop residue management under no-tillage production systems. Agronomy Journal 78:184-189.

81. ZHAI, R.; KACHANOSKI, R. G.; and VORONEY, R. P. 1990. Tillage effects on the spatial and temporal variations of soil water. Soil Science Society American Journal 54:186-192.

IX. APENDICE

CUADRO 1

SIGNIFICANCIA DEL C.M.T. PARA EVOLUCION DIARIA DE TEMPERATURA

		Variables					
		TEMP.		TEMP.		TEMP.	
F. de V.	GL	15 hs		19 hs		23 hs	
Bloque	1	58.1038	**	5.9438	*	1.3038	*
Rastrojo	6	33.7308	***	9.9083	***	1.5926	***
Media General		38.5476		31.8667		27.2952	
C.V.		7.45		4.55		2.47	

		TEMP.		TEMP.		TEMP.	
F. de V.	GL	3 hs		7 hs		11 hs	
Bloque	1	0.0610		0.29167		103.087	***
Rastrojo	6	1.2299	***	1.71857	***	24.1613	***
Media General		24.6905		25.231		34.3857	
C.V.		2.31		1.68		5.69	

SIGNIFICANCIA VALOR F PARA CONTRASTES DE EVOLUCION DIARIA DE TEMPERATURA

	Valor F					
	TEMP.		TEMP.		TEMP.	
Contrastes	15 hs		19 hs		23 hs	
S/R - C/R C	20.15	***	14.86	***	8.97	***
S/R - C/R L	21.32	***	26.38	***	16.59	***
LAB - SD L	2.74	*	7.59	***	3.06	*
R. PIE - R. SUE	1.48		0.54		0.84	
LAB - SD S/R	1.09		0.00		0.33	

	TEMP.		TEMP.		TEMP.	
Contrastes	3 hs		7 hs		11 hs	
S/R - C/R C	1.07		34.42	***	16.80	***
S/R - C/R L	11.87	***	46.24	***	19.39	***
LAB - SD L	12.86	***	15.73	***	9.51	***
R. PIE - R. SUE	0.81		7.34	**	14.1	***
LAB - SD S/R	4.13	**	0.08		0.64	

*** Difieren significativamente al 1%
** Difieren significativamente al 5%
* Difieren significativamente al 10%

CUADRO 2

REGRESION PARA CANTIDAD DE RASTROJO Y TEMPERATURA HORARIA

Variable dependiente: TEMPERATURA HORA 15

Fuente	GL	Suma Cuadrado	Cuadrado Medio	F Valor	Pr > F
Modelo	1	40.846	40.846	5.008	0.0450
Error	12	97.866	8.156		
Total corregido	13	138.712			

R-Cuadrado	C.V.
0.2945	7.4

Parámetro	Estimacion	T para HO: Parametro=0	Pr > ITI	Desv.est. de la estimacion
INTERCEPTO	40.2758	37.0820	0.0001	1.0861
TON. RAST.	-0.5787	-2.2380	0.0450	0.2586

Variable dependiente: TEMPERATURA HORA 19

Fuente	GL	Suma Cuadrado	Cuadrado Medio	F Valor	Pr > F
Modelo	1	10.123	10.123	4.684	0.0513
Error	12	25.934	2.161		
Total corregido	13	36.057			

R-Cuadrado	C.V.
0.2808	4.61

Parámetro	Estimacion	T para HO: Parametro=0	Pr > ITI	Desv.est. de la estimacion
INTERCEPTO	32.7288	58.5370	0.0001	0.5591
TON. RAST.	-0.2881	-2.1640	0.0513	0.1331

Variable dependiente: TEMPERATURA HORA 23

Fuente	GL	Suma Cuadrado	Cuadrado Medio	F Valor	Pr > F
Modelo	1	2.917	2.917	30.3580	0.0001
Error	12	1.153	0.961		
Total corregido	13	4.069			

R-Cuadrado	C.V.
0.07167	1.13

Parámetro	Estimacion	T para HO: Parametro=0	Pr > ITI	Desv.est. de la estimacion
INTERCEPTO	27.7571	235.466	0.0001	0.1179
TON. RAST.	-0.1546	-5.51	0.0001	0.0281

Variable dependiente: TEMPERATURA HORA 3

Fuente	GL	Suma Cuadrado	Cuadrado Medio	F Valor	Pr > F
Modelo	1	1.918	1.918	22.4060	0.0005
Error	12	1.027	0.086		
Total corregido	13	2.946			

R-Cuadrado	C.V.
0.6512	1.18

Parámetro	Estimacion	T para HO: Parametro=0	Pr > ITI	Desv.est. de la estimacion
INTERCEPTO	25.0662	225.237	0.0001	0.1129
TON. RAST.	-0.1254	-4.7330	0.0005	0.0265

Variable dependiente: TEMPERATURA HORA 7

Fuente	GL	Suma Cuadrado	Cuadrado Medio	F Valor	Pr > F
Modelo	1	1.320	1.320	5.5810	0.0359
Error	12	2.838	0.237		
Total corregido	13	4.159			

R-Cuadrado	C.V.
0.3175	1.92

Parámetro	Estimacion	T para HO: Parametro=0	Pr > ITI	Desv.est. de la estimacion
INTERCEPTO	25.5409	138.082	0.0001	0.1850
TON. RAST.	-0.1405	-2.3630	0.0359	0.0440

Variable dependiente: TEMPERATURA HORA 11

Fuente	GL	Suma Cuadrado	Cuadrado Medio	F Valor	Pr > F
Modelo	1	4.542	4.542	0.5920	0.4567
Error	12	92.121	7.677		
Total corregido	13	96.663			

R-Cuadrado	C.V.
0.047	8.05

Parámetro	Estimacion	T para HO: Parametro=0	Pr > ITI	Desv.est. de la estimacion
INTERCEPTO	34.9638	33.180	0.0001	1.0538
TON. RAST.	-0.193	-0.7690	0.4567	0.2509

Variable dependiente: TEMPERATURA MEDIA DEL DIA

Fuente	GL	Suma Cuadrado	Cuadrado Medio	F Valor	Pr > F
Modelo	1	14.837	14.837	8.3060	0.0138
Error	12	21.436	1.786		
Total corregido	13	36.273			

R-Cuadrado	C.V.
0.409	4.22

Parámetro	Estimacion	T para HO: Parametro=0	Pr > ITI	Desv.est. de la estimacion
INTERCEPTO	32.6987	64.328	0.0001	8.5083
TON. RAST.	-0.3488	-2.8820	0.0138	0.1210

CUADRO 3

SIGNIFICANCIA DEL C.M.T. PARA EVOLUCION DIARIA DE TEMPERATURA A LA RESIEMBRA Y SEGUIMIENTO DIARIO

		Variables		
		TEMP.	TEMP.	TEMP.
F. de V.	GL	RESIEMBRA	2/2	4/2
Bloque (3*)	2	44.6061 **	9.6446	30.9326 **
Rastrojo	6	43.3562 **	8.6130	8.1358
Media General		44.2036	29.1357	37.5064
C.V.		8.39	10.52	5.09

* GL PARA T A LA RESIEMBRA

		TEMP.	TEMP.	TEMP.
F. de V.	GL	6/2	8/2	10/2
Bloque	2	21.4026 **	3.0738	1.2540
Rastrojo	6	6.4764	10.2332	3.7330
Media General		35.0407	35.5257	31.5336
C.V.		5.51	5.46	3.78

		TEMP.	TEMP.	TEMP.
F. de V.	GL	12/2	14/2	17/2
Bloque	2	13.4652	16.4378 **	0.6090
Rastrojo	6	5.9757	4.2077	2.3104
Media General		35.3336	30.8736	27.0000
C.V.		7.68	5.43	3.87

*** Difieren significativamente al 1%
** Difieren significativamente al 5%
* Difieren significativamente al 10%

SIGNIFICANCIA VALOR F PARA CONTRASTES T. A LA RESIEMBRA Y SEGUIMIENTO DIARIO

	TEMP.	TEMP.	TEMP.
Contrastes	RESEMBRA	2/2	4/2
S/R - C/R C	15.63 ***	0.01	8.04 **
S/R - C/R L	16.13 ***	0.25	4.17 *
LAB - SD L	2.07	0.26	0.01
R. PIE - R. SUE	0.05	0.01	1.14
LAB - SD S/R	0.83	0.08	1.46

Contrastes	TEMP. 6/2		TEMP. 8/2		TEMP. 10/2	
S/R - C/R C	4.77	*	11.02	**	12.25	**
S/R - C/R L	5.33	*	13.30	**	10.06	**
LAB - SD L	0.08		3.23		0.80	
R. PIE - R. SUE	2.54		0.08		0.01	
LAB - SD S/R	1.46		0.06		1.01	

Contrastes	TEMP. 12/2		TEMP. 14/2		TEMP. 17/2	
S/R - C/R C	3.16		4.69	*	3.14	
S/R - C/R L	2.83		5.35	*	0.72	
LAB - SD L	0.63		0.54		1.32	
R. PIE - R. SUE	0.09		2.06		2.09	
LAB - SD S/R	0.02		0.41		3.71	*

*** Difieren significativamente al 1%
** Difieren significativamente al 5%
* Difieren significativamente al 10%

CUADRO 4

SIGNIFICANCIA DEL C.M.T. PARA HUMEDAD

		Variables		
		HUMED.	HUMED.	HUMED.
F. de V.	GL	28/12	5/1	12/1
Bloque	2	21.7205 **	62.1529 **	3.9848
Rastrojo	6	14.3087 **	15.6352	5.0078
Media General		18.8524	9.4429	14.3333
C.V.		11.38	36.44	15.54

		HUMED.	HUMED.	HUMED.
F. de V.	GL	22/1	2/2	12/2
Bloque	2	4.2005	4.92333	24.6443 *
Rastrojo	6	7.8352	5.91984	19.6860 **
Media General		16.2238	21.419	19.1714
C.V.		15.51	10.16	13.78

SIGNIFICANCIA VALOR F PARA CONTRASTES DE HUMEDAD

	Valor F		
	HUMED.	HUMED.	HUMED.
Contrastes	28/12	5/1	12/1
S/R - C/R C	0.00	0.39	3.10 *
S/R - C/R L	3.83 *	0.85	0.86
LAB - SD L	8.06 **	2.68	0.07
R. PIE - R. SUE	2.33	3.00	0.09
LAB - SD S/R	4.46 *	1.82	0.85

*** Difieren significativamente al 1%
** Difieren significativamente al 5%
* Difieren significativamente al 10%

CUADRO 5

REGRESION PARA CANTIDAD DE RASTROJO Y PORCENTAJE DE HUMEDAD

Variable dependiente: HUMEDAD 28/12

Fuente	GL	Suma Cuadrado	Cuadrado Medio	F Valor	Pr > F
Modelo	1	63.126	63.126	9.874	0.0054
Error	19	121.466	6.393		
Total corregido	20	184.592			

R-Cuadrado	C.V.
0.3420	13.41

Parámetro	Estimacion	T para HO: Parametro=0	Pr > ITI	Desv.est. de la estimacion
INTERCEPTO	16.5794	18.2240	0.0001	0.9097
TON. RAST.	0.8045	3.1420	0.0054	0.2560

Variable dependiente: HUMEDAD 12/1

Fuente	GL	Suma Cuadrado	Cuadrado Medio	F Valor	Pr > F
Modelo	1	16.702	16.702	3.922	0.0623
Error	19	80.904	4.258		
Total corregido	20	97.607			

R-Cuadrado	C.V.
0.1711	14.39

Parámetro	Estimacion	T para HO: Parametro=0	Pr > ITI	Desv.est. de la estimacion
INTERCEPTO	13.1642	17.7300	0.0001	0.7425
TON. RAST.	0.4138	1.9810	0.0623	0.2089

Variable dependiente: HUMEDAD 22/1

Fuente	GL	Suma Cuadrado	Cuadrado Medio	F Valor	Pr > F
Modelo	1	0.124	0.124	0.0180	0.8947
Error	19	131.274	6.909		
Total corregido	20	131.398			

R-Cuadrado	C.V.
0.0009	16.2

Parámetro	Estimacion	T para HO: Parametro=0	Pr > ITI	Desv.est. de la estimacion
INTERCEPTO	16.3247	17.261	0.0001	0.9458
TON. RAST.	-0.0357	-0.134	0.8947	0.2661

Variable dependiente: HUMEDAD 2/2

Fuente	GL	Suma Cuadrado	Cuadrado Medio	F Valor	Pr > F
Modelo	1	0.31250	0.31250	0.058	0.8118
Error	19	101.899	5.36315		
Total corregido	20	131.398			

R-Cuadrado	C.V.
0.0031	10.8

Parámetro	Estimacion	T para HO: Parametro=0	Pr > ITI	Desv.est. de la estimacion
INTERCEPTO	21.259124	25.503	0.0001	0.8332
TON. RAST.	0.056602	0.241	0.8118	0.2345

Variable dependiente: HUMEDAD 12/2

Fuente	GL	Suma Cuadrado	Cuadrado Medio	F Valor	Pr > F
Modelo	1	0.543	0.543	0.0410	0.8413
Error	19	250.660	13.193		
Total corregido	20	251.203			

R-Cuadrado	C.V.
0.0022	18.9

Parámetro	Estimacion	T para HO: Parametro=0	Pr > ITI	Desv.est. de la estimacion
INTERCEPTO	18.9606	14.5080	0.0001	1.3069
TON. RAST.	0.07463	0.2030	0.8413	0.3678

CUADRO 6

SIGNIFICANCIA DEL C.M.T. PARA NITRATOS EN EL SUELO

		Variables		
		NO3	NO3	NO3
F. de V.	GL	Siembra	10 dias	20 dias
Bloque	2	160.495 *	227.247 *	130.540
Rastrojo	6	65.6786	224.971 *	33.8824
Media General		13.5762	36.0143	30.5250
C.V.		53.85	26.13	25.34

		NO3
F. de V.	GL	30 dias
Bloque	2	251.732 **
Rastrojo	6	106.963
Media General		41.8048
C.V.		18.67

SIGNIFICANCIA VALOR F PARA CONTRASTES DE NO3 EN SUELO

	Valor F		
	NO3	NO3	NO3
Contrastes	Siembra	10 dias	20 dias
S/R - C/R C	0.15	0.20	0.36
S/R - C/R L	0.15	0.06	0.38
LAB - SD L	0.59	5.55 **	0.04
R. PIE - R. SUE	2.60	1.21	0.00
LAB - SD S/R	0.45	7.07 **	0.39

	NO3
Contrastes	30 dias
S/R - C/R C	0.00
S/R - C/R L	2.16
LAB - SD L	2.09
R. PIE - R. SUE	0.52
LAB - SD S/R	0.59

*** Difieren significativamente al 1%
** Difieren significativamente al 5%
* Difieren significativamente al 10%

CUADRO 7

SIGNIFICANCIA DEL C.M.T. PARA RENDIMIENTO CON Y SIN COVARIABLE PLANTAS VOLCADAS, TAMAÑO MEDIO DE CAPITULO, CAPITULOS COSECHA Y UNIFOMIDAD.

		Variables			
		RENDIMIENTO		RENDIMIENTO	UNIFORMIDAD
F. de V.	GL	SIN COV.		CON COV.	
Bloque	2	353229.35	***	19088.66	0.0025
Rastrojo	6	50144.43		15152.47	0.0023
Cap. Cos.	1			350667.7	***
T.Medio Cap.	1			390122.1	***
Media General		1129.8714		1129.87	0.5544
C.V.		18.15		8.23	12.75

		CAPITULOS		T. MEDIO	PLANTAS	
F. de V.	GL	COSECHADOS		CAPITULOS	VOLCADAS	
Bloque	2	6966.4849	**	0.000162	7813.91	***
Rastrojo	6	961.20238		0.000224	3405.68	**
Media General		184.9195		0.036095	79.0643	
C.V.		19.19		43.23	41.89	

SIGNIFICANCIA VALOR F PARA CONTRASTES DE RENDIMIENTO CON Y SIN COVARIABLES, PLANTAS VOLCADAS, TAMAÑO MEDIO CAPITLO, CAPITULOS COSECHADOS Y UNIFORMIDAD.

	Valor F		
	RENDIMIENTO	RENDIMIENTO	UNIFOMIDAD
Contrastes	SIN COV.	CON COV.	
S/R - C/R C	1.75	1.72	0.28
S/R - C/R L	0.61	0.18	0.95
LAB - SD L	1.82	2.84	1.01
R. PIE - R. SUE	1.73	0.91	0.12
LAB - SD S/R	4.70 *	5.27 **	0.32

	CAPITULOS	T. MEDIO	PLANTAS	
Contrastes	COSECHADOS	CAPITULOS	VOLCADAS	
S/R - C/R C	2.93	0.96	3.61	*
S/R - C/R L	3.13 *	2.21	0.91	
LAB - SD L	0.61	2.14	1.94	*
R. PIE - R. SUE	0.76	1.04	3.3	*
LAB - SD S/R	0.05	0.60	5.24	**

*** Difieren significativamente al 1%
** Difieren significativamente al 5%
* Difieren significativamente al 10%

CUADRO 8

SIGNIFICANCIA DEL C.M.T. PARA IMPLANTACION

		Variables		
		Emerg.	Muertas	Implant.
F. de V.	GL	10 dias	10 dias	10 dias
Bloque	2	2.7049	0.0887	3.1175
Rastrojo	6	4.2081 **	0.4431 **	3.6973 *
Media General		4.6076	1.1505	4.4900
C.V.		25.9	24.42	25.92

		Emerg.	Implant.	Muertas
F. de V.	GL	20 dias	20 dias	20 dias
Bloque	2	0.3077	0.24402	4.0797 **
Rastrojo	6	1.9483 **	1.80273 **	0.9335
Media General		7.7654	7.0985	2.9293
C.V.		8.37	10.42	33.09

		Emerg.	Muertas	Implant.
F. de V.	GL	24 dias	24 dias	24 dias
Bloque	2	0.2907	4.6776 **	0.4178
Rastrojo	6	1.7291 **	0.9500	1.3090 **
Media General		7.7974	3.1527	7.0449
C.V.		8.12	30.74	9.38

		Variables		
		T. Emerg.	T.Impl.	T. Emerg.
F. de V.	GL	0-10	0-10	10-20
Bloque	2	2.0833	2.2948	4.1786 ***
Rastrojo	6	3.4467 **	2.8176 *	0.4752
Media General		2.3667	2.2476	3.7429
C.V.		45.18	46.19	16.03

		T.Impl.	T. Emerg.	T.Impl.
F. de V.	GL	10-20	20-24	20-24
Bloque	2	2.8248 *	0.0119	0.5387
Rastrojo	6	0.9910	0.0655 ***	0.9266
Media General		2.8810	0.1548	-0.2619
C.V.		32.4	70.5	-351.54

*** Difieren significativamente al 1%
** Difieren significativamente al 5%
* Difieren significativamente al 10%

SIGNIFICANCIA VALOR F PARA CONTRASTES DE IMPLANTACION

Contrastes	Valor F Emerg. 10 dias	Muertas 10 dias	Implant. 10 dias
S/R - C/R C	5.62 **		4.85 **
S/R - C/R L	0.06	2.60	0.02
LAB - SD L	1.76	0.61	1.69
R. PIE - R. SUE	3.96 **	2.90	3.66 *
LAB - SD S/R	3.04 *	3.97 *	2.72

Contrastes	Emerg. 20 dias	Muertas 20 dias	Implant. 20 dias
S/R - C/R C	13.06 ***	0.00	12.52 ***
S/R - C/R L	1.61	2.03	4.72 **
LAB - SD L	2.54	3.45 *	0.03
R. PIE - R. SUE	9.06 ***	0.29	7.14 **
LAB - SD S/R	7.49 **	1.66	2.63

Contrastes	Valor F Emerg. 24 dias	Muertas 24 dias	Implant. 24 dias
S/R - C/R C	11.50 ***	0.37	10.10 ***
S/R - C/R L	1.06	0.73	3.17 *
LAB - SD L	2.87	2.77	0.12
R. PIE - R. SUE	8.49 **	0.50	6.64 **
LAB - SD S/R	7.28 **	2.04	2.51

SIGNIFICANCIA VALOR F PARA CONTRASTES TASAS DE EMERGENCIA E IMPLANTACION

Contrastes	Valor F T. Emerg. 0-10	T.Impl. 0-10	T. Emerg. 10-20
S/R - C/R C	6.58 **	5.45 **	1.95
S/R - C/R L	0.33	0.21	1.41
LAB - SD L	1.28	1.16	0.19
R. PIE - R. SUE	4.57 **	4.17 *	2.11
LAB - SD S/R	2.99	2.51	1.69

	Valor F					
	T. Impl.		T. Emerg.		T.Impl.	
Contrastes	10-20		20-24		20-24	
S/R - C/R C	1.77		15.75	***	4.82	**
S/R - C/R L	3.70	*	13.02	***	3.48	*
LAB - SD L	1.16		0.10		0.32	
R. PIE - R. SUE	0.97		0.29		2.17	
LAB - SD S/R	0.00		3.94	*	0.30	

*** Difieren significativamente al 1%
** Difieren significativamente al 5%
* Difieren significativamente al 10%

CUADRO 9

SIGNIFICANCIA DEL C.M.T. PARA PESO DE PLANTAS

		Variables					
		P.AEREA		P. RAIZ		P. TOTAL	
F. de V.	GL	10 dias		10 dias		10 dias	
Bloque	2	0.0017		0.00001		0.0020	
Rastrojo	6	0.0006		0.00003		0.0006	
Media General		0.0981		0.0202		0.1182	
C.V.		30.74		22.49		26.74	
		P.AEREA		P. RAIZ		P. TOTAL	
F. de V.	GL	20 dias		20 dias		20 dias	
Bloque	2	0.0370	***	0.0005	**	0.0446	***
Rastrojo	6	0.0259		0.0001		0.0048	
Media General		0.2607		0.0537		0.3145	
C.V.		24.33		20.74		21.98	
		P.AEREA		P. RAIZ		P. TOTAL	
F. de V.	GL	30 dias		30 dias		30 dias	
Bloque	2	0.0220		0.0009		0.0318	
Rastrojo	6	0.0140		0.0016		0.0179	
Media General		0.4145		0.0929		0.5074	
C.V.		37.43		49.71		35.82	

F. de V.	GL	P. SECO FLORACION
Bloque	2	1845.554
Rastrojo	6	1184.276
Media General		145.6
C.V.		18.08824

SIGNIFICANCIA VALOR F PARA CONTRASTES PARA PESO DE PLANTAS

	Variables		
	P.AEREA	P. RAIZ	P. TOTAL
Contrastes	10 dias	10 dias	10 dias
S/R - C/R C	0.69	0.33	0.48
S/R - C/R L	2.26	0.01	1.95
LAB - SD L	1.83	0.14	0.75
R. PIE - R. SUE	0.60	0.60	0.38
LAB - SD S/R	0.40	0.26	0.44

	P.AEREA	P. RAIZ	P. TOTAL
Contrastes	20 dias	20 dias	20 dias
S/R - C/R C	0.41	0.22	0.44
S/R - C/R L	0.10	0.38	0.03
LAB SD L	2.25	0.02	1.92
R. PIE - R. SUE	0.00	0.61	0.03
LAB - SD S/R	2.71	0.31	2.53

	P.AEREA	P. RAIZ	P. TOTAL
Contrastes	30 dias	30 dias	30 dias
S/R - C/R C	0.00	0.65	0.06
S/R - C/R L	0.65	1.10	0.92
LAB - SD L	0.77	0.12	0.70
R. PIE - R. SUE	0.05	0.36	0.12
LAB - SD S/R	0.27	0.08	0.14

Contrastes	P. SECO FLORACION
S/R - C/R C	2.21
S/R - C/R L	0.33
LAB - SD L	0.25
R. PIE - R. SUE	2.47
LAB - SD S/R	0.950

SIGNIFICANCIA DEL C.M.T. PARA NUTRICION DE LAS PLANTA

		Variables		
		% NITROG.	% NITROG.	% NITROG.
F. de V.	GL	10 dias	20 dias	30 dias
Bloque	2	0.5220	0.06952	0.3867 **
Rastrojo	6	0.5505	0.25416	0.0232
Media General		4.4957	4.0010	3.9832
C.V.		18.07	9.01	7.55

		% NITROG.
F. de V.	GL	FLORACION.
Bloque	2	0.1132
Rastrojo	6	0.4299
Media General		3.0129
C.V.		19.99

		Gr.NITROG.	Gr.NITROG.	Gr.NITROG.
F. de V.	GL	10 dias	20 dias	30 dias
Bloque	2	0.000002	0.000048	***0.00003
Rastrojo	6	0.000002	0.000006	0.00003
Media General		0.0043	0.0103	0.0161
C.V.		33.77	23.66	29.9

		Gr.NITROG.
F. de V.	GL	FLORACION
Bloque	2	7.368519
Rastrojo	6	14.0816
Media General		6.742381
C.V.		31.28 **

SIGNIFICANCIA VALOR F PARA CONTRASTES PARA NUTRICION

	Variables		
	% NITROG.	% NITROG.	% NITROG.
Contrastes	10 dias	20 dias	30 dias
S/R - C/R C	1.93	1.62	0.11
S/R - C/R L	1.27	7.17 **	0.24
LAB - SD L	0.62	6.70 **	0.81
R. PIE - R. SUE	0.38	0.44	0.02
LAB - SD S/R	2.82	2.22	0.58

Contrastes	% NITROG. FLORACION.
S/R - C/R C	0.6
S/R - C/R L	0.16
LAB - SD L	0.33
R. PIE - R. SUE	0.65
LAB - SD S/R	0.900

Contrastes	Gr.NITROG. 10 dias	Gr.NITROG. 20 dias	Gr.NITROG. 30 dias
S/R - C/R C	0.03	1.43	0.18
S/R - C/R L	0.51	0.65	0.61
LAB - SD L	3.33 *	0.13	0.01
R. PIE - R. SUE	0.22	0.11	0.12
LAB - SD S/R	2.93	0.91	0.31

Contrastes	Gr.NITROG. FLORACION
S/R - C/R C	6.2 **
S/R - C/R L	4.89 **
LAB - SD L	1.9
R. PIE - R. SUE	10.98 ***
LAB - SD S/R	0.040

*** Difieren significativamente al 1%
** Difieren significativamente al 5%
* Difieren significativamente al 10%

CUADRO 10

SIGNIFICANCIA DEL C.M.T. PARA TASA DE EMISION DE HOJAS CON TEMPERATURA ACUMULADA COMO COVARIABLE

		Variables		
		TASA HOJA	TASA HOJA	TASA HOJA
F. de V.	GL	2/2	4/2	6/2
Bloque	2	0.088	0.0865	0.0164
Rastrojo	6	0.01741	0.0570	0.1253
Tasa Hoja 2/2	1		0.03492	0.15038
Temp. acumulada	1	0.01076	0.03735	0.14557
Media General		0.54071	1.6864	2.4857
C.V.		24.85	30.51	23.02

		TASA HOJA	TASA HOJA	TASA HOJA
F. de V.	GL	8/2	10/2	12/2
Bloque	2	0.0003	0.0873	0.8323
Rastrojo	6	0.2880	0.1613	0.3603
Tasa Hoja 2/2	1	0.0296	0.3189	0.0987
Temp. acumulada	1	0.01112	0.03865	0.02403
Media General		3.71286	4.90643	6.04357
C.V.		15.88	8.41	8.99

		TASA HOJA	TASA HOJA
F. de V.	GL	14/2	17/2
Bloque	2	0.0902	0.1458
Rastrojo	6	0.8392	1.6190
Tasa Hoja 2/2	1	0.2521	1.4343
Temp. acumulada	1	0.37367	0.25811
Media General		7.29857	8.97571
C.V.		14.08	14.32

SIGNIFICANCIA VALOR F PARA CONTRASTES DE TASA DE EMISION DE HOJA TEMPERATURA ACUMULADA COMO COVARIABLE

	TASA HOJA	TASA HOJA	TASA HOJA
Contrastes	2/2	4/2	6/2
S/R - C/R C	0.02	0.06	0.12
S/R - C/R L	0.06	0.01	0.03
LAB SD L	0.32	0.30	0.15
R. PIE - R. SUE	0.11	0.48	0.1
LAB SD S/R	0.25	0.20	0.20

Contrastes	TASA HOJA 8/2	TASA HOJA 10/2	TASA HOJA 12/2
S/R - C/R C	0.11	0.00	1.80
S/R - C/R L	0.13	0.00	2.20
LAB - SD L	0.03	0.20	2.89
R. PIE - R. SUE	0.32	1.48	0.04
LAB - SD S/R	0.03	0.20	0.07

Contrastes	TASA HOJA 14/2	TASA HOJA 17/2
S/R - C/R C	0.13	0.00
S/R - C/R L	0.36	0.20
LAB - SD L	1.37	2.35
R. PIE - R. SUE	1.39	1.70
LAB - SD S/R	0.35	1.20

*** Difieren significativamente al 1%
** Difieren significativamente al 5%
* Difieren significativamente al 10%

CUADRO 11

SIGNIFICANCIA DEL C.M.T. PARA CANTIDAD DE RASTROJO EN SUPERFICIE

F. de V.	GL	Ton.RAST. SUPERF.
Bloque	1	16.4291 **
Rastrojo	6	14.9090 **
Media General		2.9881
C.V.		54.76

SIGNIFICANCIA VALOR F PARA CONTRASTES PARA CANTIDAD DE RASTROJO EN SIPERFICIE

Contrastes	Variables Ton.RAST. SUPERF.	
S/R - C/R C	12.54	**
S/R - C/R L	28.13	***
LAB - SD L	7.59	**
R. PIE - R. SUE	0.35	
LAB - SD S/R	0.03	

*** Difieren significativamente al 1%
** Difieren significativamente al 5%
* Difieren significativamente al 10%

CUADRO 12

MEDIAS DE TEMPERATURA, CV Y SIGNIFICANCIA DEL EFECTO TRATAMIENTO PARA TEMPERATURA DE SUELO EN EL PERIODO 2/2 - 17/2

Dia	Q+E	E	S/R	-R+R	S/T	Rot.	Q	CV	Pr >F
2/2	31.1	25.9	28.9	29.1	29.4	30.3	31.3	10.5	0.54
4/2	38.1	37.1	39.4	33.3	37.5	38.1	39.1	5.1	0.18
6/2	35.7	34.8	36.2	32.5	35.4	33.1	37.6	5.5	0.26
8/2	37.6	33.4	36.6	31.9	33.7	34.5	38.1	5.5	0.12
10/2	32.8	31.2	32.7	29.3	30.4	31.3	32.9	3.8	0.13
12/2	38.5	35.9	38.9	31.8	34.4	35.5	38.3	7.7	0.60
14/2	35.6	31.2	32.1	28.1	31.1	29.9	32.3	5.4	0.32
17/2	27.8	25.4	27.9	25.8	27.8	28.9	27.9	3.9	0.19