

FACULTAD DE AGRONOMIA  
ESTACION EXPERIMENTAL  
DR. MARIO A. CASSINONI

---



TECNOLOGIAS DE PRODUCCION,  
DISPONIBILIDAD Y ADOPCION.

FACULTAD DE AGRONOMIA  
ESTACION EXPERIMENTAL "DR. MARIO A. CASSINONI"

---

# GIRASOL

TECNOLOGIAS DE PRODUCCION,  
DISPONIBILIDAD Y ADOPCION.

Paysandú, Diciembre de 1996.

---

*Esta publicación ha sido financiada con un fondo de la Cámara de Aceites Comestibles, en el marco de un convenio firmado por esa institución con la Facultad de Agronomía y el Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria.*

Título: GIRASOL - Tecnologías de producción, disponibilidad y adopción.  
ISBN: 9974 - 0 - 0055 - 6

Impreso en Talleres Gráficos Baccaro - RUC 120031610014 - Paysandú - Uruguay  
Depósito legal: 39483/96 - Diciembre, 1996

## CONTENIDO

	pág.
Relevamiento del cultivo de girasol, adopción de técnicas y resultados a nivel comercial. <i>Ings. Agrs. José E. Bervejillo y Liliana Darré.</i> .....	5
Apéndice I .....	40
Efecto del régimen térmico del suelo sobre la implantación de 10 híbridos de girasol, con distintas características de semilla. <i>Ings. Agrs. E. Hoffman, O. Ernst, J. Rebuffel y T. Alcorta</i> .....	46
Manejo de rastrojos de cultivos de invierno para la siembra de girasol de segunda. <i>Ings. Agrs. O. Ernst, E. Hoffman, F. Condón, M. Guelfi, M. Pastorini, C. Pérez y C. Pons.</i> .....	59

## RELEVAMIENTO DEL CULTIVO DE GIRASOL, ADOPCION DE TECNICAS Y RESULTADOS A NIVEL COMERCIAL.

Ing. Agr. José E. Bervejillo  
Ing. Agr. Liliana Darré

### V INTRODUCCION.

La Facultad de Agronomía, conjuntamente con el Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA) y la Cámara de Aceites Comestibles (CAC), firmaron un Convenio de Cooperación para desarrollar un Programa de Investigación, Mejora y Difusión Tecnológica de los Cultivos Oleaginosos. Este Programa tuvo como objetivo la realización de proyectos de investigación en cultivos oleaginosos y la promoción de la tecnología actualmente disponible en el país.

En el marco de este Convenio, un equipo de técnicos de la Estación Experimental "Dr. Mario A. Cassinoni" de la Facultad de Agronomía, desarrolló un trabajo de relevamiento del cultivo de girasol, a través de una encuesta a productores del litoral oeste, durante la zafra 1994/95. El objetivo específico de este relevamiento fue conocer en detalle las actuales técnicas utilizadas por los productores de girasol, y los elementos técnicos y económicos que están explicando los resultados a nivel comercial. Los resultados del relevamiento pretenden servir a técnicos y productores mostrando cuáles son los niveles de productividad que efectivamente se están alcanzando y los factores que resultan claves para la obtención de los mejores resultados a nivel de empresa.

### ALCANCE DEL RELEVAMIENTO

El relevamiento se llevó a cabo mediante encuesta a productores agropecuarios del litoral oeste, a los que se les hizo llegar dos formularios en momentos diferentes durante el desarrollo del cultivo. Inicialmente se había previsto realizar el relevamiento en tres etapas, aunque por falta de recursos humanos y tiempo fue necesario resumir el relevamiento a dos etapas. En el primer formulario, distribuido en diciembre de 1994, se solicitó determinada información

general sobre la empresa, más datos específicos sobre las condiciones en que se realizó el laboreo y la siembra del cultivo de girasol. En una segunda etapa, entre febrero y marzo de 1995, se levantó información concerniente a las condiciones de desarrollo del cultivo y a los resultados obtenidos. (Véase una copia del formulario empleado en el Apéndice I - pág. 41).

La región comprendida en el relevamiento incluyó a productores de las zonas de influencia de las cooperativas de Quebracho (COLEQUE), Paysandú (CALPA), Young (CADYL), Mercedes (CALMER), y de la Asociación de Fomento Rural de Risso. Técnicos y funcionarios de estas instituciones, más técnicos independientes de la zona de Dolores, contribuyeron en el proceso de recolección de la información.

El relevamiento alcanzó a 84 empresas de los departamentos de Paysandú, Río Negro y Soriano. Para seleccionar tales empresas no se siguió ningún procedimiento de muestreo predeterminado. El criterio empleado fue abarcar el mayor número posible de empresas plantadoras de girasol vinculadas comercialmente a las Cooperativas Agropecuarias del litoral. Esto es, no se trata de una muestra de productores de la que pueda efectuarse inferencia estadística. Los resultados del relevamiento son aplicables en sentido estricto, al conjunto de empresas relevadas.

El área total del cultivo bajo relevamiento suma 14,668 Há, de las cuales 6,990 Há (el 47.7%) corresponde a cultivos de primera y 7,678 Há fueron de 2a.. El Cuadro 1 muestra el número de empresas y el número de chacras relevadas por departamento. Como se indica más abajo, de este total de empresas encuestadas algunas serán excluidas de los análisis de resultados y técnicas empleadas por inconsistencias diversas de la información.

Cuadro 1.- Número de Empresas, Número de chacras, y Superficie de Girasol relevada (1a. y 2da.) por Departamento

	No. de Empresas	No. de Chacras	Sup. Sembrada con Girasol (Há)
Paysandú	32	68	4491
Río Negro	22	78	3586
Soriano	30	108	6611
TOTAL	84	253	14668

### TIPO DE INFORMACION LEVANTADA

El tipo de información levantada efectivamente tuvo que ver, por un lado, con características de las empresas plantadoras de girasol. Se preguntó sobre los recursos totales manejados por la empresa (tierra, trabajo y capital) a efectos de poder luego situar el cultivo de girasol en un contexto de sistema de producción. Por otro lado, se hicieron preguntas sobre las técnicas de laboreo, las características de los insumos empleados (semilla, fertilizante, herbicida), y las técnicas de implantación y fertilización. En esto se hizo énfasis en separar los datos por chacra de manera de ampliar el espectro de variación de las variables observadas. En una segunda instancia, se preguntó sobre problemas aparecidos durante el desarrollo del cultivo y a la cosecha, así como rendimientos obtenidos en grano y en aceite, por chacra. (Véase nuevamente Apéndice I, para mayores detalles)

En general, la información obtenida fue consistente en cuanto a características generales de las empresas y a cómo se realizó el cultivo en cada chacra. La mayor limitación, en cambio, apareció con los datos de cosecha, ya que no resultó fácil obtener directamente los resultados discriminados por chacra, y en algunos casos no fue posible obtener el dato de cosecha aún en forma global. No obstante, buena parte de la información que luego se detalla y que posee valor analítico se basa en la unidad "chacra".

## IV RESULTADOS DEL RELEVAMIENTO

### II.1 - Rendimientos Obtenidos.

El Cuadro 2(a) resume para el área relevada, los resultados obtenidos a la cosecha para el conjunto de empresas, comparándolos con los resultados obtenidos por las mismas empresas en la zafra inmediata anterior, en tanto el Cuadro 2 (b) muestra los rendi-

mientos por época de siembra según la región geográfica a la que pertenece la empresa. Se definieron 4 regiones teniendo en cuenta la cooperativa de influencia, o región de suelos dominantes. La Región I corresponde a la zona de influencia de COLEQUE, Seccionales Policiales 6a., 7a. y 8a. del Departamento de Paysandú. La Región II comprende el área de influencia de las cooperativas CALPA y CADYL, Seccionales 3a., 4a., 5a. y 13a. de Paysandú, más la 5a., 6a., 7a., y 10a. de Río Negro. La Región III corresponde al sur de Río Negro, Seccionales 3a., 4a., 11a. y 12a., así como también la 3a., 4a., 6a., 7a. y 12a. de Soriano. Finalmente la Región IV corresponde a la zona de Dolores y sur de Soriano, Seccionales 5a., 8a., 9a., 10a. y 11a. Si tenemos en cuenta el área de siembra de girasol a nivel nacional, en este relevamiento en particular está sobre-representada la región norte, y sub-representada la región sur, ya que por ejemplo, no se alcanzó a ninguna empresa del departamento de Colonia.

Cuadro 2(a)- Rendimientos promedio obtenidos por las empresas relevadas. Comparación con la zafra anterior. (kg/ha)

	Girasol 1a.	Girasol 2da.
Zafra 94/95	1219	992
Zafra 93/94	1337	931
Variación (%)	- 8.8%	+ 6.6%

Como puede verse, los incrementos de un año a otro en el área sembrada de girasol contrastan con los rendimientos obtenidos, que prácticamente permanecen incambiables. En la zafra 93/94, estas empresas habían producido en conjunto, 8,665 toneladas de grano, en tanto al año siguiente la producción total alcanzó las 16,260 toneladas, un incremento de casi el 100%. Pero prácticamente todo este incremento en el producto se explica por el incremento en el área

sembrada, ya que los aumentos en los rendimientos de girasol de 2a. fueron contrarrestados por el descenso de los rendimientos de 1a..

Cuadro 2(b) - Area, Producción y Rendimientos promedio por época de siembra, según Región

Región	Area de siembra (Há)			Producción (Ton)			Rendimientos (Kg/ Há)	
	1a.	2a.	Total	1a.	2a.	Total	1a.	2a.
I	1389	1450	2839	984,4	1208,2	2192,6	870	833
II	1486	2735	4221	1557,9	3272,4	4830,3	1048	1196
III	1885	1893	3778	2176,6	1525,7	3702,3	1155	806
IV	2230	1600	3830	3805,4	1729,7	5535,1	1706	1081
TODOS	6990	7678	14668	8524,3	7736,0	16260,3	1219	1008

El Cuadro 2(b) registra poca variabilidad en los rendimientos de girasol de 2a. entre las distintas regiones en que fue subdividido el relevamiento. En cambio, los rendimientos del cultivo de primera crecen consistentemente de norte a sur.

El Cuadro 3 muestra los rendimientos promedio por chacra según el tamaño de estas, para el conjunto de cultivos de 1a. y 2a.. Naturalmente las chacras más grandes coinciden en general con empresas más grandes.

Cuadro 3.- Rendimiento en grano y aceite según tamaño de chacra. Girasol de 1a. y 2a.

Tamaño de chacra	Número de chacras	Rendimiento Kg/ Há	% de Aceite
Menos de 25 Há	46	971	45.8
de 25 a 49 Há	71	1023	45.6
de 50 a 74 Há	54	1049	45.8
75 y más Há	52	1282	47.3
TODAS	223	1109	46.1(*)

(\*): Media aritmética.

A continuación se muestran algunos elementos descriptivos de las empresas comprendidas por el relevamiento, para luego pasar a la descripción de las técnicas empleadas en el cultivo.

## II.2 - Características de las Empresas.

Las empresas relevadas explotan un total de 88,420 Há, pero excluyendo "outliers" y otros casos que presentaban inconsistencias llegamos a un total de 77,300 Há, tal como se muestra en el Cuadro 4. Excluyendo la superficie tomada en medianería, se

obtiene una media de 943 Há por unidad de producción. En total, estas empresas siembran más de 42 mil hectáreas de cultivos, entre cultivos de invierno y cultivos de verano de 1a., incluyendo área de medianería. Ocupan 504 trabajadores y poseen 206 tractores. En la zafra 1993/94 estas mismas empresas cultivaron 4,216 Há de girasol de primera y 3,254 Há de girasol de segunda. Comparado con la zafra siguiente, el incremento en área de girasol de un año a otro fue de 65% para el área de primera, y de 136% para el área de 2a.

Cuadro 4 - Número de empresas relevadas, Superficie total explotada y Sup. agrícola, según Región

Región	No. de Empresas	Sup. Explotada		Superficie Agrícola		(b)/(a)
		Total Há (a)	p.empresa Há	Total Há (b)	p.empresa Há	
I	16	9312	582	4299	269	46.2%
II	28	30233	1080	14643	523	48.4%
III	20	16463	823	11045	552	67.2%
IV	18	21292	1183	13833	769	65.0%
TODAS	82	77300	943	43820	534	56.7%

NOTA: La superficie total explotada no incluye medianería. La superficie con agricultura incluye cultivos dentro y fuera de la empresa más área de rastrojos.

La superficie con agricultura por empresa, cuando incluimos el área de rastrojos y la medianería, promedia 534 Há, lo que representa un 56.7% del área explotada en propiedad o en arrendamiento. Esto muestra el carácter fuertemente agrícola de las empresas incluidas en el estudio. Teniendo en cuenta que el área explotada en régimen de medianería está destinada 100% a agricultura, vale remarcar el hecho que estas empre-

sas realizan medianería en un área equivalente a 1/4 del área explotada en propiedad o arrendamiento. En particular, se destaca la Región III, donde el área bajo medianería representa el 40% del total, y es un 51.5% más extensa que el área agrícola en propiedad o arrendada. La importancia de la medianería por Región y la proporción del área de girasol bajo tal régimen se ilustra en el Cuadro siguiente.

Cuadro 5 - Número de empresas y área de Girasol, por % de participación de la medianería y según Región

Región	Participación de la medianería como % del área de Girasol					
	Menos del 25%		25 al 75%		Más del 75%	
	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
I	9	106	4	380	3	110
II	19	133	5	170	4	211
III	8	108	5	300	7	203
IV	10	82	6	442	2	180
TODAS	46	110	20	426	16	185

(1): Número de empresas.

(2): Superficie de Girasol por empresa, en Há.

El Cuadro 5 nos dice que 20 empresas en un total de 82 realizan entre un 25 y un 75% del área de girasol bajo medianería, y que son estas empresas las que en promedio siembran más hectáreas del cultivo. Las empresas con fuerte carácter de medianeros representan solamente el 20% (16 en 82), mientras que en el otro extremo, encontramos el 56% de las empresas

que realizan el cultivo principalmente en regímenes de propiedad o arrendamiento.

El área sembrada con girasol fue en promedio de 178 Há por empresa. El Cuadro 6 muestra el número de empresas relevadas con el detalle del área de siembra de girasol según época de siembra.

Cuadro 6 - Area Sembrada de Girasol por empresa, por Epoca y según Región.

Región	Area de 1a.(Há)	Area de 2da.(Há)	1a. + 2da. Há	% sobre el área de agricultura
I	84,5	90,6	175,1	65,2
II	53,1	97,7	150,8	28,9
III	94,3	94,7	189,0	34,2
IV	123,9	88,9	212,8	27,6
TODAS	84,8	93,6	178,4	33,4

El Cuadro 7 agrupa las empresas de acuerdo a la superficie asignada al cultivo de girasol (1 a. más 2a.). Muestra el área total de girasol sembrada por el conjunto de empresas del estrato y el promedio por empresa. También se incluye una columna que ilustra

el área agrícola total realizada por la empresa. Esta variable se estimó sumando el área de cultivos y rastrojos en propiedad o arrendamiento, más la totalidad del área realizada en medianería, bajo el supuesto que la medianería implica únicamente actividad agrícola.

Cuadro 7.- Número de Empresas, Area Agrícola y Area de Girasol según estratos de Area de Girasol

Sup. Sembrada de girasol (Ha)	No. de Empresas	Area de girasol Promedio (Ha)	Area agrícola Promedio (Ha)*
Menos de 50	18	30,8	155
de 50 a 99	19	64,9	248
de 100 a 199	17	137,5	393
de 200 a 399	21	264,8	688
400 y más	7	706,4	2171
TODAS	82	178,4	534

(\*): Estimado a partir de datos del uso del suelo en propiedad o arrendamiento más área tomada en medianería.

La disponibilidad de recursos humanos se muestra en el Cuadro 8. No es posible saber con exactitud qué proporción de la fuerza de trabajo disponible es asignable exclusivamente a girasol, ya que se preguntó acerca del personal empleado en forma permanente en la empresa más el número de jomales contratados en los meses en que se supone se está realizando el cultivo. Con empresas diversificadas la cantidad de trabajo disponible en forma permanente se asigna en proporciones variables a los distintos rubros. De todas formas, es de esperar que empresas con mayor disponibilidad de trabajo total, posean más trabajo potencialmente asignable a girasol.

A la hora de calificar la mano de obra disponible se recurrió a un código de números enteros que representara distintos niveles de instrucción del titular de la empresa y además la mayor o menor disponibilidad de

asesoramiento técnico. El nivel de instrucción del titular equivale a 1 en el nivel más bajo (enseñanza primaria incompleta), hasta el nivel 4, que representa a quienes poseen un título universitario. El asesoramiento técnico fue agrupado en 5 categorías, donde el nivel 1 corresponde a empresas sin ningún tipo de asesoramiento técnico, en tanto el nivel 5 comprende asesoramientos permanentes y completos. Los valores medios registrados en el Cuadro 8 nos dicen que en promedio, los titulares de las empresas relevadas poseen niveles de instrucción que suponen enseñanza secundaria incompleta, con pocas variaciones entre regiones, con la excepción de la Región II, cuya media es algo superior al conjunto (secundaria completa). El asesoramiento técnico promedio podría calificarse en general como medio a alto, ya que un registro de 3,3 implicara que las empresas reciben asesoramiento más que parcial. Específicamente, el

47% de las empresas con dato reportan asesoramiento técnico total, aunque en el otro extremo existe un 20% de empresas sin ningún tipo de asesoramiento técnico. Entre regiones, el nivel de asesoramiento técnico aumenta en promedio cuando pasamos desde

la Región I a la Región IV, donde las empresas reciben asesoramientos técnicos totales, esto es que el asesoramiento cubre la totalidad de las actividades de la empresa, aunque la dedicación del o los técnicos no sea a tiempo completo.

Cuadro 8.- Recursos Humanos en Equivalentes Hombre, nivel de instrucción del titular y asesoramiento técnico recibido por la empresa, según Región

Región	Recursos Humanos (EH)			Nivel de instrucción promedio	Asesoram. Técnico promedio
	Total	p.estab.	p.Ha agric.		
I	81,4	5,09	0,032	2,69	2,69
II	184,5	6,59	0,021	3,04	3,46
III	109,7	5,48	0,025	2,45	3,10
IV	129,0	7,17	0,015	2,67	3,83
TODOS	504,5	6,15	0,021	2,74	3,30

NOTA: 1 Equivalente Hombre representa una persona trabajando a tiempo completo durante un año. El nivel de instrucción del titular se codificó de acuerdo a la siguiente escala: 1 = Enseñanza Primaria incompleta; 2 = Primaria completa; 3 = Secundaria completa; 4 = Universidad completa. El asesoramiento técnico se codificó siguiendo la escala: 1 = sin asesoramiento; 2 = puntual y esporádico; 3 = puntual y permanente; 4 = total y esporádico; 5 = asesoramiento técnico total y permanente.

Cuadro 9 - Stock Ganadero total por empresa y por hectárea según Región

Región	Vacunos (cab)		Ovinos (cab)		Relac. LV
	Total	p.Há	Total	p.Há	
I	333	0,82	529	1,31	1,59
II	593	0,83	692	0,97	1,17
III	381	0,94	326	0,80	0,86
IV	561	0,77	407	0,56	0,73
TODOS	484	0,83	508	0,87	1,05

NOTA: Las existencias ganaderas promedio por establecimiento están calculadas sobre el número de empresas que proporcionan este dato, que es inferior al total. En varios casos las existencias son nulas por tratarse de empresas agrícolas especializadas. La superficie utilizada para estas estimaciones corresponde al área sin cultivos.

Las empresas estudiadas, como fue dicho, poseen un carácter agrícola importante, pero también naturalmente realizan ganadería en proporción relevante. Como ilustra el Cuadro 9 el carácter más ganadero-ovejero se asocia con empresas de las regiones más al norte, en tanto son más ganadero-invernadores los de las regiones III y IV.

La disponibilidad de maquinaria por región se muestra en el Cuadro 10. El número de tractores por empresa no varía mayormente, y tratándose de empresas con fuerte carácter agrícola, la disponibilidad de tractores es superior a la media de las empresas del litoral (0,53 considerando solamente tractores con más de 25 HP, según datos del Censo Agropecuario

de 1990). El mayor número de HPs por hectárea agrícola que se registra en la Región I se debe probablemente a la existencia de parques de maquinaria promedialmente más viejos y menos eficientes, propios de la zona de colonias de Quebracho. Una situación similar puede notarse en relación con el

número de cosechadoras, donde no existen grandes diferencias entre empresas, y sin embargo, las cosechadoras de la Región I trabajan potencialmente un tercio del área trabajada por las cosechadoras de la Región IV.

Cuadro 10 - Tractores y Cosechadoras disponibles en las empresas relevadas según Región.

Región	Número de Tractores p.empresa	HPs Total p.empresa	HPs Dispon. p.Ha agricult.	Número Cosechadoras p.empresa	Hectáreas de agric. por cosechadora
I	2,50	220,2	0,82	0,81	331
II	2,64	250,1	0,48	0,79	666
III	2,35	229,7	0,42	0,70	789
IV	2,50	268,2	0,34	0,83	922
TODAS	2,51	241,1	0,45	0,78	685

Para la mayoría de las empresas relevadas, que siembran entre 50 y 400 Há de girasol, el número de tractores disponibles no varía mayormente, y es similar al promedio general de 2.5 unidades por empresa. Igualmente la potencia promedio de estos tractores está en el eje de los 90/95 HP, sin mayor variabilidad entre estratos de área sembrada. Esto hace que la potencia total disponible por empresa, para este grupo mayoritario, varíe entre un mínimo de 208 HP/empresa y un máximo de 253 HP/empresa. En los extremos, en cambio, se ubican los productores que realizan menos de 50 Há de girasol, con 146 HP/empresa y los que siembran más de 400 Há, con 562 HP/empresa. Este último grupo de empresas parece distanciarse de la media del grupo, con 4.6 tractores por empresa y 123 HP promedio por unidad.

La mitad de las empresas con tractor dispone de menos de 2 HP por hectárea sembrada de girasol. 25% dispone de más de 2 y hasta 6 HP por hectárea sembrada, en tanto que el 25% restante se ubica por encima de los 6 HP disponibles por hectárea de girasol.

Si se considera toda el "área agrícola" (Cuadro 7), los HP/Há tienden a disminuir desde 0.76-0.86 entre los que realizan en promedio 240 Há de agricultura o menos hasta 0.26 HP entre los que realizan más de 2,000 Há de agricultura. El 70% de las empresas disponen además de cosechadora propia. 12 en un total de 71 declararon tener 2 cosechadoras cada una.

Finalmente, el Cuadro 11 muestra una estimación del capital total controlado por las empresas encuestadas. Para la confección de este cuadro se tomaron los siguientes valores del ganado por cabeza: cuerdos, para la confección de este cuadro se tomaron los siguientes valores del ganado por cabeza:

novillos y vacas de invernada, U\$S 250; vacas de cría, U\$S 150; resto de vacunos, U\$S 135. Los lanares fueron valorados en U\$S 15 las ovejas; U\$S 17 los capones; y U\$S 11 el resto de las categorías. El valor de la maquinaria fue estimado por el propio productor en la mayoría de los casos. Cuando esto no era posible, se estimaron valores de acuerdo a la antigüedad y tamaño de la maquinaria.

Cuadro 11 - Estructura del capital de explotación por empresa, según Región.

No se contabiliza capital tierra

Región	Semovientes		Maquinaria	
	U\$/empresa	U\$/Ha	U\$/empresa	U\$/Ha
I	73742	182,14	62783	235,85
II	127912	178,46	106060	214,59
III	82457	202,55	79078	143,90
IV	128674	176,67	97887	130,61
TODOS	106423	182,57	89240	171,86

NOTA: Capital maquinaria incluye tractores, aperos y cosechadoras. El monto de capital por hectárea corresponde a la superficie de ganadería para el capital semoviente, o agricultura para el capital maquinaria, por empresa. El área de rastrojos se asignó a la superficie de pastoreo.

### II.3 - Características de las Técnicas Empleadas en el Cultivo

En esta parte se describen algunas características de las técnicas empleadas en la realización del cultivo de girasol, tomando como unidad de observación la chacra. La información de técnicas de laboreo e implantación del cultivo corresponde a 246 chacras, aunque en varios de los cuadros que siguen el número total de observaciones es inferior debido a falta de datos.

#### a) Laboreo

El siguiente cuadro muestra el área de cultivo según

qué herramienta fue utilizada para el laboreo primario. La excéntrica es la herramienta más comúnmente empleada para realizar el laboreo primario, ya se trate de cultivos de primera como de segunda. Del área de primera, el 82% se trabajó con excéntrica como primera herramienta. Del área de segunda, esa proporción llega al 69% (excluyendo el área sin laboreo). Le sigue en importancia el arado de rejas o discos cuando se trata de girasol de 1a., o alternativamente, el cultivador (20%) y el vibro (9%) en los girasoles de 2a. En términos relativos, el arado es más importante en la Región I (40% del área con laboreo), que en la Región IV (20%); y es insignificante su uso en las Regiones II y III.

Cuadro 12 - Herramientas empleadas en el Laboreo Primario.

Hás trabajadas por Región, según época de siembra.

Región	Girasol de 1a.				Girasol de 2a.			
	Arado	Exc.	Cinzel	S/L	Arado	Exc. Otros(*)	S/L	S/L
I	562	742	85	--	22	1163	140	125
II	20	1312	--	40	--	1055	790	890
III	66	1903	--	--	--	485	90	1150
IV	447	1717	52	--	--	182	260	1326
TODOS	1095	5674	137	40	22	2885	1280	3491

(\*): Incluye cultivador (840 Há); rastra o disquera (60 Há); y vibro (380 Há).

S/L es sin laboreo.

La cantidad de veces que el productor pasa con herramientas sobre la chacra para la preparación del suelo varía hasta un máximo de 6 veces, contando desde el laboreo primario. La mayor parte del área de primera, sin embargo, se realizó con laboreo primario más tres pasadas de herramientas. Esta forma de preparación de suelos ocupó más de 3000 Há de girasol de 1a. (43%). Con laboreo primario más 2 o más 4 pasadas de herramientas encontramos superficies similares del orden de las 1500 Há (aproximadamente 20% cada una). En el extremo, hay unas 700 Há de primera con laboreo primario más 5 pasadas de herramientas como laboreo secundario. En el caso del girasol de segunda, más de 2000 Há (prácticamente la mitad del área laboreada) se efectuaron con una única pasada de herramientas, 800 Há con dos pasadas, y 750 Há con 3 pasadas.

La secuencia de herramientas pasadas en laboreo secundario es de una gran variabilidad y resulta poco concluyente registrar toda esa diversidad. Para poder generalizar se agruparon aquí las secuencias más "típicas" de acuerdo a la combinación de herramientas empleadas. La utilización de la excéntrica es también dominante en las labores secundarias. Si consideramos únicamente las dos primeras pasadas de laboreo secundario, el 11% del área de 1a. fue trabajada exclusivamente con excéntrica, y el 41% del área, casi 2800 Há, se hizo con alguna combinación de excéntrica y cincel.

El Cuadro 13 muestra el área de girasol trabajada con las distintas secuencias de herramientas, para el área con datos disponibles. Dada la enorme variabilidad de las secuencias de labores utilizadas, se intentó reunir las "secuencias tipo" observadas más frecuentemente, teniendo en cuenta únicamente el laboreo primario y las dos primeras pasadas de laboreo secundario.

Cuadro 13 - Hectáreas trabajadas según las distintas Secuencias de Laboreo, por Región y Epoca de siembra

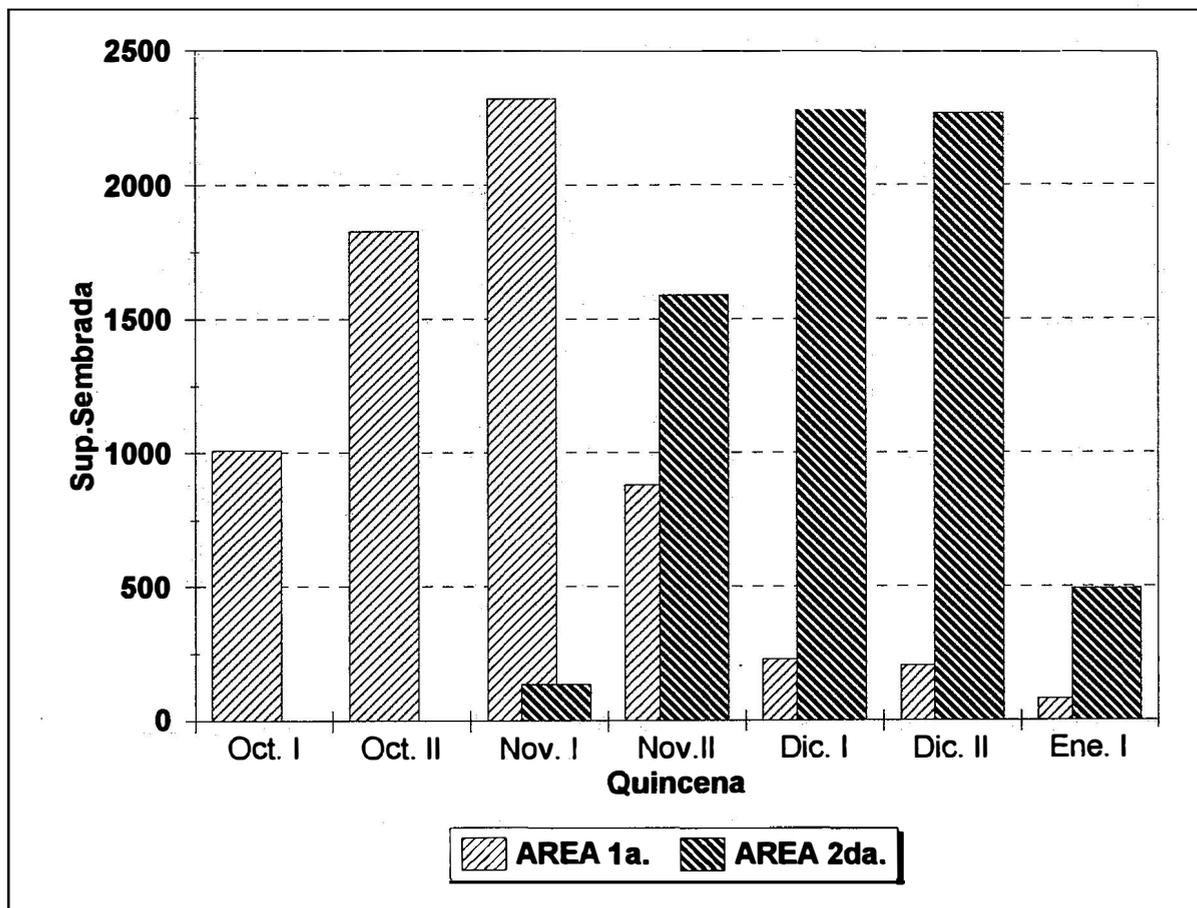
Secuencia	Región I		Región II		Región III		Región IV		Total
	1a.	2a.	1a.	2a.	1a.	2a.	1a.	2a.	
E-EC-EC	115	--	767	--	271	--	1628	--	2781
E-EC-O	107	80	395	154	1189	--	--	77	2002
EC-O	575	793	80	880	324	385	53	90	3180
A-EC-EC	--	--	--	--	52	--	142	--	194
A-R-EC	347	--	--	--	--	--	250	--	597
A-O	215	22	20	--	--	--	50	--	307
O	--	130	--	750	--	202	--	226	1308
S/L	--	125	40	704	--	1260	--	1166	3295
<b>Total</b>	<b>1359</b>	<b>1150</b>	<b>1302</b>	<b>2488</b>	<b>1836</b>	<b>1847</b>	<b>2123</b>	<b>1559</b>	<b>13664</b>

Clave: E: Excéntrica  
 EC: Excéntrica o Cincel  
 O: Otras herramientas (Rastras, Cultivador o Vibro)  
 A: Arado de discos o rejas  
 R: Rastra de discos o de dientes  
 S/L: sin laboreo

Nótese que el área declarada como cero laboreo (3295 Há en total) es inferior al área de siembra directa (3570 Há total), lo que muestra que algunos productores, aunque utilicen sembradoras de cero-laboreo, igual realizan alguna pasada previa con otra herramienta. La contradicción entre este dato y el presentado en el Cuadro 12 se debe a diferente número de hectáreas con información. En total, la siembra directa se realizó en 24% del área relevada, representa el 46,5% del área de segunda, aunque no llega al 1% en los girasoles de primera.

#### b) Fecha de Siembra

La Gráfica 1 muestra la distribución del área de girasol según la fecha de siembra, agrupada en quincenas. Se observa que la mayor concentración de siembras de 1a. se dio en la primera quincena de noviembre, en tanto las siembras de 2a. se concentran en el mes de diciembre.



**Gráfica 1.-** Distribución del Area Sembrada según Fecha de Siembra. Chacras de 1era. y 2da.

No se registran grandes variaciones en la fecha de siembra si comparamos con datos de hace diez años. Sin embargo, han desaparecido las siembras de segunda de fines de enero y en cultivos de primera, existe ahora una mayor concentración de siembras anteriores a noviembre (casi 45%), en tanto, de acuerdo con relevamientos hechos en la década pasada, el porcentaje del área sembrada antes del 1o. de noviembre era de sólo 22%. La Gráfica 2 ilustra la distribución acumulada del área de siembra, para las dos épocas. Al 15 de noviembre, casi el 80% del girasol de primera había sido sembrado, en tanto las chacras sembradas luego del 15 de diciembre son marginales. En el girasol de segunda, la distribución está más concentrada y se distribuye casi en tercios en las tres quincenas comprendidas entre el 15 de noviembre y el 31 de diciembre.

*c) Antecesor*

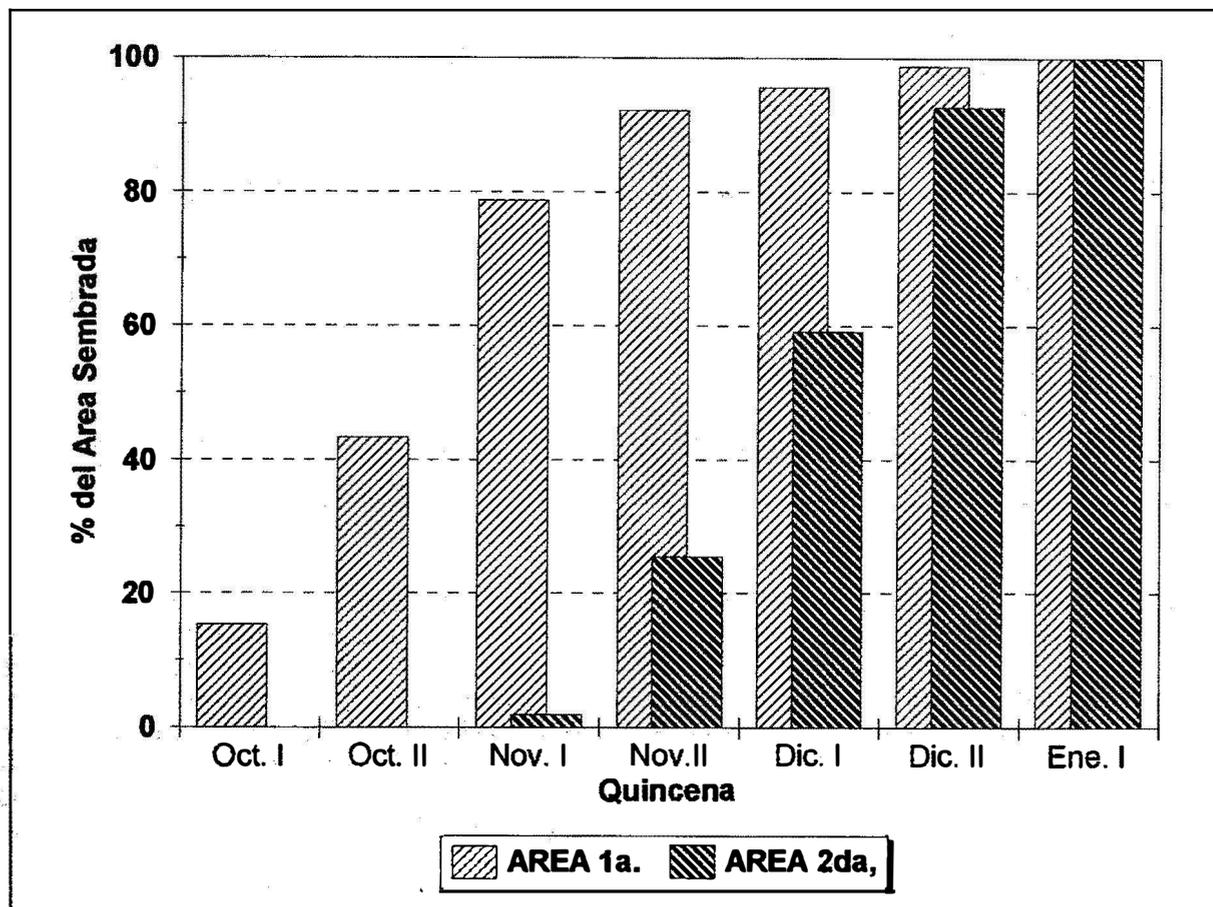
El girasol de 1a. totaliza 119 chacras, de las cuales 20 (16.8%) venían de campo natural, 20 (16.8%) eran praderas viejas, y 48 (40.3%) praderas de menos de 5 años. En términos de superficie sembrada esto

equivale a decir que 1,698 Há se sembraron sobre campo natural, 1,104 Há se hicieron sobre praderas viejas, en tanto 2,303 Há de girasol de 1a. siguieron praderas de menos de 5 años.

La distribución de los antecesores muestra también el girasol de primera está actualmente grandosea sistemas de rotación con pasturas (67% total del área se hizo sobre praderas), en contraste lo ocurrido hace diez años, cuando solamente el se realizaba sobre campo natural o pradera.

*d) Tipo de Semilla*

De 242 chacras con respuesta en este ítem proporcionan un dato concreto sobre el tipo de se utilizado. O sea, en 43 chacras (unas 1926 Há o el del área) se comprobó que el productor desconocía el tipo de semilla utilizado. O sea, en 43 chacras (unas 1926 Há o el del área) se comprobó que el productor desconocía el tipo de semilla sembrado.



**Gráfica 2.-** Distribución acumulada del área sembrada según fecha de siembra. Chacras de 1era. y 2da.

Del total de chacras con dato concreto, el 58.8% fueron sembradas con híbridos del tipo negro. Esto es, 117 chacras que suman 2,910 Há de primera y 4,240 Há de segunda. Los híbridos antipájaros se sembraron en 63 chacras (31.6%), en tanto las variedades se utilizaron para 8 chacras (4.0%). Finalmente 11 chacras fueron sembradas con algún tipo de combinación híbrido/variedad. El detalle de los materiales emplea-

dos más frecuentemente se muestra en el Cuadro 14. En total estas empresas utilizaron por lo menos 26 materiales híbridos diferentes y una variedad. Para esta estimación se asumió que aquellas chacras que registraban algún tipo de combinación de dos o tres híbridos, el área de siembra se dividía en partes iguales.

Cuadro 14.- Materiales genéticos empleados por los productores relevados.

Híbrido/Varietal	Superficie sembrada		Total Há	% del Area	
	Gir.1a.	Gir.2a.		Gir.1a.	Gir.2a.
Triumph 565/680	1830	1423	3253	26,9	20,1
DKG 101/103	554	1139	1693	8,1	16,1
ACA 884/885	784	380	1164	11,5	5,4
Rancul	180	718	898	2,6	10,1
Morgan 734/738	264	577	841	3,9	8,2
ATAR 2000/3000	321	485	806	4,7	6,9
Pioneer 6510	310	192	502	4,6	2,7
Híbrido no identif.	1231	695	1926	18,1	9,8
Otros	1340	1470	2810	19,7	20,8
Total con dato	6814	7079	13893	97,5	92,2

El uso de curasemillas se registró en 79 chacras (4058 Há de primera y 1323 Há de 2a.). Los cultivos de 1a. se distribuyeron 38,3% y 61,7% del área entre los que usaron y los que no usaron curasemilla respectivamente. En cambio, en las chacras de 2a. únicamente en el 18% del área se empleó curasemilla.

#### e) Siembra y Fertilización

La densidad de siembra, en Kg/Há, muestra la siguiente variabilidad: 19 chacras fueron sembradas con hasta 3 Kg, 146 chacras fueron sembradas con más de 3 y hasta 5 Kg de semilla, en tanto las restantes

73 chacras con datos fueron sembradas con más de 5 Kg/Há. Posteriormente se obtuvo información sobre resiembra. Sobre un total de 247 chacras, poco más del 10% fueron total o parcialmente resembradas (28 casos). 6 chacras de Paysandú y 6 de Río Negro fueron resembradas, en tanto en Soriano se registraron 17 casos (15,7%). En términos de superficie sembrada total (1a. más 2a.), la distribución se muestra en el Cuadro 15.

Cuadro 15 - Distribución de la densidad de siembra

Densidad (en Kg de semilla/Há)	Area sembrada (Há)	% del total
3 Kg	646	4,76
más de 3, hasta 4 Kg	3513	25,87
más de 4, hasta 5 Kg	4651	34,25
más de 5, hasta 6 Kg	3894	28,67
más de 6, hasta 7 Kg	618	4,55
más de 7 Kg/Ha	259	1,91
Total	13581	100,0

El Cuadro 16 muestra el área fertilizada de acuerdo con la dosis de fertilizante aplicado. Como era de esperar, la proporción de chacras de segunda que no fueron fertilizadas es muy superior a las de 1a.: 57% vs. 37% respectivamente en el caso de la fertilización nitrogenada; y 61% vs. 29% respectivamente en el caso del fósforo aplicado. Para el total con dato, de 6,981 Há de girasol de 1a., 5,926 Há recibieron alguna fertilización; mientras que para 7,878 Há de girasol de

2a., solo 3,628 Há, menos de la mitad, recibieron alguna fertilización.

Cuando el girasol de 1a. se hace como cabeza de rotación la fertilización en general es más frecuente. La mayoría de las chacras de 1a. fertilizadas con nitrógeno utilizaron menos de 30 unidades por hectárea, en tanto la fertilización fosfatada fue mayoritariamente de más de 30 unidades del nutriente por hectárea.

Cuadro 16 - Superficie Fertilizada por Época y Antecesor, según dosis de Nutrientes

Dosis\Superf.	Girasol de 1a.				Girasol de 2a.	
	Cab. Rotación		Desp.de cultivo		N	P205
	N	P205	N	P205		
	Ha	Ha	Ha	Ha	Ha	Ha
Sin fertilizar	1506	786	729	269	4250	4367
Hasta 10 unidades	350	0	0	0	813	0
11 a 20 unidades	1726	215	592	35	1925	1181
21 a 30 unidades	1374	1309	352	62	890	1419
31 a 40 unidades	82	1497	30	1157	0	898
más de 40 unidades	0	1231	0	180	0	13
Total fertilizado	3532	4252	974	1434	3628	3511
% fertilizado	70.1	84.4	57.2	84.2	46.1	44.6

### f) Herbicidas

La aplicación de herbicidas se registró en 103 chacras (5728 Há), sin considerar aquellas en las que se aplicó glifosato (4 chacras) en el laboreo ("Barbecho químico"). A estos efectos este herbicida no se lo considera como medio de protección del cultivo sino como parte de las técnicas de preparación de la chacra. La mayoría de las chacras que recibieron

tratamiento corresponden a cultivos de 1a. y suman 5135 Há (77% de las chacras). Del total, 87 chacras recibieron aplicación de algún tipo de herbicida pre-siembra, mientras que las otras 16 recibieron aplicación de gramínicidas post-emergentes o una combinación de ambos tipos. 138 chacras (8535 Há), no recibieron ningún tipo de aplicación (27 de primera y 111 de segunda). Esta información se resume en el Cuadro 17.

Cuadro 17 - Distribución del Área tratada con herbicidas, por época y según tratamiento aplicado

Tratamiento	Área de 1a.	Área de 2a.	Total
PSI	4806	138	4944
GSPE	132	455	587
PSI+GSPE	197	0	197
Sin herbicida	1820	6715	8535
Glifosato	10	120	130

Clave: PSI: herbicida pre-siembra incorporado  
GSPE: gramínicida selectivo post-emergente

*g) Condiciones de crecimiento del cultivo*

En la segunda etapa del relevamiento, junto con los datos de rendimientos obtenidos por chacra, se preguntó acerca de las condiciones en que se había desarrollado el cultivo y la situación en que había

quedado la chacra luego de la cosecha. Esta información se resume en el Cuadro 18.

Cuadro 18 - Frecuencia observada de problemas en el cultivo y condiciones de la chacra post-cosecha. Número de chacras y % del total relevado con respuestas afirmativas.

	Plagas		Enfermed.		Pájaros		Condiciones de chacra post-cosecha (%)		
	No.	%	No.	%	No.	%	Limpia	Sucia	Muy Sucia
PAYS.	19	28	17	25	30	44	55,2	34,3	7,5
RN	7	9	45	58	27	35	64,1	15,4	7,7
SOR	17	16	38	35	28	26	63,9	22,2	13,0
Total	43	17	100	40	85	34	61,7	23,3	9,9

De este cuadro se desprende que las chacras relevadas en el departamento de Paysandú presentaron en promedio problemas mayores de plagas (tanto insectos como pájaros), en tanto los rastrojos de estas

mismas chacras quedaron relativamente más sucios que los rastrojos de las chacras localizadas en los otros dos departamentos. Asimismo, se nota que la incidencia de enfermedades fue relativamente más importante en las chacras de Fo Negro.

### III /- ANALISIS DE RESULTADOS POR CHACRA.

Se incluyen en esta parte una serie de análisis de los resultados físicos observados por chacra, a partir del ajuste de modelos de regresión lineal múltiples.

#### III.1- Antecedentes.

No existen demasiados antecedentes de análisis de resultados del cultivo de girasol a nivel comercial. Dos trabajos se reportan aquí como antecedentes inmediatos.

Barbat et al. (1988)<sup>1</sup> efectuaron durante la zafra 1985/86 un relevamiento del cultivo de girasol en dos zonas agroecológicas contrastantes: Salto y Dolores. Estimaron rendimiento en grano y aceite a partir de determinaciones en sitios experimentales a nivel de chacra. Cubrieron un área equivalente a 12100 Há (10640 en Dolores y 464 en Salto) involucrando a un total de 159 productores. Para el análisis de los datos, estos autores recurrieron a modelos de regresión lineal simple, empleando como variable dependiente el rendimiento en grano o el porcentaje de aceite obtenido a nivel de chacra. En su mayor parte, el estudio se concentra en discutir el efecto de variables morfológicas y de condiciones de crecimiento del cultivo sobre los rendimientos, sin postular ningún modelo que permita explicar los resultados obtenidos en forma integral.

Picerno, Terra y Dabezies (1994)<sup>2</sup> realizaron un estudio de resultados obtenidos por productores agrícolas vinculados al "Plan de Desarrollo de Cultivos", instrumentado por la Central Cooperativa de Granos. Este plan se desarrolló para facilitar el acceso al crédito y a canales de comercialización por parte de los agricultores participantes. El estudio se hizo sobre datos correspondientes a más de 250 productores y 450 chacras, cultivadas con maíz, sorgo, girasol y soja durante la zafra 92/93. En particular, se cubrieron algo más de 7000 Há de girasol extendidas a lo largo de los departamentos del litoral oeste, un 9.7% del área sembrada a nivel nacional en esa zafra.

Para el caso de girasol, estos autores reportan 3 series de coeficientes de 3 modelos de regresión lineal

múltiple, con rendimiento en grano como variable dependiente. En el mejor de los casos, alcanzan un coeficiente de determinación ajustado de 0,51. En el primer modelo se incluyeron en total 17 variables (excluido el intercepto). De éstas, 6 son variables de manejo (fecha de siembra, duración del ciclo, número de plantas, densidad de siembra, pradera como antecesor, alguna forma de laboreo vertical), 4 son variables de condiciones de crecimiento del cultivo (presencia de plagas, estado de desarrollo, déficit y exceso de agua), 6 son variables de pertenencia a alguna de las cooperativas agropecuarias involucradas en el Plan de Desarrollo de Cultivos, y la restante corresponde a la superficie sembrada. Luego de depurar variables cuyos coeficientes estimados no difirieron significativamente de cero, llegan al siguiente modelo:

Variable	Coefic. estimado	t-calc.
Constante	238529	3.906
Fecha de siembra	- 7.043	-3.914
Plagas	-247.272	-3.221
Estado desarrollo	237.415	4.803
Densid. siembra	102.040	2.902
Laboreo vertical	323.413	2.249
Cooperativa 3	569.271	5.659
Cooperativa 1	723.683	3.251
R2	0.56	Total de observaciones: 87
R2 ajustado	0.51	Grados de libertad: 77
Durbin-Watson	1.75	

Aún cuando los signos de los coeficientes estimados resultan razonables, los autores no explican por qué los valores de tales coeficientes son tan elevados, en particular el coeficiente estimado del término constante, cosa que arroja dudas sobre la correcta interpretación de estos resultados. Por otra parte, aunque se sostiene que no existe autocorrelación en los términos del error, el valor calculado del estadístico de Durbin-Watson no habilita para sostener la hipótesis de 0 autocorrelación. Para 9 variables (excluido el intercepto) y 77 grados de libertad, los límites inferior y superior de la variable  $d$  son respectivamente, 1.4094 y 1.8646.

<sup>1</sup> Barbat, María; Calleri, Eduardo; Invernizzi, Leonardo; Lasa, Gerardo y Rodríguez, Alvaro. (1988) - "Relevamiento Tecnológico del Cultivo de Girasol en las zonas de Salto y Dolores, Zafra 1985/86". Tesis, Facultad de Agronomía, Montevideo, 276 p., 2V.

<sup>2</sup> Picerno, Alfredo; Terra, Juan P. y Dabezies, Martín, (1994). "Análisis y Procesamiento de Información de Agricultores del Plan de Desarrollo de Cultivos de la Central Cooperativa de Granos". Programa de Asistencia para la Mejora de la Competitividad Empresarial Cooperativa, CAF - AID, Montevideo, 94p.

### III.2 - Modelo de análisis y variables seleccionadas.

En el presente trabajo se recurrió a modelos de regresión lineal múltiples para explicar los rendimientos obtenidos por chacra en kilogramos de grano (bruto) y kilogramos de aceite por hectárea. Las variables seleccionadas originalmente y las unidades de medición se especifican más abajo. Tres tipos de variables independientes se incluyeron en el análisis estadístico. En primer lugar, variables que son por naturaleza continuas y se autoexplican. En segundo lugar se recurrió a algún tipo de codificación en números enteros, cuando la variable pretendía captar los efectos de atributos o cualidades de las técnicas empleadas. Finalmente se incluyeron variables *dummy* (binarias, tipo 0-1) para poder incluir efectos de presencia o ausencia de fenómenos o técnicas.

**X1 = REGION.** De acuerdo a las regiones geográficas definidas en la primera parte de este trabajo se codificaron las chacras según su localización en el rango de 1 a 4, en el sentido norte - sur.

**X2 = AREA SEMBRADA.** El número de hectáreas sembradas con el cultivo (lo que equivale a tamaño de chacra).

**X3 = EPOCA.** Según se trate de un cultivo de primera ( $X3 = 1$ ) o de segunda ( $X3 = 0$ ).

**X4 = ANTECESOR.** El cultivo antecesor al girasol se codificó originalmente en una escala de 1 a 5, para 1 = Campo Natural; 2 = pradera de menos de 5 años; 3 = pradera de más de 5 años; 4 = rastrojo de cultivo de invierno; 5 = rastrojo de cultivo de verano. Los primeros resultados arrojaron problemas de interpretación, ya que la escala no necesariamente está arreglada de acuerdo a algún valor incremental de determinado recurso. Esto es, el rastrojo de cultivo de verano no es "cinco veces" más de algún recurso que el campo natural. En base a esto, se transformó este código a una variable *dummy* que sí permitiera expresar un cambio cuantitativo relevante, y se la denominó X41. Se optó por dar valor X41 = 1 cuando el antecesor era pradera nueva, y valor X41 = 0 en cualquier otro caso. Para los modelos de girasol de segunda esta variable es irrelevante.

**X5 = QUEMA DE RASTROJO.** Toma valor 1 si hubo quema, y 0 en caso contrario. Es una variable que integra únicamente los modelos de girasol de 2da.

**X6 = SECUENCIA DE LABOREO:** Codificada de 0 a 7, de acuerdo a las secuencias más comúnmente

aplicadas. (Véase Cuadro 13). Al igual que con X4, aparecieron aquí problemas de interpretación que llevaron a una transformación de esta variable por la variable X61.

**X61 = EXCENTRICAPRESENTE.** Variable *dummy* para la presencia ( $X61 = 1$ ) o ausencia ( $X61 = 0$ ) de excéntrica en el laboreo, sola o en combinación.

**X7 = NUMERO DE PASADAS.** Veces que el productor pasa con herramientas desde la arada inicial hasta la siembra. Toma valores enteros de 0 a 6.

**X8 = FECHA DE SIEMBRA.** La fecha de siembra fue agrupada en quincenas; el relevamiento no recogió información sobre la fecha exacta sino sobre la quincena y el mes en que aquella se realizó. Asumiendo que en promedio, las siembras en una quincena están separadas 15 días de la quincena siguiente o anterior, esta variable tomó valores de 15 en 15 a contar desde la primera quincena de octubre ( $X8 = 0$ ). Evaluando los resultados preliminares, se llegó a la conclusión que se podía expresar mejor la fecha de siembra si se medía en unidades de 15 días. Esto es, se definió una nueva variable -X81- toma valores 1,2,3,..., contando desde la primera quincena de octubre.

**X9 = TIPO DE SEMILLA.** Variable codificada para el tipo de semilla. Dada la enorme variabilidad de materiales genéticos empleados se recurrió a una codificación donde: 1 = híbridos tipo antipájaros (N/B); 2 = híbridos tipo negros (N/G); 3 = mezclas de N/B y N/G; 4 = variedad; 5 = mezcla de variedad más híbrido; y 0 = híbrido no identificado por el productor. Esta variable también generó problemas de interpretación, lo que llevó a sustituirla por la variable X91, que expresa el rendimiento esperado en aceite para cada híbrido, según los datos experimentales publicados por el INIA.

**X10 = DENSIDAD DE SIEMBRA.** Kilogramos de semilla sembrados por Há, de acuerdo a lo declarado por el productor.

**X11 = DISTANCIA ENTRE FILAS.** En metros, también según lo declaró por el productor.

**X12 = TIPO DE SIEMBRA.** 0 por siembra convencional, 1 por siembra directa. Es irrelevante en girasoles de 1era.

**X13 y X14 = NITROGENO y FOSFORO,** respectivamente. Unidades de nitrógeno y fósforo aplicadas por hectárea. (Kg/Há)

X15 = HERBICIDA. Variable codificada: 0 = sin herbicida; 1 = PSI; 2 = GSPE; 3 = mezcla; 4 = barbecho químico (Véase Cuadro 17). Al igual que con otras variables, como ya se explicó, esta también se transformó a binaria por presencia (=1) o ausencia (=0) de herbicidas, y es relevante solo en cultivos de primera.

X16 = HERBICIDA DOSIS. En litros por hectárea.

X17 = RESIEMBRA. Binaria, si hubo resiembra es 1, 0 de otra forma.

X18 = PLAGAS. Binaria, por presencia o ausencia de plagas (insectos).

X19 = ENFERMEDADES. Binaria, presencia o ausencia de enfermedades.

X201 = FECHA DE COSECHA. En quincenas, a contar desde la fecha de siembra.

X201 - X81 = DURACION DEL CICLO. Se estima como el número de quincenas transcurridas entre la fecha de siembra (variable X81) y la fecha de cosecha declarada por el productor. La fecha de cosecha se toma sobre la misma base que X81.

X21 = PAJAROS. Binaria, por presencia o ausencia de problemas de pájaros.

El procedimiento fue partir de un modelo general incluyendo todas las variables como fueron definidas inicialmente y todas las observaciones, para luego ir descartando variables de escaso o nulo poder explicativo, o transformando aquellas que arrojaban resultados no acordes con lo esperado. El número total de observaciones (chacras) fue de 237 (excluyendo casos fuera de tipo) pero para la mayoría de los análisis de regresión el número de observaciones relevante es menor debido a la falta de datos en respuestas específicas ("datos perdidos"). A priori se entendió que los cultivos de primera deberían ajustarse a un modelo diferente de los cultivos de segunda, por la naturaleza misma de los dos tipos de cultivos, que habilitan a considerarlos como técnicamente separables. Para probar esta hipótesis se efectuó una prueba de cambio estructural como se indica más abajo. A continuación se reportan los resultados más sobresalientes.

### III.3 - Resultados.

#### III.3.1 - Modelo General.

Para el total de observaciones sin datos perdidos

(189) de todas las chacras ya fuesen de primera como de segunda, los coeficientes estimados para un modelo general que incluyó 20 variables independientes y la variable de respuesta en términos de kg de grano por hectárea, se reportan en la Tabla 1.

Los coeficientes estimados no muestran en general, signos o dimensiones inesperadas o carentes de sentido de acuerdo a teoría. Por ejemplo, la variable X1 nos dice que, manteniendo todas las otras variables constantes, el rendimiento en Kg de grano de girasol por hectárea aumenta 108 Kg cuando pasamos de una región a la región inmediata al sur, de tal forma que los rendimientos medios esperados en la región IV (Dolores) van a estar, *ceteris paribus*, unos 324 Kg/Ha por encima de los rendimientos esperados para la región I (Quebracho).

Lo que llama la atención, sin embargo, es la poca significación de variables que a priori se podrían considerar claves en la determinación del rendimiento, como lo es la fecha de siembra (X81). En efecto, de acuerdo con estos resultados, por cada quincena de atraso respecto a la primera de octubre, el rendimiento por hectárea disminuye unos pocos gramos, manteniendo todas las demás variables incambiadas. Pero este coeficiente no es significativamente diferente de cero lo que convertiría la fecha de siembra en una variable irrelevante en la determinación del rendimiento, contradiciendo resultados experimentales.

Otras variables que no parecen tener ningún efecto sobre los rendimientos son el antecesor (X41); el laboreo (X6 y X7); la densidad de siembra y la distancia entre filas (X10 y X11); la utilización o no de técnicas de siembra directa (X12); la fertilización nitrogenada (X13); el uso o no de herbicidas (X151); la resiembra (X17); y la presencia de plagas, tanto de insectos como de pájaros (X18 y X21).

De todas maneras, este modelo es probablemente inadecuado para captar los efectos de variables que pueden ser o no relevantes según se trate de girasoles de primera o segunda. Por esta razón, se prefirió analizar por separado las dos épocas de siembra. Para habilitar este tipo de separación se testeó la existencia de diferencias estructurales entre las chacras de primera y segunda. Los coeficientes estimados del modelo "restringido" (todas las chacras) son los indicados en el reporte de la Tabla 1. Las Tablas 2 y 3 muestran los coeficientes y los niveles de significación correspondientes para las chacras de primera y segunda por separado (modelo "no restringido"). El modelo llamado "restringido" se basa en la hipótesis nula que los coeficientes de las variables no difieren estadísticamente

de los coeficientes que se estiman cuando la matriz de datos original se separa en chacras de primera y segunda, por lo que no es posible detectar diferencias estructurales entre los girasoles de primera y segunda. La hipótesis alternativa plantea que los modelos de primera y segunda son estadísticamente diferentes y deben ser considerados como tales. Para testear la hipótesis se efectúa una prueba F, que relaciona la diferencia entre la suma de cuadrados del error del

modelo restringido (SCEr) y del modelo no restringido (SCE<sub>no r</sub>), con la suma de cuadrados del error del modelo no restringido. El resultado de esta prueba no permitió sostener la hipótesis nula, por lo que los coeficientes de la regresión para las chacras de primera pueden considerarse como estadísticamente diferentes de los correspondientes a la regresión de las chacras de segunda. Las sumas de cuadrados fueron:

SCEr modelo restringido = 26311523

SCE1 modelo no restringido (de primera) = 11362668

SCE2 modelo no restringido (de segunda) = 9274581

SCE<sub>no r</sub> = SCE1 + SCE2 = 20637249

$F = \frac{(SCEr - SCE_{no r})/k}{(SCE_{no r}) / (n - 2k)} = 2,0484$  significativo al 1%

para  $k = 20$  variables (incluido el intercepto), y  
 $n = 189$  observaciones.

A continuación se discuten entonces los resultados logrados en el ajuste de modelos lineales a los cultivos de primera y segunda por separado.

Tabla 1 -

**Modelo General - Todas las chacras de 1era. y 2da.**  
**Variable dependiente: Rendimiento en grano (Kg/ha)**

**Regresión**

R2 Múltiple	0.647644
R2	0.419443
R2 Ajustado	0.354173
Error Estandar de est	394.5751
Observaciones	189

**Análisis de Varianza**

	<i>gl</i>	<i>S.C.</i>	<i>C.M.</i>	<i>F</i>	<i>Niv.Sign.</i>
Regresión	19	19009620	1000506	6.426293	2.5E-12
Error	169	26311523	155689.5		
Total	188	45321143			

**Estimación por mínimos cuadrados ordinarios**

<i>Variables</i>	<i>Coef.Est</i>	<i>Error Std</i>	<i>t calc.</i>	<i>P(t&gt;tcalc)</i>	<i>Interv. de Conf. 95%</i>		<i>r2 parcial</i>
					<i>Inferior</i>	<i>Superior</i>	
Intercepto	1272.271	501.762	2.536	0.0120	281.743	2262.799	0.0366
X1 Región	108.118	37.043	2.919	0.0039	34.991	181.244	0.0480
X2 Area	1.310	0.560	2.341	0.0203	0.205	2.415	0.0314
X4 Antecesor	14.628	35.254	0.415	0.6787	-54.966	84.223	0.0010
X5 Quema rastr.	255.402	108.393	2.356	0.0195	41.424	469.381	0.0318
X6 Sec.Laboreo	2.178	17.702	0.123	0.9022	-32.768	37.124	0.0001
X7 Núm.Pasadas	33.760	36.729	0.919	0.3592	-38.746	106.267	0.0050
X81 Fecha siembra	-0.171	29.286	-0.006	0.9953	-57.985	57.643	0.0000
X9 Tipo semilla	62.781	35.061	1.791	0.0750	-6.433	131.995	0.0186
X10 Densidad	9.279	31.339	0.296	0.7675	-52.588	71.145	0.0005
X11 Distancia	-118.831	102.377	-1.161	0.2472	-320.933	83.271	0.0079
X12 Tipo siembra	-110.510	127.932	-0.864	0.3888	-363.061	142.041	0.0044
X13 N	0.882	4.466	0.197	0.8437	-7.935	9.698	0.0002
X14 P2O5	5.805	2.878	2.017	0.0451	0.125	11.486	0.0235
X151 Herbicida	134.976	86.871	1.554	0.1219	-36.517	306.468	0.0141
X17 Resiembra	-146.125	98.383	-1.485	0.1391	-340.343	48.093	0.0129
X18 Plagas	-43.560	92.810	-0.469	0.6394	-226.776	139.655	0.0013
X19 Enfermedades	-252.642	69.713	-3.624	0.0004	-390.262	-115.021	0.0721
X201 Fecha cosecha	-70.850	36.772	-1.927	0.0555	-143.442	1.741	0.0215
X21 Pájaros	-86.566	65.950	-1.313	0.1909	-216.757	43.626	0.0101

Tabla 2 -

**Modelo General - Todas las chacras de 1era.**  
**Variable dependiente: Rendimiento en grano (Kg/ha)**

**Regresión**

R2 Múltiple	0.760584
R2	0.578489
R2 Ajustado	0.474479
Error Estandar de est	384.1446
Observaciones	97

**Análisis de Varianza**

	<i>gl</i>	<i>S.C.</i>	<i>C.M.</i>	<i>F</i>	<i>Niv.Sign.</i>
Regresión	19	15594299	820752.6	5.561894	2.7E-08
Error	77	11362668	147567.1		
Total	96	26956966			

**Estimación por mínimos cuadrados ordinarios**

<i>Variables</i>	<i>Coef.Est</i>	<i>Error Std</i>	<i>t calc.</i>	<i>P(t&gt;tcalc)</i>	<i>Interv. de Conf. 95%</i>		<i>r2 parcial</i>
					<i>Inferior</i>	<i>Superior</i>	
Intercepto	1626.877	803.442	2.025	0.0457	27.021	3226.734	0.0506
X1 Región	202.568	62.593	3.236	0.0017	77.930	327.207	0.1197
X2 Area	0.964	0.787	1.225	0.2234	-0.602	2.530	0.0191
X4 Antecesor	5.806	38.459	0.151	0.8803	-70.777	82.389	0.0003
X5 Quema rastr.	-0.000	0.000	-1.930	0.0565	-0.000	0.000	0.0462
X6 Sec.Laboreo	-2.822	31.277	-0.090	0.9283	-65.102	59.459	0.0001
X7 Núm.Pasadas	30.826	49.652	0.621	0.5362	-68.044	129.696	0.0050
X81 Fecha siembra	1.232	40.741	0.030	0.9759	-79.894	82.358	0.0000
X9 Tipo semilla	-56.502	58.400	-0.968	0.3357	-172.791	59.786	0.0120
X10 Densidad	36.630	45.973	0.797	0.4275	-54.913	128.174	0.0082
X11 Distancia	67.235	469.228	0.143	0.8864	-867.116	1001.587	0.0003
X12 Tipo siembra	248.441	320.280	-0.776	0.4398	-886.200	389.318	0.0078
X13 N	1.238	5.817	0.213	0.8320	-10.346	12.821	0.0006
X14 P2O5	2.721	3.581	0.760	0.4492	-4.410	9.853	0.0074
X151 Herbicida	182.855	135.440	1.350	0.1802	-86.840	452.550	0.0231
X17 Resiembra	-271.310	119.550	-2.269	0.0255	-509.365	-33.255	0.0627
X18 Plagas	91.417	121.159	0.755	0.4524	-149.842	332.677	0.0073
X19 Enfermedades	-245.439	121.738	-2.016	0.0466	-487.851	-3.027	0.0501
X201 Fecha cosecha	-120.054	57.224	-2.098	0.0385	-234.001	-6.106	0.0541
X21 Pájaros	-61.000	90.664	-0.673	0.5027	-241.534	119.534	0.0058

Tabla 3

**Modelo General - Todas las chacras de 2da.**  
**Variante dependiente: Rendimiento en grano (Kg/ha)**

**Regresión**

R2 Multiple	0.6573066
R2	0.4320519
R2 Ajustado	0.2821768
Error Estandar de est	358.90616
Observaciones	92

**Analisis de Varianza**

	gl	S.C.	C.M.	F	Niv.Sign.
Regresión	19	7055400.5	371336.9	2.882745	0.0006405
Error	72	9274581.4	128813.6		
Total	91	16329982			

**Estimación por mínimos cuadrados ordinarios**

Variables	Coef.Estim	Error Std	t calc.	P(>tcalc)	Interv. de Conf. 95%		r2 parcial
					Inferior	Superior	
Intercepto	-3798.776	4174.755	-0.910	0.3653	-12120.998	4523.445	0.011369
X1 Región	-53.980	50.358	-1.072	0.2866	-154.366	46.407	0.0157
X2 Area	1.810	0.764	2.369	0.0199	0.287	3.333	0.0723
X4 Antecesor	1007.873	959.502	1.050	0.2963	-904.860	2920.605	0.0151
X5 Quema rastr.	191.236	138.035	1.385	0.1693	-83.932	466.405	0.0260
X6 Sec.Laboreo	8.581	20.684	0.415	0.6792	-32.652	49.813	0.0024
X7 Núm.Pasadas	-110.310	83.654	-1.319	0.1906	-277.073	56.452	0.0236
X81 Fecha siembra	28.527	49.121	0.581	0.5628	-69.394	126.447	0.0047
X9 Tipo semilla	116.706	44.094	2.647	0.0096	28.807	204.605	0.0887
X10 Densidad	28.018	44.025	0.636	0.5261	-59.745	115.781	0.0056
X11 Distancia	387.157	483.066	0.801	0.4250	-575.817	1350.131	0.0088
X12 Tipo siembra	-149.803	190.706	-0.786	0.4342	-529.968	230.363	0.0085
X13 N	-5.911	7.884	-0.750	0.4553	-21.627	9.804	0.0077
X14 P2O5	13.616	5.649	2.410	0.0179	2.355	24.877	0.0747
X151 Herbicida	-73.058	124.426	-0.587	0.5585	-321.098	174.981	0.0048
X17 Resiembra	356.581	177.916	2.004	0.0480	1.911	711.250	0.0528
X18 Plagas	-101.684	160.678	-0.633	0.5284	-421.991	218.622	0.0055
X19 Enfermedades	-249.598	87.275	-2.860	0.0053	-423.577	-75.620	0.1020
X201 Fecha cosecha	10.696	49.331	0.217	0.8288	-87.643	109.036	0.0007
X21 Pájaros	-153.898	97.397	-1.580	0.1176	-348.057	40.260	0.0335

### III.3.2 - Girasol de 1a.

A partir de los resultados que aparecen en la Tabla 2 se pueden realizar los siguientes comentarios:

A pesar que el modelo es en general significativo, con un  $R^2$  de 0.58, la mayoría de las variables incluídas en él no parecen tener efectos significativos sobre los rendimientos en grano. Ni siquiera variables que a priori se esperaría que tuviesen efectos importantes, como la fecha de siembra, el tipo de semilla o el laboreo empleado. Este modelo parecería ser demasiado abierto como para captar efectos significativos de variables de manejo, ya que solo la variable X1 (Región) parece tener, *per se*, importancia en la explicación de los resultados ( $r^2$  parcial de 0,12). En este caso, pasar de una región a la región inmediata al sur significa un incremento de más de 200 Kg por hectárea, manteniendo las demás variables constantes.

Otras variables cuyos coeficientes estimados adquieren valores absolutos llamativos son el tipo de siembra (X12), el uso de herbicidas (X151), la resiembra (X17), la presencia de enfermedades (X19) y la fecha de cosecha (X201). Por ejemplo, el coeficiente de la variable X12 nos dice que, *ceteris paribus*, el uso de herramientas de siembra directa significan una pérdida de casi 250 Kg/Ha en el rendimiento respecto a quienes emplean técnicas tradicionales. De todas formas, las chacras de primera con siembra directa no llegan al 1% del área total de primera. En el caso de las chacras de segunda, el efecto negativo de la siembra directa sobre los rendimientos no resultó estadísticamente significativo, como se verá luego. Los efectos de reseimbras y enfermedades parecen estar sobreestimados. El coeficiente estimado de la variable X17 implica que el "costo" de resembrar un cultivo de primera equivale a 271 Kg/Ha, en tanto el coeficiente de X19 supone la disminución de 245 Kg/Ha por la sola presencia de enfermedades de acuerdo a lo percibido subjetivamente por el productor. Para este modelo, es razonable pensar que estas variables estén captando otra fuente de variabilidad y sus estimadores sean sesgados.

Casi sin excepción, las variables X9, X10 y X11 resultan estadísticamente no importantes. Esto estaría diciendo que ni el material genético ni la densidad de siembra o la distancia entre filas son variables relevantes para determinar los rendimientos en grano. La variable X9 será reconsiderada más adelante. Las variables densidad y distancia seguramente arrastran problemas de medición, y es posible que no recojan los efectos de una variable que en teoría es clave en la determinación del rendimiento, cual es el número de

plantas logrado. La ausencia de mediciones del número de plantas en chacra es probablemente una de las mayores limitaciones de este estudio.

No muestran efectos significativos ni la presencia de insectos ni la presencia de pájaros en ningún caso. Esto puede aparecer como contradictorio con la experiencia común de los agricultores, aunque la explicación puede encontrarse en el hecho que la pregunta era contestada directamente por el productor en base a su percepción subjetiva de la presencia o no de insectos y/o pájaros. Es razonable pensar que estas variables contengan importantes errores de medición.

A partir de este modelo general de chacras de primera se fueron descartando una a una las variables con menor poder explicativo de los rendimientos, hasta llegar a un modelo más sintético y con variables individualmente con mejor poder explicativo. Asimismo se modificaron algunas variables cuando la forma original de medición arrojaba problemas de interpretación. Por ejemplo, la variable X9 no resultó satisfactoria para captar las diferencias en el material genético empleado, ya que los valores tomados sólo separan grandes grupos: híbridos negros, híbridos antipájaros, o mezclas. Por esta razón se la sustituyó por X91, que mide el porcentaje de aceite esperado para el híbrido o variedad sembrada según lo difundido por la evaluación de cultivares publicada por el INIA. Cuando la información precisa acerca del híbrido sembrado no era proporcionada por el productor, se asignó el promedio general de rendimiento de aceite para materiales híbridos (46%). Cuando la chacra fue sembrada con mezclas se calculó un rendimiento promedio simple como valor de X91.

Se reportan en la Tabla 4 los resultados del mejor ajuste logrado para las chacras de primera. El proceso de depuración de variables mostró relativamente poca variación del coeficiente de determinación ajustado por grados de libertad. Por otra parte, la eliminación de alguna variable en particular no afectó mayormente los errores estándar de los coeficientes de las otras variables, que mantuvieron su poder explicativo de la variable dependiente, sugiriendo la existencia de bajo niveles de colinealidad entre variables independientes. El modelo se basa en 102 observaciones y 10 variables independientes.

Los signos y las magnitudes de los coeficientes arrojan ciertas dudas acerca de la bondad del modelo. El coeficiente estimado para la variable fecha de siembra nos dice que por cada quincena de atras respecto de la primera de octubre, el rendimiento cae en unos 50 Kg por hectárea, manteniendo las demás

Tabla 4.

**Modelo General de Primera, Ajuste Final**  
**Var.depend: Rendimiento en grano (kg/ha)**

**Regresión**

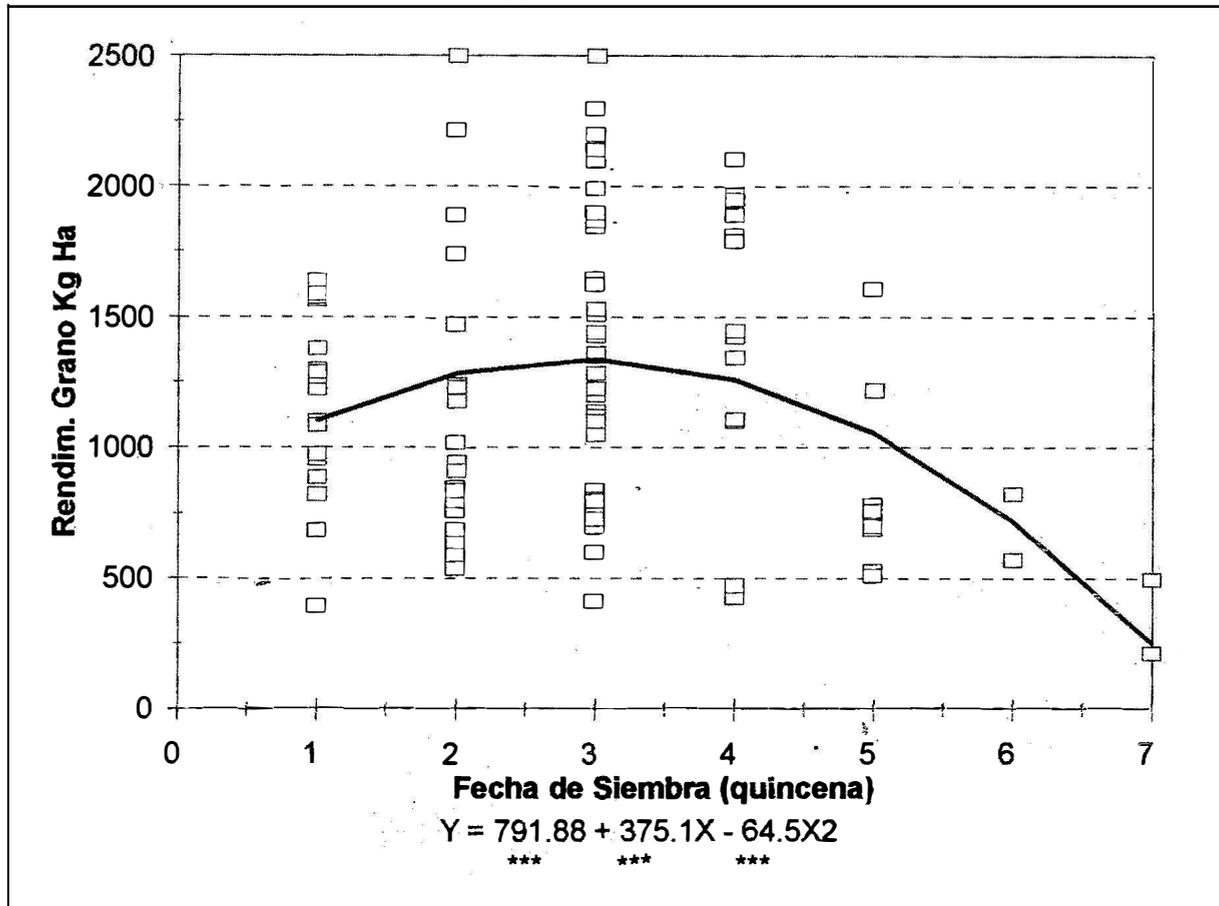
Multiple R 0.744802  
 R Square 0.55473  
 Adjusted R  $\leq$  0.511171  
 Standard Err 364.8329  
 Observations: 102

**Análisis de Varianza**

	gl	S.C.	C.M.	F	Niv.Sign.
Regression	9	15255744.3	1695083	12.73511	6.2E-13
Residual	92	12245482.9	133103.1		
Total	101	27501227.1			

**Estimación por mínimos cuadrados ordinarios**

Variables	Coef.Est	Error Std	t calc.	P(t>tcalc)	Interv. de Conf. 95%		r <sup>2</sup> parcial
					Inferior	Superior	
Intercepto	1216.549	476.661	2.552	0.0122	269.859	2163.240	0.0661
X1	194.955	45.860	4.251	0.0000	103.873	286.036	0.1642
X2	1.234	0.624	1.976	0.0508	-0.006	2.474	0.0407
X7	73.488	36.428	2.017	0.0463	1.140	145.837	0.0424
X81	-49.905	29.304	-1.703	0.0916	-108.106	8.295	0.0306
X91	-21.577	11.536	-1.870	0.0643	-44.489	1.335	0.0366
X14	5.898	2.277	2.590	0.0110	1.375	10.420	0.0680
X151	222.695	120.676	1.845	0.0679	-16.977	462.368	0.0357
X17	-297.914	100.478	-2.965	0.0038	-497.472	-98.357	0.0872
X19	-220.246	91.344	-2.411	0.0177	-401.662	-38.829	0.0594



**Gráfica 3.-** Rendimiento en grano según fecha de siembra. Girasol de 1a. (Quincenas a partir de la primera de Octubre)

variables constantes. La inspección visual de los rendimientos medios según fecha de siembra (Véase Gráfica 3) muestran una tendencia creciente hasta el 15 de noviembre para caer luego con fechas de siembra posteriores. Este comportamiento sugeriría una relación no lineal de los rendimientos con la variable fecha de siembra. Los coeficientes estimados de un modelo sencillo de rendimientos en función de la fecha de siembra con un término cuadrático resultaron muy significativos, como se puede ver en la misma gráfica.

Cuando se testeó un modelo que incluía términos cuadráticos para las variables tamaño de chacra, número de pasadas de herramientas, fecha de siembra, material genético, fertilización fosfatada, y duración del ciclo, el coeficiente de determinación ajustado por grados de libertad aumentó de 0.51 a 0.53, y los signos de las casi todas estas variables resultaron razonables, pero, exceptuando X14, las variables perdieron significación estadística consideradas individualmente. Por ejemplo, el término lineal de la fecha de siembra resultó ser positivo y el término cuadrático

negativo, pero ninguno de los dos coeficientes individualmente considerados resultaron significativamente diferentes de cero.

El coeficiente estimado para la variable X91 registrado en la Tabla 4, rendimiento esperado de aceite, también muestra signo negativo. Esto es, por cada punto porcentual de incremento en el % de aceite esperado (de acuerdo al material genético sembrado) el rendimiento en grano caería 21,6 Kg/Ha. La situación cambia cuando incluimos el término cuadrático: el coeficiente estimado del término lineal es positivo pero no significativo, aunque el coeficiente del término cuadrático resultó significativamente distinto de cero a 5%.

La elevada magnitud absoluta de los coeficientes estimados de las variables binarias por uso de herbicidas (X151), resiembras (X17), y ocurrencia de enfermedades (X19) resultan difíciles de interpretar. Individualmente consideradas, estas variables estarían afectando los rendimientos en grano en más 222 Kg/H (por uso de herbicidas) o en menos 297 Kg/Ha (p

**Modelo General de Primera, Ajuste Final**  
**Var.depend: Rendimiento en aceite (kg/ha)**

**Regresión**

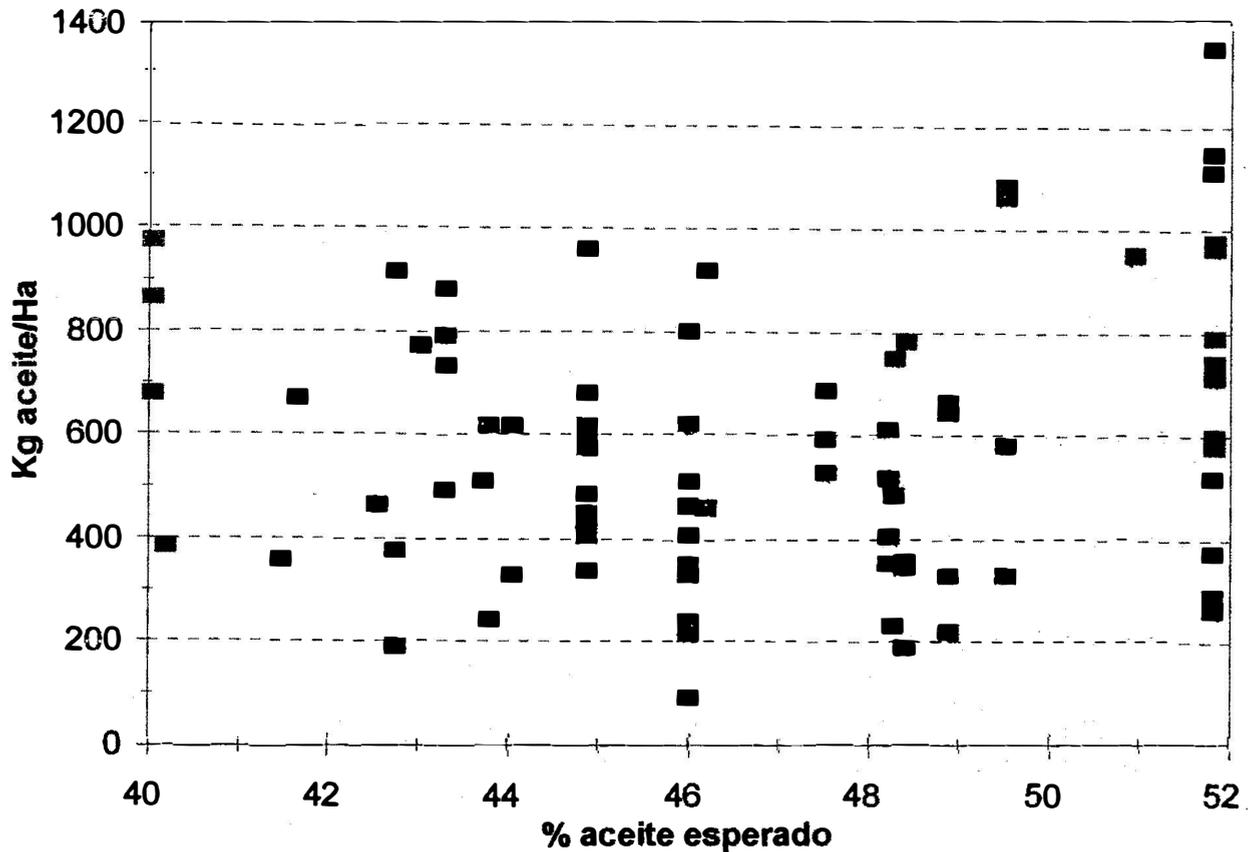
R2 Multiple	0.731428
R2	0.534987
R2 Ajustado	0.486323
Error Estandar	179.0754
Observaciones	96

**Analisis de Varianza**

	<i>df</i>	<i>Sum of Sq</i>	<i>Mean Sq</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>
Regression	9	3172837.8	352537.5	10.99344	3.2E-11
Residual	86	2757847.1	32067.99		
Total	95	5930684.9			

**Estimación por mínimos cuadrados ordinarios**

<i>Variables</i>	<i>Coef.Est</i>	<i>Error Std</i>	<i>t calc.</i>	<i>P(&gt;tcalc)</i>	<i>Interv. de Conf. 95%</i>		<i>r2 parcial</i>
					<i>Inferior</i>	<i>Superior</i>	
Intercepto	223.603	265.048	0.844	0.4010	-303.295	750.501	0.0082
X1	79.247	24.232	3.270	0.0015	31.074	127.419	0.1106
X2	0.785	0.308	2.550	0.0124	0.173	1.396	0.0703
X7	35.823	18.099	1.979	0.0507	-0.156	71.803	0.0436
X81	-21.102	14.839	-1.422	0.1583	-50.601	8.397	0.0230
X91	-2.034	6.129	-0.332	0.7407	-14.217	10.149	0.0013
X14	2.403	1.146	2.097	0.0387	0.125	4.681	0.0486
X151	97.813	61.624	1.587	0.1158	-24.691	220.318	0.0285
X17	-169.943	50.728	-3.350	0.0012	-270.787	-69.098	0.1154
X19	-127.973	46.038	-2.780	0.0066	-219.494	-36.452	0.0824



**Gráfica 4.-** Rendimiento de aceite en Kg/ha según material genético sembrado (% aceite esperado).  
Chacras de 1ra.

resembrar). Tal vez estas variables están captando diferencias de ambiente que trascienden los efectos atribuibles estrictamente a alguna de estas tres fuentes de variación.

La Tabla 5 reporta los coeficientes estimados para un modelo similar al de la Tabla 4, pero donde el rendimiento en Kg de aceite por hectárea fue el utilizado como variable de respuesta. El modelo es en general significativo, pero el coeficiente de la variable X91 (% de aceite esperado) no difiere significativamente de cero. Esto es, el rendimiento en Kg de aceite/Ha no estaría afectado por el material genético sembrado, lo que parece un contrasentido. La Gráfica 4 permite realizar una inspección visual entre el rendimiento en aceite logrado y el % de aceite esperado de acuerdo con el material sembrado. El coeficiente de correlación resultó ser 0.16 no significativo.

Las variables que parecen tener más efecto sobre el rendimiento de aceite por hectárea tienen que ver

una vez más con la región, el número de pasadas de herramientas, la fertilización fosfatada, la resiembra y la aparición de enfermedades. No tienen efecto significativo ni la fecha de siembra, ni el % de aceite esperado, ni el uso de herbicidas. Si comparamos con los datos de la Tabla 4, puede notarse que las variables con los mayores coeficientes de correlación parcial son las mismas para los dos casos.

### III.3.3 - Girasol de 2da.

Los resultados de la Tabla 3 muestran que el nivel de ajuste logrado en el caso de las chacras de segunda es bastante inferior al girasol de primera. El modelo general registra un coeficiente de determinación corregido por grados de libertad igual a 0.28, y aunque en general es significativo, casi ninguno de los coeficientes estimados es individualmente significativo, con excepción de las variables tamaño de chacra, tipo de semilla, fertilización fosfatada, resiembras y enfermedades.

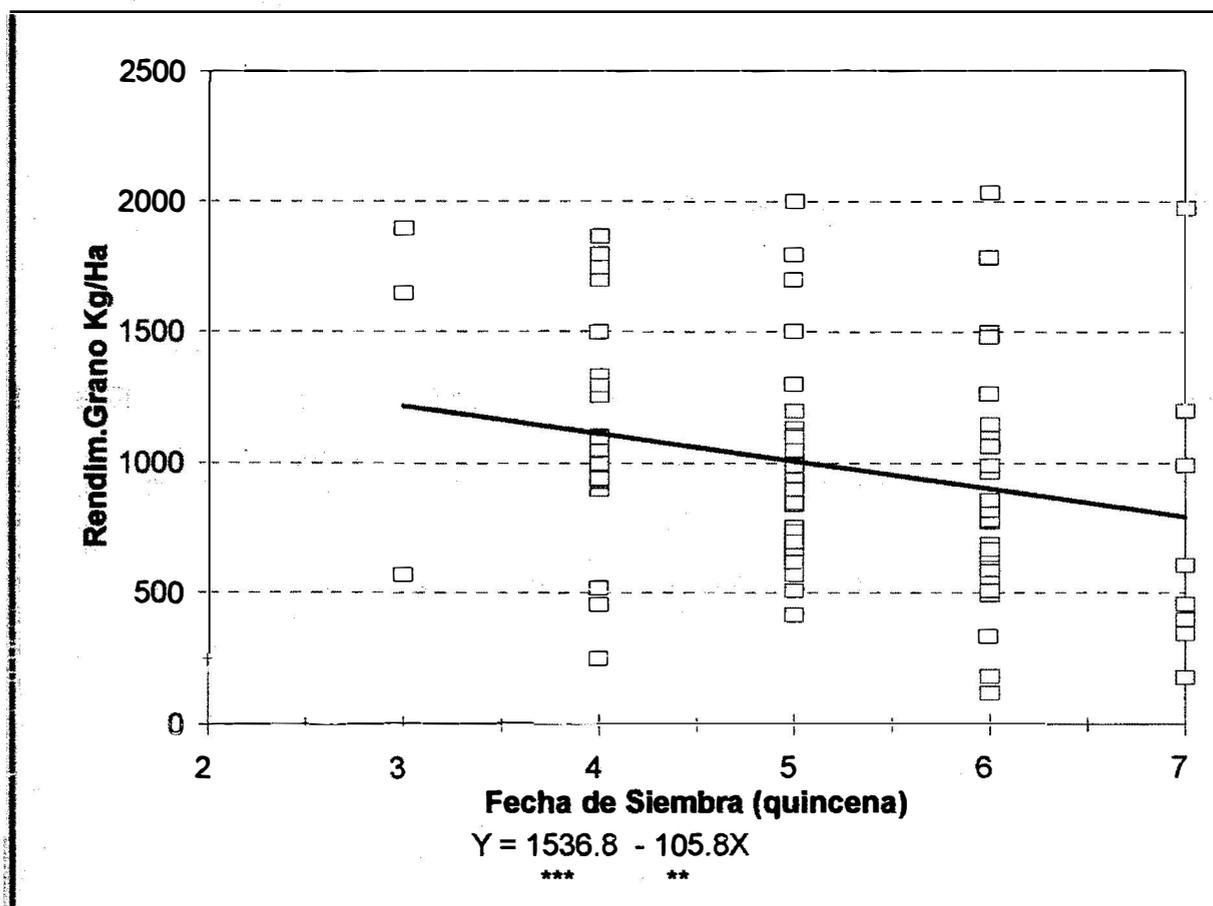
Otros coeficientes resultan acordes a lo esperado. Tal como fue mostrado en la descripción de los resultados del relevamiento, los rendimientos de las chacras de segunda no muestran ninguna tendencia particular al comparar entre regiones, a diferencia de lo que sí ocurre con las chacras de primera, donde los rendimientos son progresivamente más elevados hacia el sur (véase Cuadro 2b). Esto coincide con el hecho que en el modelo general de chacras de segunda, el coeficiente estimado de la variable región (X1), no es significativamente diferente de cero. Igualmente, las variables antecesor (X41) y uso de herbicidas (X151), carecen de valor analítico en chacras de segunda.

Siguiendo un procedimiento similar al explicado en relación con los modelos de primera, se llegó al modelo que se reporta en la Tabla 6. En el mejor de los casos, el coeficiente de determinación ajustado alcanzó un valor de 0.24, el modelo fue en general significativo, pero varios de los coeficientes no resultaron estadísticamente diferentes de cero, y las variables fueron eliminadas en el proceso de ajuste. Tal el caso

de las variables uso de excéntrica (X61), número de pasadas (X7), densidad y distancia entre filas (X10 y X11), y duración del ciclo.

La variable independiente de mayor importancia relativa es, según estos resultados, la fertilización fosfatada. Por cada 10 unidades de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, manteniendo las demás variables constantes, el rendimiento en grano de girasol de segunda aumenta linealmente en 104 Kg/Ha. También resulta llamativo el impacto que tiene la quema del rastrojo sobre los resultados: hay casi 330 Kg/Ha de diferencia entre quienes queman y quienes no aplican esta técnica. Variables del ambiente tales como presencia de enfermedades y pájaros resultaron en efectos negativos significativos.

Al igual que con las chacras de primera, la variable fecha de siembra no se comportó de acuerdo a lo esperado. Aún más, en este caso, cuando se probó un modelo sencillo con fecha de siembra y rendimiento en grano, el resultado fue el que se muestra en la Gráfica 5: una relación lineal negativa bastante débil (R<sup>2</sup> = 0.05; F significativo al 5%).



Gráfica 5. Rendimiento en grano según fecha de siembra. Girasol de 2da.

Tabla 6

**Modelo General de Segunda, Ajuste Final**  
**Var.depend: Rendimiento en grano (kg/ha)**

**Regresión**

R2 Multiple	0.543094
R2	0.294951
R2 Ajustado	0.238867
Error Estandar de estim	367.1683
Observaciones	96

**Analisis de Varianza**

	<i>gl</i>	<i>S.C.</i>	<i>C.M.</i>	<i>F</i>	<i>Niv.Sign.</i>
Regresion	7	4962989.98	708998.6	5.259144	4.8E-05
Residual	88	11863504.8	134812.6		
Total	95	16826494.7			

**Estimación por mínimos cuadrados ordinarios**

<i>Variables</i>	<i>Coef.Estí</i>	<i>Error Std</i>	<i>t calc.</i>	<i>P(t&gt;tcalc)</i>	<i>Interv. de Conf. 95%</i>		<i>r2 parcial</i>
					<i>Inferior</i>	<i>Superior</i>	
Intercept	1541.117	526.356	2.928	0.0043	495.096	2587.139	0.0888
X2	2.023	0.739	2.736	0.0074	0.554	3.493	0.0784
X5	329.920	117.967	2.797	0.0062	95.487	564.354	0.0816
X91	-19.198	11.184	-1.716	0.0893	-41.425	3.029	0.0324
X12	-90.091	79.878	-1.128	0.2622	-248.832	68.649	0.0142
X14	10.422	3.019	3.453	0.0008	4.423	16.421	0.1193
X19	-188.734	82.248	-2.295	0.0240	-352.184	-25.285	0.0565
X21	-151.203	82.866	-1.825	0.0712	-315.882	13.477	0.0365

El modelo basado en la producción de aceite por rea tuvo un comportamiento errático. Ningún ste merece la pena comentar aquí.

#### III.4 - Conclusiones.

Los modelos lineales analizados no fueron satisfactorios para explicar el comportamiento de la variable de respuesta. Esto fue particularmente notorio en los casos de chacras de segunda y cuando la variable de respuesta fue Kg de aceite por hectárea.

En los cultivos de primera la localización de la chacra resultó siempre la variable independiente con mayor importancia relativa en la determinación de los rendimientos, contrastando con lo observado en cultivos de segunda.

Las variables de manejo más importantes en la terminación de los rendimientos de primera fueron tamaño de la chacra, el número de veces que el uctor pasó con herramientas en el laboreo, la lización fosfatada y el uso de herbicidas, todas con efectos positivos. La fecha de siembra y el terial genético empleado fueron las variables más

importantes con efectos negativos. Efectos derivados del medio ambiente como la aparición de enfermedades resultaron en pérdidas considerables de grano. Otras variables asociadas al manejo, como densidad de siembra y distancia entre filas, y al ambiente, como la presencia de pájaros, no tuvieron efectos significativos, pero se considera como muy probable la existencia de errores de medición.

En chacras de segunda, la quema del rastrojo del cultivo de invierno, el material sembrado y la fertilización fosfatada resultaron ser las variables de manejo de mayor importancia relativa en la determinación de los rendimientos en grano. La adopción de técnicas de siembra directa no tuvo efectos relevantes sobre los rendimientos de segunda. A diferencia del girasol de primera, la presencia de pájaros tuvo aquí efectos negativos importantes.

Los modelos que utilizaron producción de aceite como variable de respuesta fueron en general más pobres en su capacidad de captar efectos de variables de manejo y ambiente sobre los resultados. Resulta llamativo que la producción de aceite en chacras de primera no mostró asociación con el material genético seleccionado por el productor.

## IV/ ANALISIS DE RESULTADOS POR EMPRESA.

### IV.1.- Consideraciones Generales.

En esta última parte del relevamiento se presentan resultados de análisis por empresa. Se trata de ver cuál es la asociación entre características estructurales de las empresas relevadas y los rendimientos de girasol obtenidos. Metodológicamente se planteó analizar los rendimientos en base a un modelo lineal múltiple que incluyera algunas variables consideradas relevantes. En principio, se puede establecer que los niveles de producción alcanzados por cualquier empresa van a depender del conjunto de recursos productivos que estén disponibles, más los efectos de variables no controladas por el productor. Esto es, de qué forma cada empresa combina sus factores tierra, trabajo y capital para obtener una cierta cantidad de producto que maximice su función de beneficios, sujeta a la restricción derivada del medio ambiente.

El relevamiento recogió información de la empresa con el objetivo de analizar globalmente los rendimientos logrados. La pregunta original fue, de qué forma las empresas plantadoras de girasol están combinando sus factores de producción para lograr los mejores resultados posibles con la tecnología disponible actualmente. Las variables relevantes consideradas tuvieron que ver con la disponibilidad de tierras, especialmente el área agrícola; la cantidad y calidad de trabajo; la cantidad y calidad de maquinaria. Las hipótesis fueron las siguientes:

a) Las empresas con mayor área agrícola (en propiedad, arrendadas o en medianería) representan casos con mayor especialización en las actividades agrícolas, por lo que se puede postular que ellas tienen ventajas competitivas para lograr mejores resultados técnicos y económicos.

b) La cantidad y sobre todo la calidad del trabajo potencializa la productividad propia de los recursos tierra y capital. Por otra parte, productores con mayor nivel de instrucción y de asesoramiento técnico se espera que posean mayor capacidad de gerenciamiento y sean más abiertos a la adopción de tecnologías de punta.

c) La cantidad y calidad del recurso maquinaria, estimado a partir de la disponibilidad de caballos de

fuerza y del valor del parque de maquinaria, del poder expresar la productividad de tecnologías dependientes del tiempo cronológico ("timing") en el que ocurre el proceso productivo: oportunidad de labores, velocidad de realización de tales labores, eficiencia, etc.

Los resultados no permiten sostener o rechazar estas hipótesis. No fueron satisfactorios los resultados del análisis de los rendimientos de girasol realizados mediante ajuste de modelos de regresión múltiple tanto porque los efectos de las variables no controladas fueron decisivos (los R<sup>2</sup> fueron en general muy bajos), ya por problemas de medición (generalmente estimaciones sesgadas de los coeficientes) o por peculiaridades de la muestra (alta multicolinealidad). Modelos de regresión con variable rendimiento por hectárea de grano como variable dependiente y variables área agrícola, importancia del área de primera en el total área de girasol, cantidad de trabajo ponderado por calidad, potencia y valor del parque de maquinaria, localización de la empresa no dieron estimaciones estadísticamente significativas cuando el modelo fue uno lineal múltiple. Los resultados no mejoraron sustancialmente cuando se trabajó con un modelo logarítmico.

A continuación se resumen algunas relaciones entre variables, consideradas individualmente.

### IV.2.- Correlaciones entre variables estructurales.

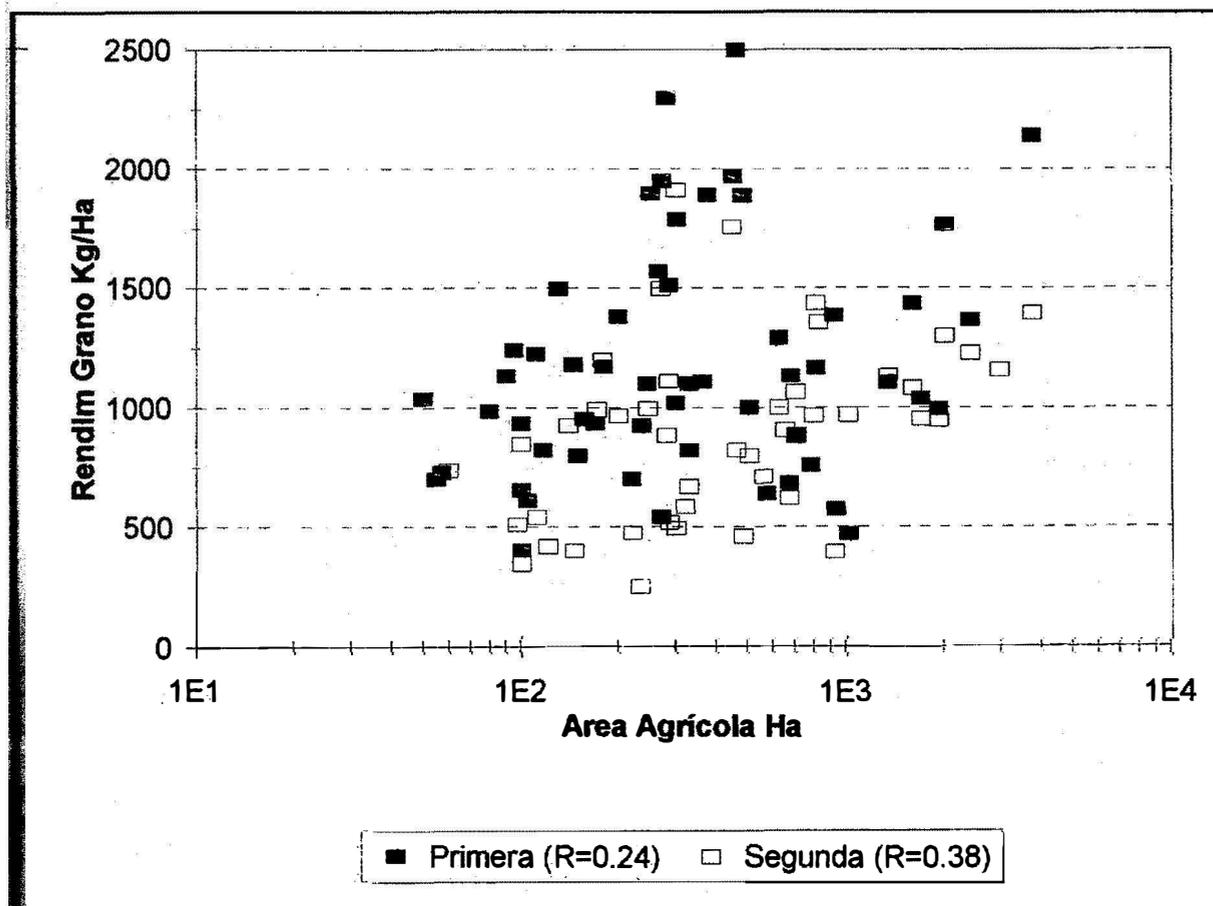
Los cuadros siguientes muestran los coeficientes de correlación simples entre variables independientes que cuantifican la cantidad de tierra agrícola, la cantidad de trabajo y la capacidad del equipo agrícola disponible en la empresa.

Cuadro 19a.- Coeficientes de correlación entre variables de disponibilidad de recursos por empresa. 55 observaciones de Girasol de 1a.

	Area Agrícola	EH	HPs	Valor Maquinaria
Area Agrícola	1			
EH	0,699	1		
HPs	0,759	0,615	1	
	0,802	0,549	0,823	1

Cuadro 19b.- Coeficientes de correlación entre variables de disponibilidad de recursos por empresa. 46 observaciones de Girasol de 2a.

	Area Agrícola	EH	HPs	Valor Maquinaria
Area Agrícola	1			
EH	0,722	1		
HPs	0,792	0,716	1	
Valor maq.	0,801	0,556	0,841	1



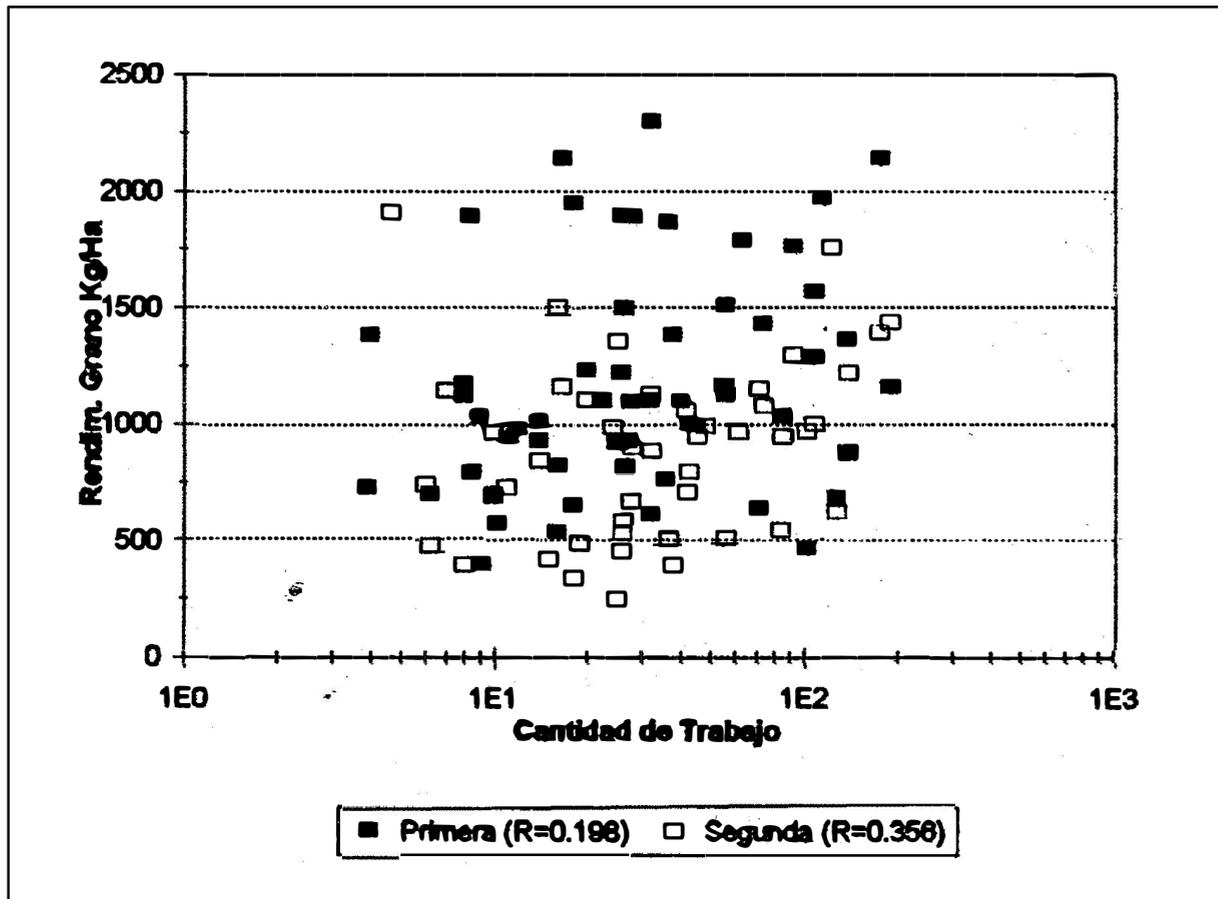
Gráfica 6.- Rendimiento en grano según área agrícola total de la empresa. Girasol de 1a. y 2da.

Como es lógico, los coeficientes son muy similares entregirasol de primera y segunda, ya que buena parte de las empresas realizan parte del área en primera época y parte en segunda. Los relativamente elevados niveles de correlación entre estas cuatro variables explican en parte que un modelo que pretenda mostrarlas actuando en conjunto sobre la variable de rendimientos tenga serios problemas de estimación. La aplicación de mínimos cuadrados ordinarios sobre un modelo lineal arrojó coeficientes estadísticamente no diferentes de cero, debido a varianzas muy elevadas.

La Gráfica 6 representa la dispersión observada de la variable de respuesta (rendimiento en Kg de grano por hectárea sembrada promedio por empresa) según el área agrícola total realizada por la empresa (expresada en hectáreas totales y graficada en escala logarítmica). Los coeficientes de correlación simples se indican abajo y muestran una débil asociación entre área agrícola y rendimientos, un poco mayor para el caso de girasol de segunda. Exceptuando un par de casos, las empresas con más altos rendimientos medios se encuentran entre 200 y 500 Ha de agricultura total. Las empresas con mayor área agrícola, por

encima de 1000 Ha, en su gran mayoría no superaron los 1500 Kg de grano/Ha.

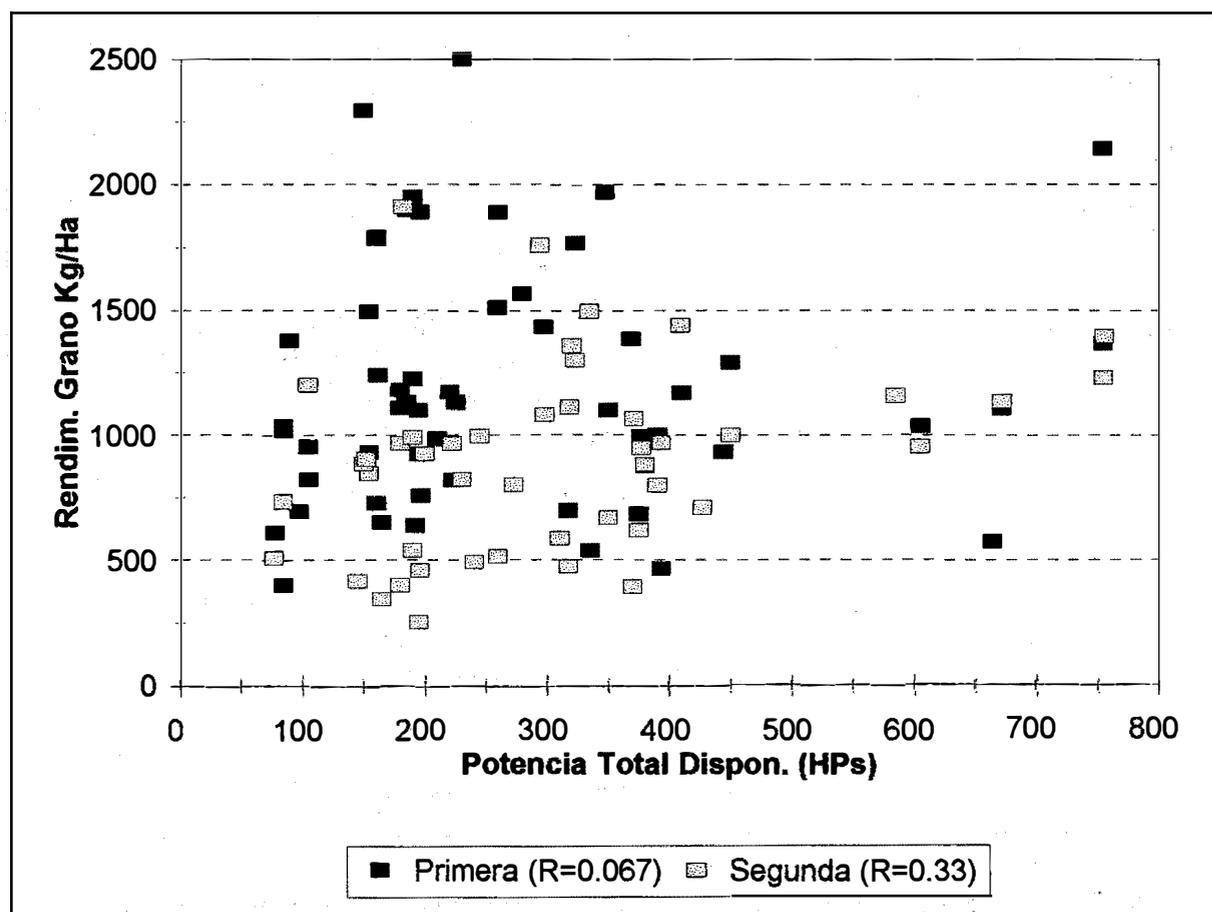
La Gráfica 7 corresponde a la variabilidad de los rendimientos según la cantidad de trabajo disponible en la empresa, medido en unidades que combinan la cantidad absoluta de trabajo disponible, corregido por el nivel de instrucción del empresario y el nivel de asesoramiento técnico recibido. Debe notarse que el relevamiento no detectó trabajo directamente atribuible al cultivo de girasol, sino al conjunto de actividades productivas de la empresa, lo cual constituye una limitación importante. El valor absoluto de trabajo disponible es sólo una aproximación al verdadero valor, bajo el supuesto que existe una relación directa entre trabajo total disponible y el asignado a una actividad en particular. Esta aproximación es seguramente más plausible para expresar la potencialidad de la empresa, no tanto para medir la cantidad y calidad de trabajo efectivamente empleada. Los coeficientes de correlación, sobre todo para los rendimientos de 1a., indican que la cantidad de trabajo disponible ponderado por calidad no tiene mayor incidencia sobre los rendimientos obtenidos.



Gráfica 7. Rendimiento en grano según cantidad de trabajo disponible en la empresa, ponderado por calidad. Girasol de 1a y de 2a.

La Gráfica 8 corresponde a la variabilidad de los rendimientos en grano según la capacidad de tracción del equipo agrícola disponible en la empresa, expresado en caballos de fuerza totales (HPs). La asociación entre HPs totales y los rendimientos de primera es virtualmente nula. Empresas con menos de 200 HP disponibles obtienen iguales rendimientos que empresas que administran más de 600 HP. Y en un mismo

rango de potencia disponible encontramos variaciones en rendimientos entre menos de 750 Kg/Ha y más de 1750 Kg/Ha. Aparentemente, la mayor disponibilidad de capacidad de tracción tendría más impacto sobre los rendimientos de segunda, tal vez por el menor margen de maniobra con los tiempos de preparación-siembra.



**Gráfica 8.** Rendimiento en grano según potencia total disponible por la empresa. Girasol de 1a. y de 2a.

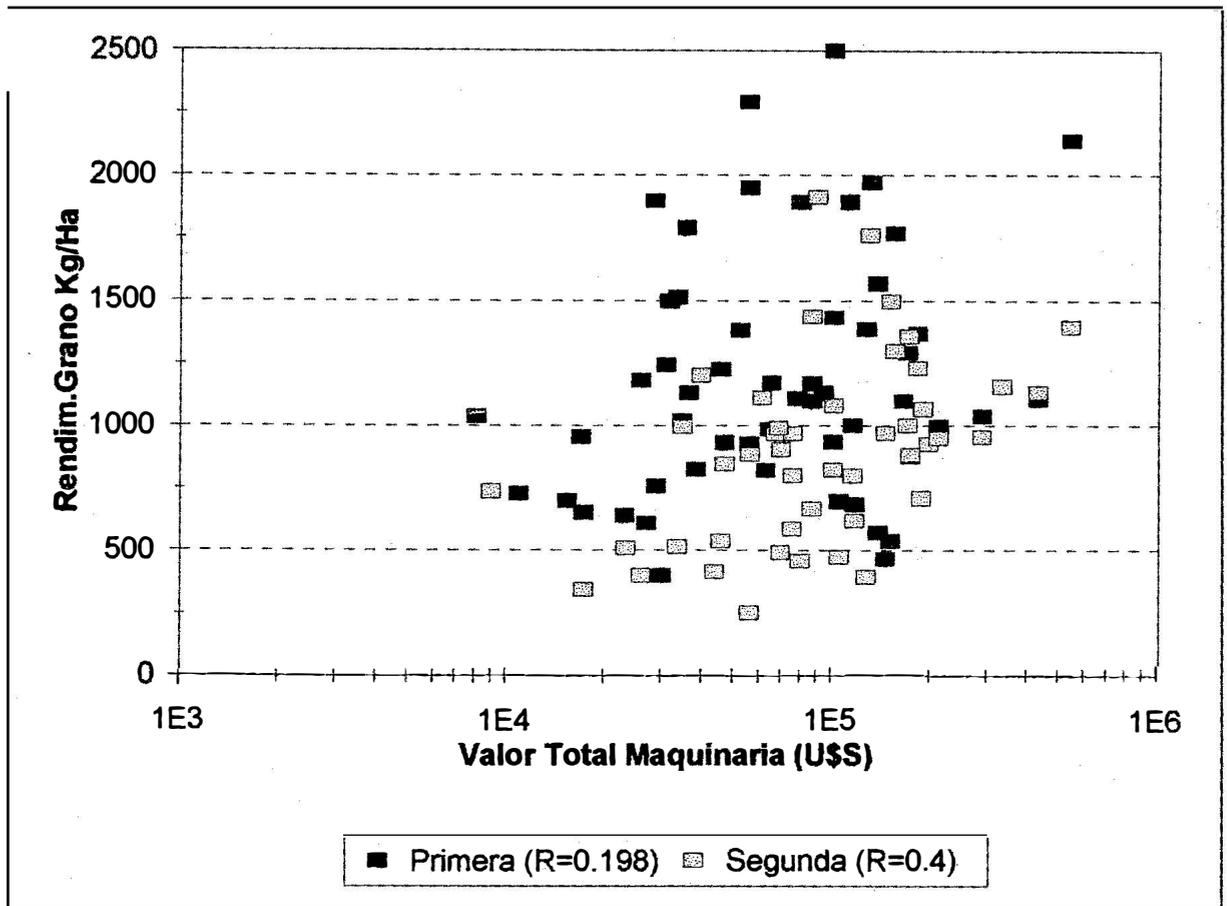
La potencia disponible por la empresa puede no ser una expresión completa de la capacidad del equipo agrícola. Los años de uso de un tractor y los cambios tecnológicos incorporados pueden hacer un equipo nuevo más eficiente que uno viejo de igual potencia. Por esta razón, la variable valor total de la maquinaria puede dar una idea complementaria sobre la calidad de este factor de producción. La gráfica 8 muestra la variabilidad de los rendimientos de acuerdo con los valores estimados en dólares para el parque de maquinarias de la empresa, expresados en escala logarítmica. Nuevamente los niveles de asociación resultan significativamente bajos, sobre todo los casos de

girasol de primera. Empresas que obtienen rendimientos medios, manejan parques de maquinaria cuyos valores oscilan entre 10 mil y 400 mil dólares. Las que logran los mejores rendimientos medios cuentan con equipos valorados entre 30 mil y menos de 200 mil dólares, si excluimos de este grupo la empresa con el equipo de mayor valor (unos 540 mil dólares).

Finalmente, estos resultados no habilitan a concluir sobre cuáles pueden ser factores de producción claves en la determinación de los rendimientos de girasol logrado por empresas comerciales. La mayor disponibilidad de recursos como tierra, trabajo o maquinaria,

sólo parece tener una relación positiva débil con los mayores rendimientos, cosa que es algo más marcada en los cultivos de segunda que en los de primera. En cualquier caso, los efectos de variables no contro-

ladas por el productor juegan un papel decisivo, generando un margen de riesgo que no parece ser contrarrestado con mayor disponibilidad de recursos tecnológicos.



**Gráfica 9.-** Rendimiento en grano según valor del equipo agrícola disponible por empresa. Girasol de 1a. y de 2a.

## V/ COMENTARIOS FINALES.

Este trabajo de relevamiento del cultivo de girasol obedeció a la necesidad de conocer cuáles son los resultados que a nivel de chacra están obteniendo los productores. Los avances tecnológicos recientes justifican el interés por ver en qué medida los productores están siendo receptivos a las nuevas tecnologías que hoy están disponibles y qué grado de éxito se está logrando con su adopción. Todo indica que el cultivo de girasol ha dejado de ser una actividad marginal para las empresas agrícolas, para constituirse en una alternativa válida como cabeza de rotación o como un

componente no aleatorio del sistema de cultivos pasturas.

La calidad y profundidad de este relevamiento en particular quedó acotada por la imposibilidad de realizar mediciones de chacra que habrían servido para probar algunas hipótesis específicas sobre los resultados que la adopción de determinadas tecnologías está dando a nivel comercial. Los datos de chacra con los que finalmente se trabajó corresponden en muchos casos a apreciaciones subjetivas del productor por lo que datos propios del desarrollo del cultivo surgidos de determinaciones hechas en sitios experimentales se

leccionados entre las chacras relevadas (p.ej., número de plantas logradas, cuantificación de los efectos de plagas y enfermedades, y medición precisa de rendimientos de aceite) no pudieron integrarse al análisis.

De forma similar, la encuesta realizada a los productores tuvo algunos defectos de diseño que resultaron en dificultades para estimar costos de producción y niveles óptimos de combinación de factores. Los modelos de regresión por empresa resultaron en general muy débiles para captar diferencias entre empresas como causantes de diferencias en resultados técnicos y económicos.

Estudios como el realizado aquí encierran una potencialidad muy grande, en tanto permiten conocer una realidad tecnológica concreta, levantando las restricciones impuestas por las estadísticas nacionales que en general aportan información no detallada sobre las condiciones comerciales de producción. A la

vez, tienen la virtud de captar una variabilidad imposible de percibir cuando se analizan casos individuales o pequeños grupos de empresas. La contraparte es que explotar toda la potencialidad de este tipo de relevamientos exige una disponibilidad de recursos importante, en tanto mucha información muy dispersa geográficamente debe ser levantada con eficacia en tiempo y forma. La repetición de relevamientos de este tipo en varios años agrícolas también debería ser tenida en cuenta, ya que los resultados observados en un año solo están sujetos a las particulares condiciones de clima imperantes en la zafra.

Finalmente, debe destacarse que la información recogida es de extremo valor para la investigación tecnológica. Mucho más puede extraerse del análisis de los datos que aquí fueron presentados, tarea que queda en manos de los investigadores que actualmente están trabajando en las tecnologías del cultivo de girasol.

## **APENDICE I**

# RELEVAMIENTO DEL CULTIVO DE GIRASOL

## FORMULARIO #1

POR FAVOR, LEA ATENTAMENTE EL FORMULARIO ANTES DE CONTESTAR. CUALQUIER DUDA QUE LE SURJA, CONSULTE CON SU TECNICO. SI ASI LO DESEA, PUEDE ENVIARNOS EL FORMULARIO CONTESTADO DIRECTAMENTE, UTILIZANDO EL SOBRE QUE LE HEMOS PROPORCIONADO. GRACIAS POR SU COLABORACION.

### 1a. PARTE : INFORMACION GENERAL DE LA EMPRESA

En esta primera parte se pretende recabar información necesaria para tipificar la empresa globalmente. El objetivo es poder luego relacionar variables tecnológicas y de manejo del cultivo de girasol con algunas características de la empresa y los recursos que esta administra en conjunto.

#### 1. LOCALIZACION

Nombre del Titular/Razón Social \_\_\_\_\_

Dirección Postal: \_\_\_\_\_

Departamento: \_\_\_\_\_

#### 2. RECURSOS DISPONIBLES

##### 2.1- TIERRA

##### 2.1.1. Superficie total explotada :

Indique la superficie total explotada por la empresa actualmente, tanto la superficie explotada en propiedad como aquella que es arrendada.

En propiedad		Has.
Arrendada		Has.

Si realiza agricultura en medianería, por favor indique el total de tierra cultivada actualmente bajo esta forma, ya sea con cultivos de invierno como con cultivos de verano.

En medianería		Has.
---------------	--	------

##### 2.1.2. De la superficie en propiedad o arrendada, indique el uso actual del suelo :

Para este cuadro, considere como cultivo de invierno el realizado en el corriente año, aún cuando ya haya sido cosechado. Asimismo, considere como cultivo de verano, únicamente los cultivos de 1a. La superficie con cultivos debe incluir tanto los cultivos destinados a la producción de grano como aquellos destinados a la producción de forraje, sean estos de invierno o de verano.

C.Natural		Has.
C.Nat.Mejor.		Has.
Prad.Permanente		Has.
Cult.Invierno		Has.
Cult.Verano		Has.
Rastrojos		Has.

**2.2- RECURSOS HUMANOS**

2.2.1 - Indique por favor el numero de trabajadores (familiares y asalariados) que la empresa ocupa en forma permanente:

2.2.2 - Si contrato trabajadores zafrales en el periodo octubre - diciembre, estime el numero de jornales totales contratados

2.2.3 - Cual de los siguientes niveles de instruccion se corresponde con el nivel adquirido por el titular de la explotacion

Primaria incompleta	<input type="text"/>
Primaria completa	<input type="text"/>
Secundaria completa	<input type="text"/>
Universidad completa	<input type="text"/>

2.2.4 - Especifique el tipo de asesoramiento tecnico que recibio su empresa en el ultimo ano:

Total y permanente	<input type="text"/>
Total, pero esporadico	<input type="text"/>
Puntual y permanente sobre todos los cultivos	<input type="text"/>
Puntual, esporadico, sobre algun cultivo	<input type="text"/>
No recibio asesoramiento alguno	<input type="text"/>

NOTA: "Total" se refiere a la empresa en su conjunto; "Puntual" se refiere a asesoramientos tecnicos sobre actividad particular.

**2.3 - SEMOVIENTES**

En caso de realizar una explotacion agricola-ganadera, indique por favor el numero de cabezas de ganado actualmente en el establecimiento.

Total Vacunos	<input type="text"/>
Vacas cria	<input type="text"/>
Novillos y vacas invernada	<input type="text"/>

Total Lanares	<input type="text"/>
Ovejas cria	<input type="text"/>
Capones	<input type="text"/>

**2.4 - PARQUE DE MAQUINARIA**

Incluya aquí toda la información correspondiente al parque de maquinaria actualmente en uso en la empresa. Si precisa de más espacio, por favor utilice el dorso de esta hoja.

Para facilitar el ordenamiento de la información se suministran distintos cuadros con grandes categorías de equipos establecidos a la izquierda. En "Descripción" incluya la característica principal del equipo, p.ejemplo: rejas o cincel, si es un arado; excusadora si es una rastra, etc. En "Tamaño" incluya el número de cuerpos. El "Valor estimado" es el valor actual que a su juicio tiene el equipo, herramienta o tractor.

		Marca	Año	HP	Valor estimado
Tractores	1	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
	2	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
	3	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
	4	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
	5	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

	Descripción	Tamaño	Valor estimado
Arados			
a			
a			
a			
Rastras			
a			
a			
Vibros/Cultivad.			
a			
a			
Fertilizadoras			
Otros equipos			

	Marca	Año	Valor estimado
Cosechadoras	1		
	2		
	3		
	4		

## 2a. PARTE: INFORMACION ESPECIFICA DEL CULTIVO de GIRASOL

En esta segunda parte se preguntan detalles técnicos específicamente relacionados con el cultivo de girasol. Las preguntas se refieren a las etapas de laboreo, siembra y fertilización de cultivos de 1era. y 2a.

1. Antecedentes: Indique por favor el area sembrada y el rendimiento obtenido en 1993/94

	Has.sembr.	Kg cosechados/Ha. sembrada
Girasol de 1a.		
Girasol de 2a.		

### 2. Zafra 1994/95

#### 2.1 - Identificación de las chacras

En la medida de lo posible, la información específica del cultivo de girasol será suministrada por chacras. Se entiende que dos chacras son diferentes si están separadas geográficamente o si han sido objeto de manejos diferentes. A los efectos de hacer un

seguimiento de cada chacra individual, es importante contar con un registro que permita identificarlas. En "Referente" coloque algún nombre que a Ud. le resulte familiar, por ejemplo, el nombre que Ud. le da habitualmente al potrero ("el molino", "el arbolito", etc.). En "Condición Jurídica" señale si la chacra es propia, arrendada o tomada a medianería. En "Superficie" indique la superficie sembrada efectivamente. En "Epoca" debe especificarse si se trata de un cultivo de 1era. o de 2a.

	chacra 1	chacra 2	chacra 3	chacra 4	chacra 5	chacra 6
Referente						
Departamento						
Secc. Policial						
Condición Jurídica						
Superficie sembr.(has)						
Epoca						

### 2.2 - Condiciones de la chacra.

Indique las condiciones en que se encontraba cada chacra previamente al cultivo: "Antecesor" es el cultivo o pastura que había en la chacra inmediatamente antes de iniciarse los labores. Señale los resultados del análisis de suelo sólo en el caso que lo haya realizado en esta zafra.

	chacra 1	chacra 2	chacra 3	chacra 4	chacra 5	chacra 6
Antecesor						
Análisis % M.O.						
Suelo: Fósf. (ppm)						
Quema rastrojo (si/no)						

### 2.3 - Labores, Siembra, Fertilización y Control de Malezas.

	chacra 1	chacra 2	chacra 3	chacra 4	chacra 5	chacra 6
Laboreo Primario						
Fecha (quincena/mes)						
Herramienta						

	chacra 1	chacra 2	chacra 3	chacra 4	chacra 5	chacra 6
Laboreo Secundario						
1						
Secuencia 2						
de 3						
Labores 4						
5						

	chacra 1	chacra 2	chacra 3	chacra 4	chacra 5	chacra 6
Siembra						
Fecha (quincena/mes)						
Híbrido/Varietal (nombre) (#)						
Densidad (kg/ha)						
Distancia entre filas						
Población objetivo (plantas/m)						
Curasemilla (nombre)						
Siembra (convenc/directa)						
Sembradora (*)						

(#): Nota: Si sembró más de una variedad o híbrido en la misma chacra nombre todos ellos.

(\*): Nota: Para el tipo de sembradora utilice el siguiente código: 1= neumática; 2= mecánica; 3= chorrillo

Fertilización	chacra 1	chacra 2	chacra 3	chacra 4	chacra 5	chacra 6
Fertilizante						
Dosis (kg/ha)						
Tipo Aplicac. (voleo/surco)						

Herbicida	chacra 1	chacra 2	chacra 3	chacra 4	chacra 5	chacra 6
Tipo						
Dosis (lt/ha)						

# EFECTO DEL REGIMEN TERMICO DEL SUELO SOBRE LA IMPLANTACION DE 10 HIBRIDOS DE GIRASOL, CON DISTINTAS CARACTERISTICAS DE SEMILLA.

Hoffman, E Ernst, O Rebuffel, J Alcorta, T.

## INTRODUCCION.

El logro de poblaciones adecuadas en cuanto a número de plantas y uniformidad de distribución de las mismas constituyen unas de las principales dificultades para el manejo del cultivo de girasol.

Diversos factores atentan contra la exitosa implantación del cultivo: alto % de agregados grandes; encostramiento del suelo por excesivo afinado; incidencia de aves, liebres e insectos; falta de humedad; procedimientos de siembra inadecuados; condiciones ambientales desfavorables; etc.(7)

La desuniformidad entre plantas en la hilera afecta el rendimiento del cultivo. En Argentina Remussi, Saumell y Vidal (1974) determinaron mermas de entre el 25-31 % en el rendimiento al comparar un tratamiento totalmente uniforme con uno altamente desuniforme.

Como conclusión se determinó que a mayor uniformidad, los rendimientos aumentan y este efecto fue más acentuado cuanto más baja es la población; iguales resultados obtuvo en nuestro país Martino, 1986

## INFLUENCIA DE FACTORES DEL SUELO

El ambiente controla la germinación a través de muchos factores (agua, oxígeno, luz, temperatura, etc) los cuales determinan la tasa y el momento de la germinación.

Para que ocurra germinación; semillas quiescentes solo necesitan ser hidratadas bajo condiciones que estimulen el metabolismo de las mismas (una temperatura adecuada y presencia de oxígeno).

La temperatura regula la germinación a campo a través de tres vías:

1) determinación de la tasa y capacidad de

germinación.

2) levantando dormancias ( primarias y/o secundarias) de las semillas.

3) induciendo dormancias de tipo secundario.

Desafortunadamente, no es posible distinguir cual de estos mecanismos es el que actúa en cada caso, pero si hacer la salvedad de que es por una de estas tres vías que esto ocurre.(1)

El girasol es un cultivo que requiere una temperatura media del suelo que oscile entre 12-15°C. Por debajo de esas temperaturas se produce una reducción en el porcentaje de plantas germinadas y una prolongación de las fases siembra - germinación y germinación-implantación.(1)(2)(3)

Las fases de germinación y emergencia son las más afectadas por una baja temperatura del suelo. En función de esta, de la profundidad de siembra, de la humedad y del oxígeno la duración de estas fases se puede prolongar desde 10 hasta 30 días.

El girasol es una planta adicta al calor necesitando para la germinación una temperatura media de más de 5°C durante 24 hrs. Las semillas no germinan a una temperatura menor a 4°C y si lo hacen, la plantula queda pequeña de 1.5-2 cm.(1)

Para lograr una germinación y emergencia rápida, uniforme y con los menores riesgos, la temperatura media diaria no debe ser inferior a 15°C. Cuando esto no ocurre el tiempo que tarda la emergencia es demasiado largo corriendose el riesgo del ataque de enfermedades critogámicas sobre la semilla en germinación.(2), así como problemas con insectos de suelo.

En el rango de temperatura en el cual una cierta especie germina usualmente hay un óptimo por debajo de la cual la germinación se ve demorada pero no impedida, determinando un mayor período siembra-

emergencia y en consecuencia un período de implantación mas largo, el cual trae aparejado, en el caso del girasol una mayor desuniformidad del cultivo.(1)

### **INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA SOBRE LA ABSORCION DE AGUA**

El aumento de la temperatura favorece la absorción de agua por las semillas; con la salvedad de que cambia poco la máxima tasa de absorción (6)

Dentro de determinados límites la tasa de imbibición de las semillas aumenta con la temperatura. Al aumentar la concentración de agua en la semilla, aumenta la energía de la misma resultando en un aumento de la presión de difusión del agua pero como aumentan las actividades metabólicas, la rápida utilización del agua en el interior de la semilla, resulta en una disminución de la presión de difusión interna provocando también un aumento en la velocidad de imbibición.(2)

### **FACTORES DEL SUELO (GASES Y MICROFLORA FUNGICA)**

La germinación en la mayoría de las especies se ve demorada, por concentraciones de oxígeno menores a las del aire; así como altas concentraciones de anhídrido carbónico pueden detener la germinación. En el suelo encontrar concentraciones de oxígeno tan bajas como para poder afectar la germinación en forma negativa son raramente encontradas en verano.

A modo de ejemplo la tasa respiratoria de las semillas de maíz aumenta en función del grado de hidratación, tal es así que a un tenor de humedad del 22%, respiran 200 veces mas que a 12% de humedad; sin embargo en suelos con baja temperatura y saturados, el oxígeno podría ser una limitante.(2)

### **IMPORTANCIA DE LOS FACTORES DE LA SEMILLA**

Meyer (1949), citado por (5) analizando la relación entre daños en el pericarpo y la germinación encontró que pericarpios rotos daban como resultado una menor implantación cuando el suelo estaba húmedo y frío. También demostró que la inoculación con esporas en suspensión de *Penicillium* sp. reduce la germinación en mayor grado en las muestras con pericarpo dañado que en las sanas.

Koehler (1936) citado por (6) también encontró que

daños en la envoltura de la semilla afectaban la germinación, vigor y rendimiento en grano.

Confirmando lo anteriormente expuesto Tatum y Zuber (1943) citado por (4) demostraron que hay una relación estrecha entre el daño inconspicuo del pericarpo sobre el embrión y el stand de plantas en el campo. La gravedad de la rotura depende de la distancia o de la facilidad que tengan los patógenos para alcanzar el embrión

Otro factor que debería de ser tomado en cuenta en lo que respecta a características de las semillas, es el espesor de la cascara, el cual bajo condiciones normales de germinación, no tiene un peso significativo sobre la germinación y el tiempo de la misma. Pero bajo condiciones desfavorables, como ser temperaturas bajas, podría adquirir una mayor relevancia sobre la germinación final.

Bajo estas condiciones, todos los procesos metabólicos ocurren mas lentamente; en consecuencia semillas con un mayor % de cascara tendrían un tiempo de germinación mas largo aun, volviéndose mas susceptibles al ataque de patógenos ya que estos tendrían mas tiempo para atacar a las semillas.

Esto estaría confirmado por (2), el cual sostiene que al sembrar con temperaturas medias menores a 15°C, el tiempo a emergencia es demasiado largo, corriéndose el riesgo de ataque de enfermedades, sosteniendo además que estos valores pueden disminuir si la variedad sembrada es de pericarpo delgado.(2)

Popinigis (1985), compara la velocidad de imbibición (en un mismo período de tiempo) en semillas de *Ricinus communis* con y sin tegumento, encontrando que ante la ausencia de tegumento el tenor de humedad en la semilla es un 40 % mayor ( a igual tiempo) en relación a las que no tiene tegumento(7).

### **MATERIALES Y METODOS.**

El trabajo incluyo dos experimentos:

#### **ENSAYO I :**

El experimento se realizó bajo condiciones controladas con dos niveles de temperatura del suelo (8-11 °C y 20-30 °C) y dos híbridos, uno rayado (ATAR TC 2000) y el otro negro (DEKASOL 4030). Se sembraron 10 repeticiones por híbrido y por tratamiento, con 7 plantas por repetición.

**ENSAYO II:**

El experimento se realizó bajo condiciones controladas y en suelo frío (8-11 °C), se sembraron 10 híbridos diferentes en cuanto a tamaño de semillas y espesor de cáscara con 5 repeticiones por híbrido y 7 plantas por repetición.

En ambos ensayos se trabajó con humedad no limitante del suelo.

Se determinó la temperatura diaria del suelo desde la siembra hasta que las plantulas alcanzaron el estado vegetativo V1 (en que se procedió al corte de las mismas) en cada una de las repeticiones de ambos ensayos.

Se determinó la evolución de la emergencia e implantación, marcando las plantas que nacían por día; de esta forma se cuantifico la velocidad y homogeneidad de implantación.

Luego del corte de las plantulas, el cual se realizó

cuando las mismas alcanzaron el estado V1, se determino peso fresco, peso seco y estado nutricional de las mismas.

**RESULTADOS Y DISCUSION.**

Considerando la importancia que tiene la población y la uniformidad en el cultivo de girasol, el adelantamiento de la época de siembra hacia fines de agosto-principios de setiembre, si bien mejora la probabilidad de contar con mejor balance hídrico en los momentos críticos, también se somete a un mayor riesgo de fallas en la implantación. La información recientemente generada, si bien muestra el buen comportamiento del cultivo en siembra temprana, no considera la problemática de implantación en suelos fríos y húmedos, en la medida que se siembra dos o tres veces más cantidad de semilla y luego se ralea.

En la figura 1, se muestra el régimen termico del suelo para los dos tratamientos.

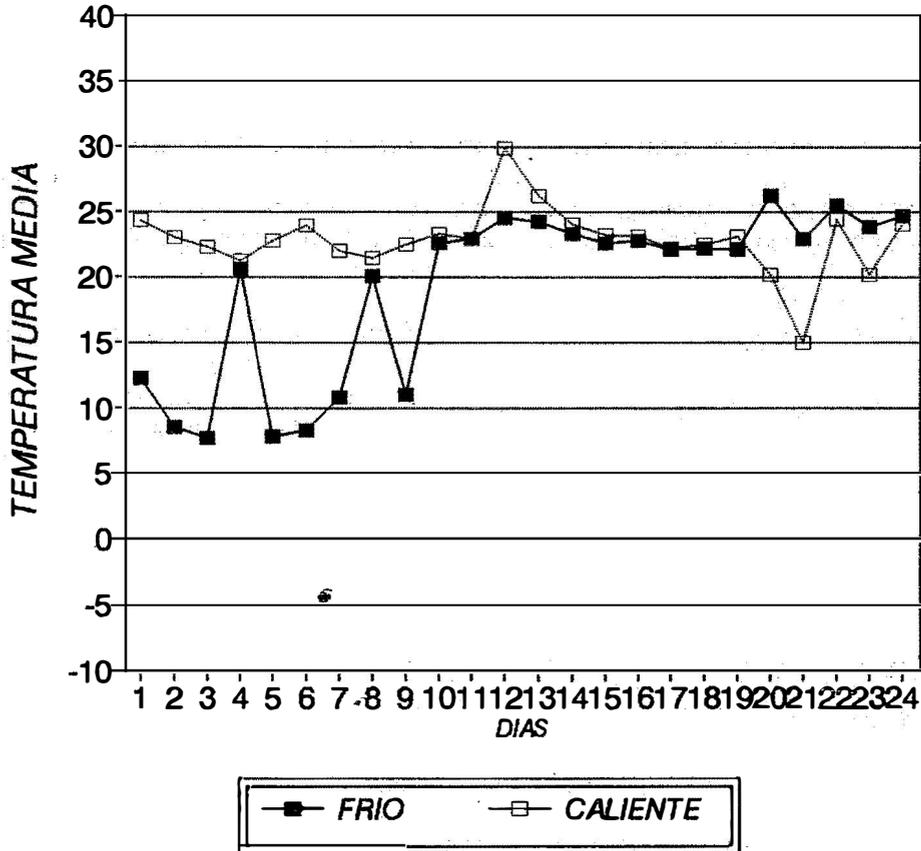
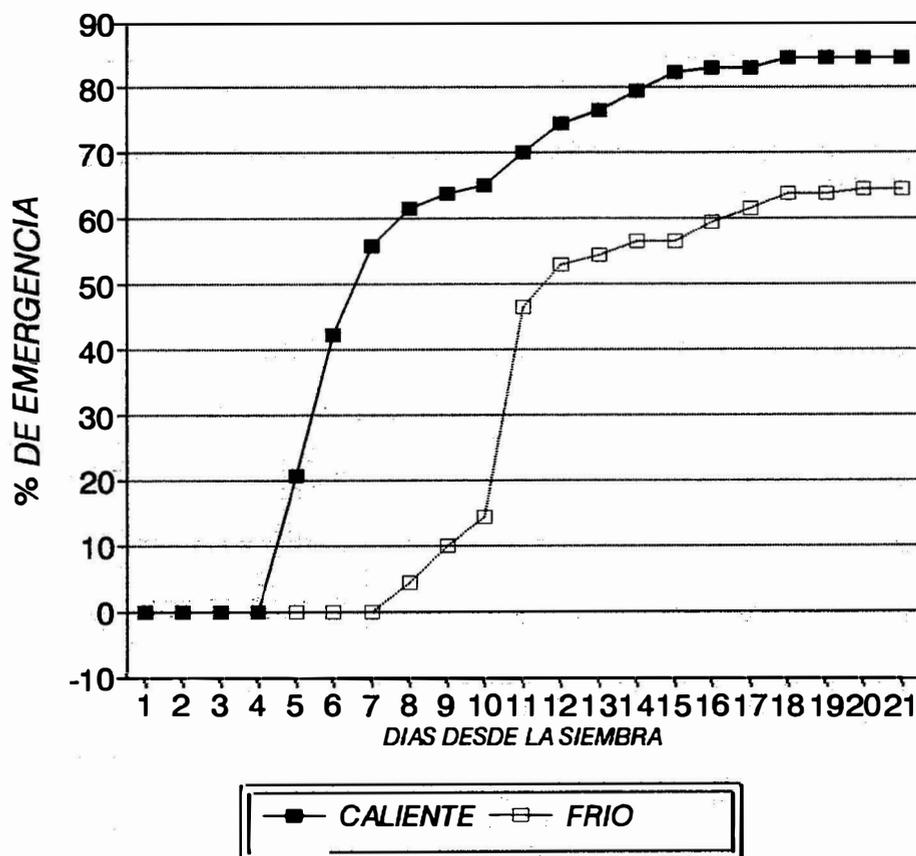


Figura 1.- Evolución de la temperatura del suelo, para el tratamiento frío y caliente.

Puede observarse que en el tratamiento caliente el suelo se mantuvo con escasa variación entorno a los 23 Gr C. Mientras que el frío, con mayores oscilaciones se mantiene en promedio en los 10 Gr. hasta los 9 días post-siembra y luego se lleva a igual temperatura que

el caliente.

En la figura 2, se presenta la evolución de la emergencia promedio de ambos híbridos, en respuesta a la temperatura de suelo.



**Figura 2.-** Evolución de la emergencia promedio según temperatura de suelo.

Puede verse que a los 7 días post-siembra, en el suelo caliente se alcanza casi un 60% de emergencia, sin que comenzara esta en el suelo a baja temperatura. Posterior al día 9, cuando se somete el suelo frío a igual temperatura que el suelo caliente se observa un rápido aumento en la tasa de emergencia hasta el día 11. De todas formas la respuesta al aumento de temperatura en el tratamiento frío no logra descontar las diferencias del suelo inicialmente caliente, llegando a un 65% de emergencia final en contraste al 85% logrado en el tratamiento caliente. Estos resultados sugieren un efecto negativo sobre la semilla que se siembra en suelos saturados y fríos, que no es superado aunque

sobrevengan condiciones ideales para la germinación y emergencia. La información disponible menciona efectos permanente cuando están combinados baja temperatura y alta humedad de suelo, sumándose una mayor incidencia de hongos de suelo y acentuándose las características de semilla que contribuyen a dificultar la germinación y emergencia (Calidad de semilla, espesor de cascara,).

En el primer experimento se manejaron en iguales condiciones híbridos contrastantes en cuanto al espesor de cascara y peso de aquenio (Cuadro 1)

Cuadro 1.- Característica de aqenio de los híbridos utilizados.

	DKSOL 4030	ATAR TC 2000
Color testa	Negro	Rayado
Peso Aqenio Cascara(%)	55.0 19.8	76.0 39.8

En la figura 3, se muestran las diferencias al final del período de emergencia para dos híbridos contrastantes, según temperatura de suelo.

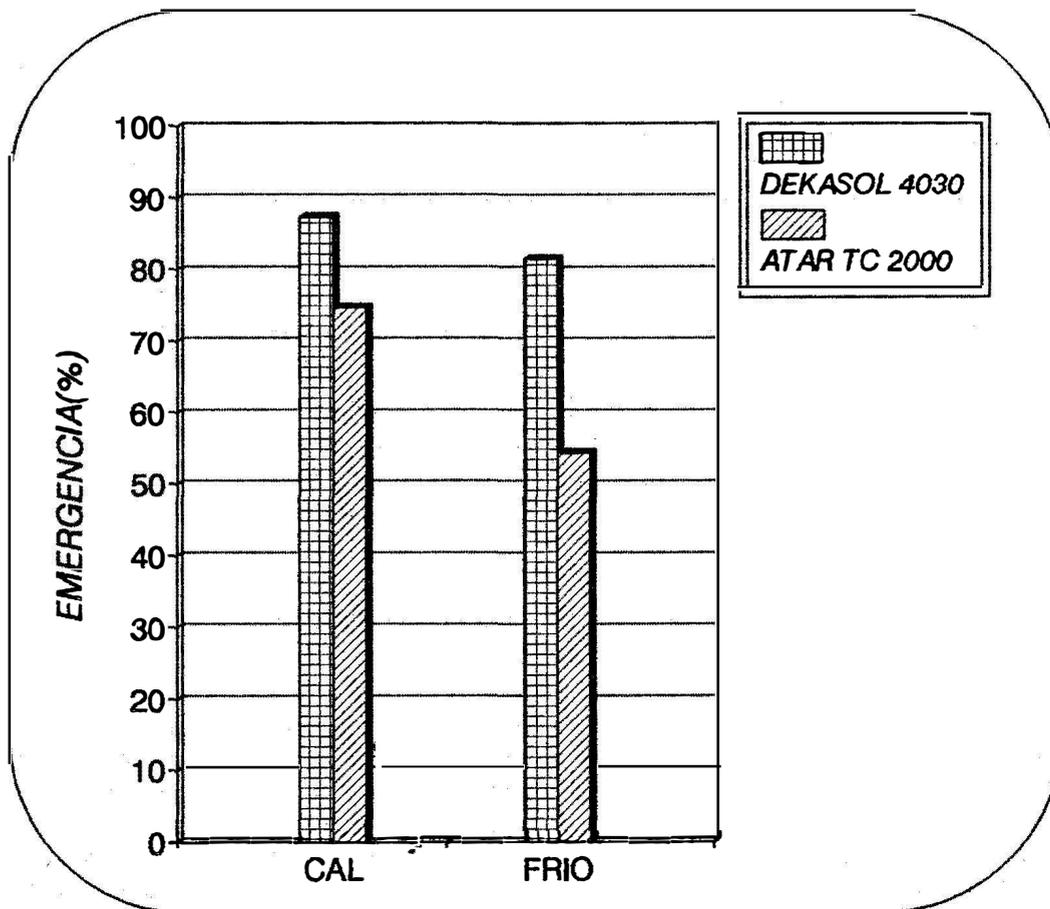
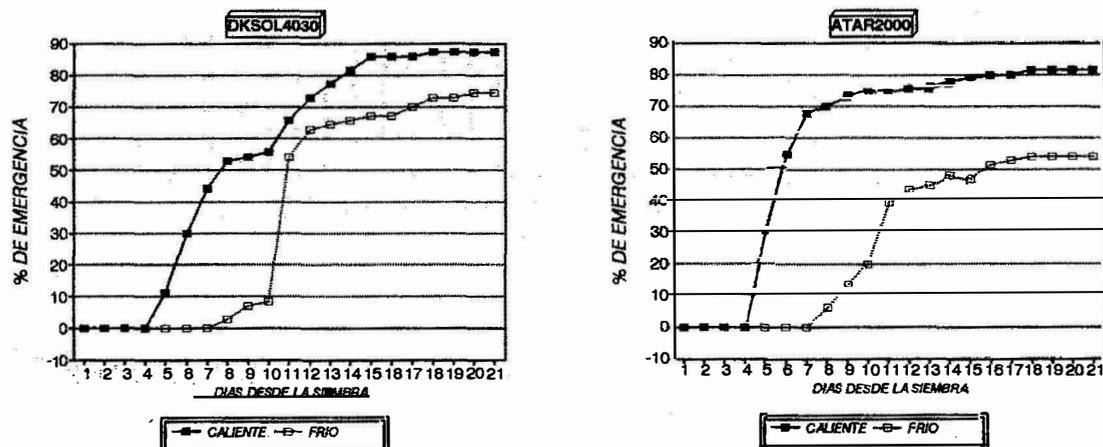


Figura 3. Emergencia final(%), para ATAR 2000 y DKSOL 4030 en respuesta a la temperatura de suelo.

Como puede observarse, cuando la temperatura del suelo no es una limitante las diferencias entre los híbridos es mínima, acentuándose el mal comportamiento del ATAR en suelo frío. El híbrido de menor espesor de cascara fue minimamente afectado por la temperatura baja. Si bien la cubierta de la semilla la protege de daños mecánicos, así como de distintos

patógenos, también es una barrera que entorpece el proceso inicial de inhibición y comienzo de la germinación (Popinigis, 1985).

En la figura 4, se presenta la evolución de la emergencia según la temperatura del suelo, para ambos híbridos.

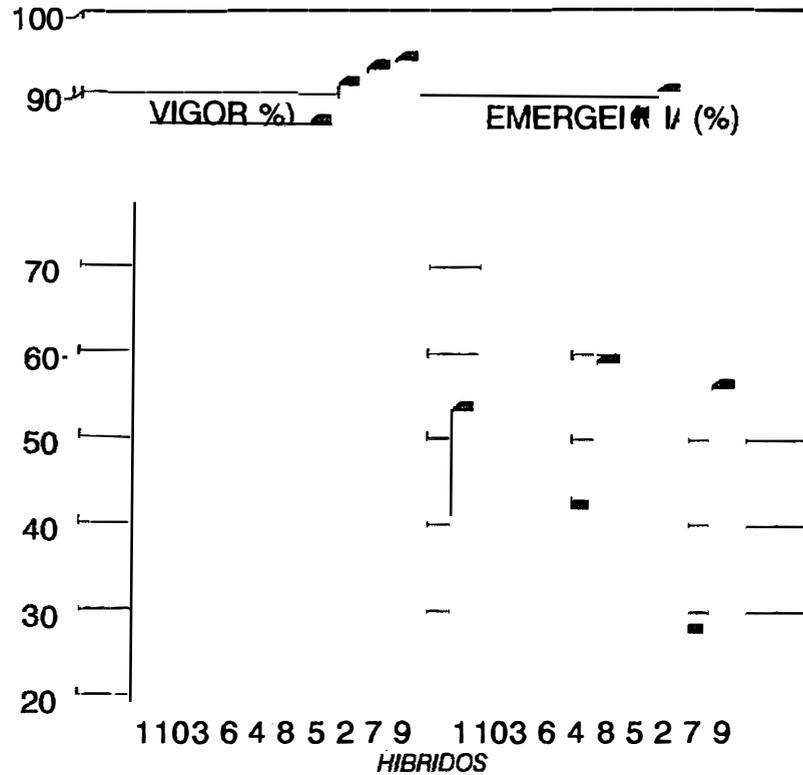


**Figura 4.-** Evolución de emergencia para ATAR tc 2000 Y DKSOL 4030, según la temperatura del suelo.

Si bien en el caso del híbrido de cascara más fina, existe un efecto permanente de la baja temperatura sobre la emergencia final, es de menor magnitud que para el caso del ATAR 2000, que como se observa respondió poco al aumento de la temperatura posterior al día 9, a pesar que al día 9 presentaba un mayor % de emergencia (8 y 14 % para DKSOL y ATAR respectivamente).

Si bien el vigor en cámara del ATAR 2000 es un poco menor, no existió relación alguna entre vigor y emergencia final ( $R^2=0.04$ ), salvo situaciones típicas de baja capacidad germinativa.

La información que surge del experimento II, permite profundizar en la emergencia de distintos híbridos bajo suelo frío.



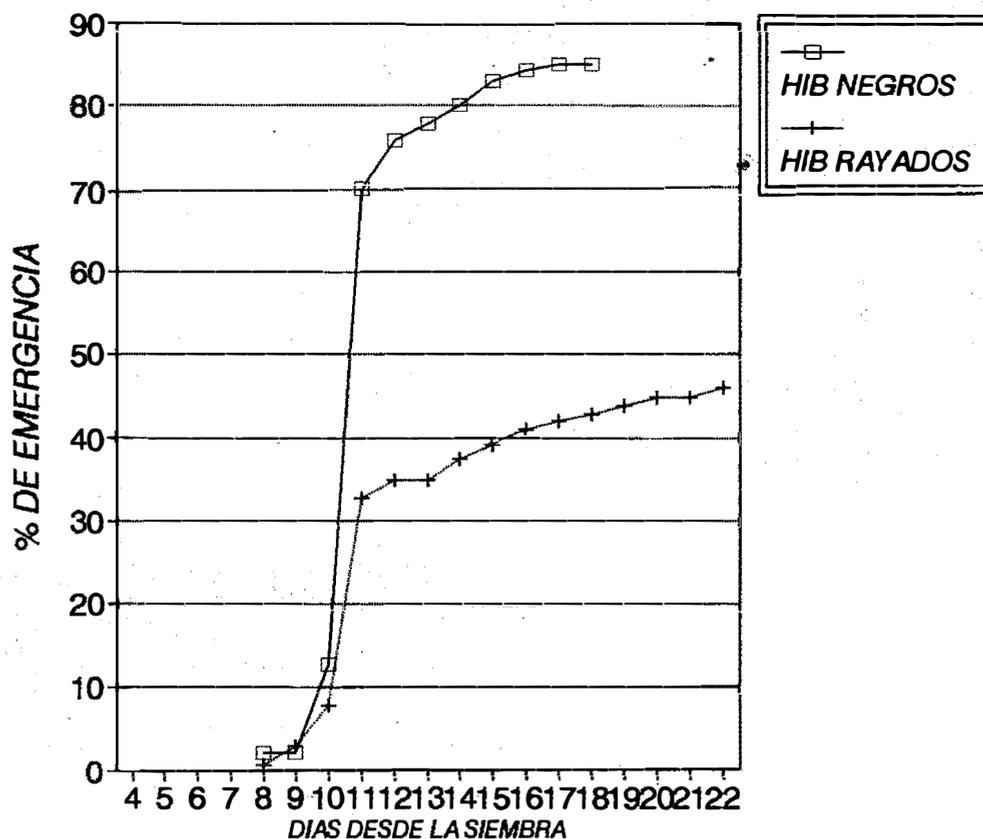
**Figura 5.-** Vigor(%) en cámara y emergencia final en suelo frío, para los 10 híbridos en estudio.  
 Híbridos: 1- T.565 2-DKSOL 4030 3- Atar 2000 4- PAR.1  
 5- PARAISO 2 6- PARAISO 5 7- PIONNER.6520 8- Prosun  
 9- Contiflor 7 10- Conti.15

Puede verse que no existe relación entre el vigor de la semilla y la habilidad de un híbrido para emerger en un suelo que está frío y húmedo. El primer gran resultado que aquí se muestra es que a pesar de superar un problema de calidad de semilla, bajo estas condiciones se pueden obtener valores muy bajos de implantación, que estarían comprometiendo la instalación del cultivo. Los híbridos T.565, Paraíso.1, Pioneer.6520, Prosun y Contiflor 7, mostraron a pesar de tener buen vigor, emergencias finales bajas (menores al 60%), presentando el Paraíso 1 y el Pioneer 6520 fracaso en la emergencia (menos de 40%) bajo estas

condiciones, en contraste con el excelente comportamiento (90% de emergencia) del DKSOL 4030 y el Paraíso 2.

Para el caso del Triumph 565, puede estar jugando un problema de baja calidad de semilla en la medida que fue el único híbrido que presentó bajos valores de germinación en cámara.

En la figura 6, se muestra la evolución en la emergencia de los 10 materiales, agrupados según el color de la cubierta.



**Figura 6.-** Evolución de la emergencia en suelo frío, para el promedio de 5 híbridos negros y 5 Rayados.

Se puede ver que en promedio los híbridos rayados fueron quienes resultaron más afectados por la baja temperatura, arrojando valores muy bajos de emergencia final (85 y 45% de emergencia para los negros y rayados respectivamente). Mientras que antes del aumento de temperatura (Día 9), no existían diferencias entre ambos grupos, la diferencia final se debe a que los híbridos negros respondieron al aumento de temperatura, y los rayados no. **Se estaría determinando la habilidad de la semilla de soportar las condiciones impuestas por suelos fríos y húmedos, manteniendo su capacidad germinativa y por lo tanto de responder a mejores condiciones de temperatura.** Estos resultados son esperables en base a la información disponible, en la medida que los

test de frío, evalúan la germinación de la semilla al aumento de la temperatura, luego que esta pasó por un período de 6 a 8 días en suelo húmedo y frío.

Una variable conocida que claramente separa a estos grupos entre sí, es el porcentaje de cascara. En nuestro caso los porcentajes de cascara fueron en promedio de 24.8 y 34.3% para los negros y rayados respectivamente.

En la figura 7, se puede observar que los materiales de testa fina excepto el T.565, muestran buen comportamiento, mientras que en los híbridos con mayor porcentaje de cascara se encontraron las mayores diferencias.

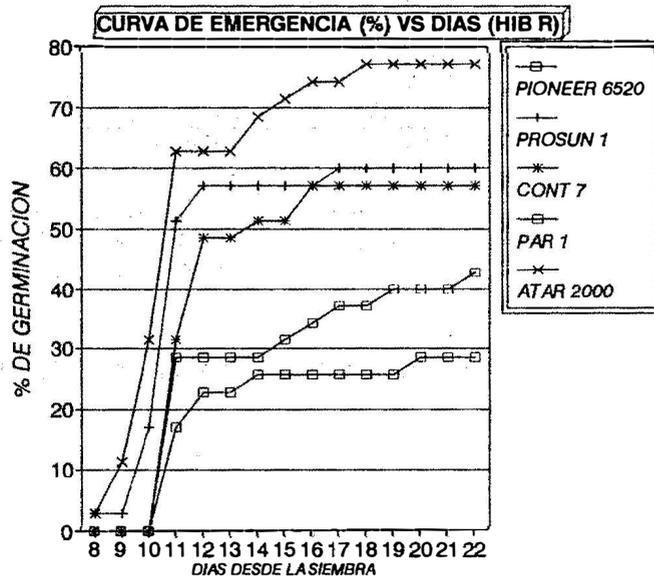
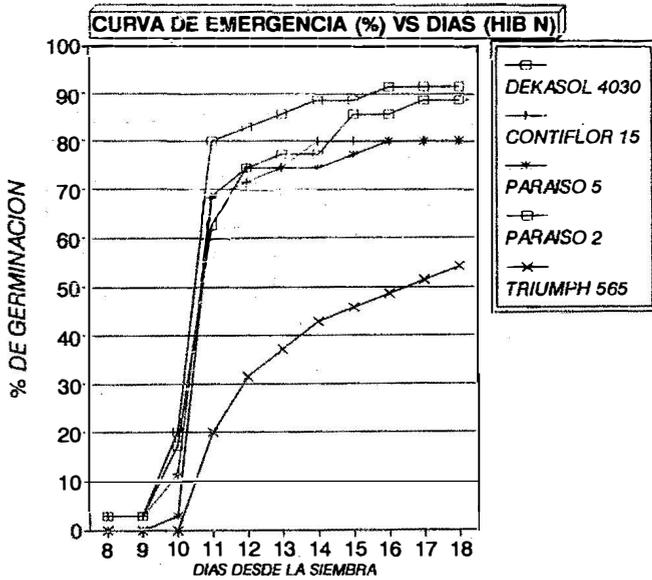
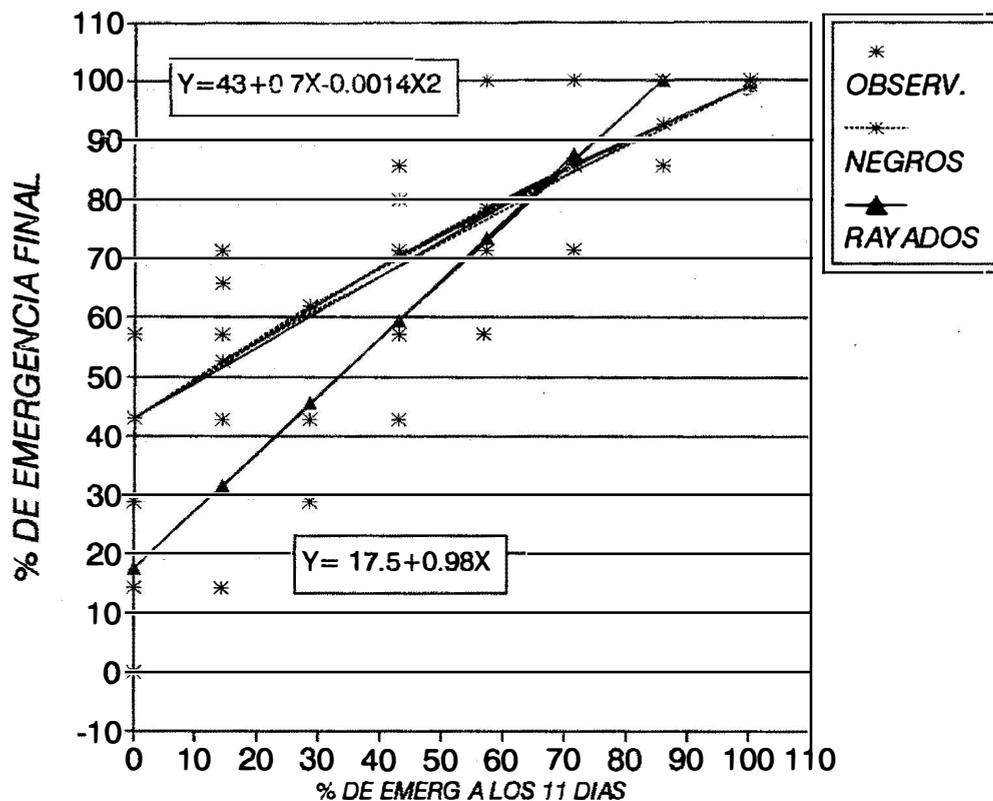


Figura 7.- Evolución de la emergencia para los 10 híbridos en estudio.

La información disponible menciona que cuando por bajas temperaturas y alta humedad de suelo se dan bajas tasas de absorción de agua; se podrían producir daños irreversibles en la semilla. El espesor de cascara es una barrera que podría contribuir a que los procesos de imbibición se vean enlentecidos y por lo tanto a intensificar el efecto. Se puede observar que aquellos híbridos que responden más lentamente al aumento de temperatura, son en definitiva los que finalizan con menores valores de emergencia final. En

este sentido el Pioneer 6520, fue seriamente afectado por el período que estuvo en el suelo a baja temperatura.

El cambio de temperatura en suelo como fue anteriormente descrito, se dio entre el día 9 y el 11, llevando a que las máximas diferencias entre los híbridos se establecieron al día 11. En la figura 8 se muestra la relación entre la emergencia al día 11 y la emergencia final.

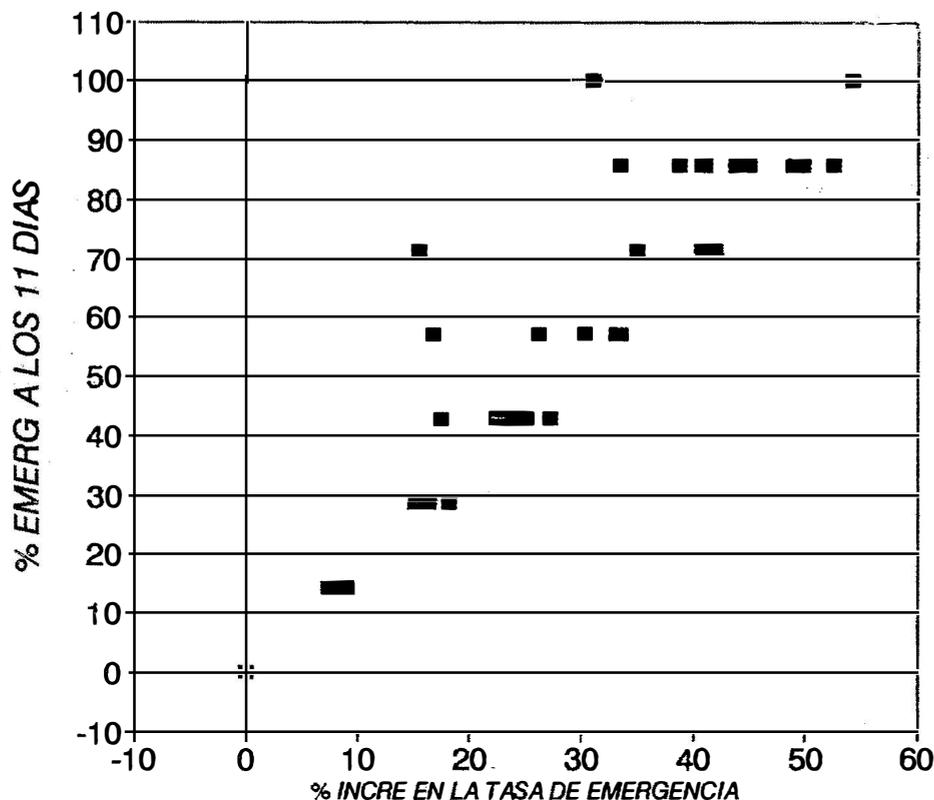


**Figura 8.-** Relación entre emergencia final y emergencia al día 11, para los 10 híbridos.

En la figura se puede ver que a mayor emergencia al día 11, mayor la emergencia final alcanzada, existiendo mayor dependencia de la emergencia al día 11 en los híbridos de cascara gruesa. Cuanto más importante el efecto negativo de la baja temperatura en los híbridos con mayor porcentaje de testa, la emergencia posterior al día 11 fue más lenta que en los híbridos negros. Esto reafirma el efecto negativo más

intenso de la baja temperatura y alta humedad en los materiales con mayor porcentaje y/o densidad de cascara.

En la figura 9, se estudia el cambio en la tasa de emergencia en respuesta al cambio en la temperatura entre el día 9 a 11 y la relación con la emergencia al día 11.



**Figura 9.-** Emergencia(%) al día 11 en función de el cambio en la tasa de emergencia( entre el día 9 y 11) en respuesta al cambio de temperatura del suelo.

Cuando la temperatura del suelo paso en promedio de los 10 Gr. a los 22-23 Gr., aquellos híbridos que rápidamente emergieron llevaron a que las emergencias fueran mayores al día 11 y por lo tanto final. Estos resultados serían parecidos a lo que se espera de los test de frío, mostrando que existen híbridos o grupos de ellos que al estar sometidos en el suelo durante un período a bajas temperaturas y suelo húmedo, ven sensiblemente afectada su capacidad germinativa. En definitiva se podría decir que T.565, Paraíso 1, Pioneer 6520, Prósun y Contiflor 7, mostraron baja habilidad para soportar las condiciones anteriormente mencionadas. Es abundante la información que enfatiza los pobres resultados logrados cuando en estas condiciones se utiliza semilla vieja o con problemas de bajo vigor y/o germinación. Este puede ser el caso del único híbrido negro que mostró mal comportamiento(T.565).

En los materiales que sufrieron más intensamente los efectos del frío, fue alto el número de semillas que nunca germinaron. No se puede efectivamente afirmar que todo el efecto se deba que estos materiales vea más afectada su habilidad para mantener su capacidad germinativa, en la medida que pueden estar jugando otros efectos indirectos como, daños en la testa y por lo tanto mayor vía de ingreso para los problemas con hongos que comúnmente se dan bajo estas condiciones así como efectos relacionados con las distintas condiciones de maduración de los aquenios.

En el cuadro 2, se presenta un resumen general agrupando los híbridos según su comportamiento en suelo frío.

Cuadro2.- Germinación final, peso Fresco/pl y CV% del peso y características de semilla de híbridos con alta y baja emergencia final en suelo frío.

	GERMINACION FINAL(%)	
	ALTA	BAJA
Germinación F.	83.4	48.5
Peso aquenios(g)	70.1	72.6
Cascara(%)	25.4	32.5
Peso F. medio(g)	1.75	1.55
CV(% de peso.F.	19.3	26.3

NOTA: Existe 5 híbridos en cada grupo.

Los híbridos con bajo comportamiento, fueron todos los rayados excepto el ATAR 2000. El resultado final de el efecto de la baja germinación, como se ve en el cuadro, llevo a que las plantas fueran mas chicas en promedio, pero también más desparejas. La relación entre germinación final y CV(%) de peso de planta fue negativa ( $R^2=0.57$ )

Considerando estos resultados desde el punto de vista del manejo del cultivo, la siembra en suelo frío no solamente comprometería la instalación del cultivo sino que estaría en desventaja por lograrse un cultivo mas desuniforme.

Puede verse que dentro de los materiales con mayor espesor de cascara, en el caso del ATAR 2000 no se cumple el comportamiento promedio. Esto crea la necesidad de contar con información de test de frío para los distintos híbridos a la hora de manejar la posibilidad de siembras tempranas.

Este experimento a su vez no permite conocer si además de diferencias en la habilidad para soportar condiciones de frío y humedad en el suelo, existen diferencias en las temperaturas bases de acumulación para distintos híbridos.

## CONSIDERACIONES FINALES

\*- Los resultados confirman que cuando se combinan suelos fríos y húmedos, existe una reducción permanente en la emergencia y por lo tanto implantación final.

\*- Se observaron diferencias importantes en la implantación final dentro de híbridos en suelo frío, destacándose que estas diferencias no se observaban al final de este período, sino que la implantación respondió a la respuesta diferencial en la tasa de emergencia cuando aumento la temperatura del suelo.

\*- Las mayores diferencias se obtuvieron en los materiales de mayor espesor de cascara, quienes en promedio fueron más afectados por la baja temperatura.

\*- Estos resultados muestran la importancia que tendría, poder contar con información de test de frío a la hora de seleccionar el híbrido a sembrar en esta condiciones.

**REVISION BIBLIOGRAFICA.**

1. Vranceanu A. V. *El Girasol. Madrid, Mundi-prensa, 1977. 379p.*
2. Saumell.H. *Girasol: Técnicas actualizadas para su mejoramiento y cultivo.1980*
3. De la Rosa. *Semilla. Uruguay. CIABB; Miscelanea n°64, 1986.*
4. Jugenheimer, R.W. *Corn; improvement, seed production an uses. USA; Jhon Wiley & Sons inc.1976.669p.(193-199)*
5. Mayor, A. Poljakoff-Mayber, A. *The germination of the seeds. Nueva York, The Macmillian Company. 1963. 235p.*
6. Derek Bewley, J. Black, M. *Seeds, physiology , development and germination. New York and London. Plenun Press. 1994. 445p.*
7. Popiginis, F. *Fisiologia da semente. 2ª edicion. Brasilia, D.F. Editora Grafica, 1985. 289p.*

# MANEJO DRASTROJOS DE CULTIVOS DE INVIERNO PARA LA SIEMBRA DE GIRASOL DE SEGUNDA

Oswaldo Emst  
Esteban Hoffman  
Federico Condón  
Marcelo Guelfi  
Miguel Pastorini  
Carlos Perez  
Claudio Pons

## INTRODUCCION

El Girasol ha sido el principal cultivo "de segunda" en nuestro país, principalmente por flexibilidad en época de siembra y los costos de producción con los que tradicionalmente se lo realizó.

El manejo más corriente es quemar el rastrojo del cultivo de invierno, para facilitar la siembra e implantación, y evitar otros problemas asociados como un posible efecto fitotóxico del rastrojo hacia el cultivo.

En los últimos años ha tomado importancia la técnica de siembra directa, debido a la reducción en el precio del herbicida total utilizado (glifosato) y mejoras tecnológicas en los equipos de siembra. Esto permite, además de las ventajas inherentes a la conservación del recurso suelo, incluir un segundo cultivo en el año con mayor seguridad y ajuste de la época de siembra y cosecha.

Cuando la siembra de girasol se realiza sin laboreo y con el rastrojo del cultivo de invierno anterior en superficie se han detectado problemas de implantación,

crecimiento y rendimiento en grano, por lo que es común la quema, perdiéndose así las ventajas de su presencia sobre el control de la erosión, conservación de la humedad, control de la temperatura, aporte de materia orgánica y nutrientes.

En el presente trabajo se resumen los resultados obtenidos en dos trabajos cuyo objetivo fue evaluar los efectos de diferentes manejos del rastrojo de cultivos de invierno (Cebada cervecera y trigo), sobre el ambiente suelo (temperatura, humedad y nutrientes), 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.

## Materiales y Métodos

Los experimentos se realizaron en la Estación Experimental Dr. Mario A. Cassinoni de la Facultad de Agronomía sobre suelos de la Unidad San Manuel (Brunosol éutrico\sub-éutrico típico). En el siguiente diagrama se resumen los tratamientos evaluados determinaciones y situación anterior.

Cuadro 1.- Resumen de las características y tratamientos de los experimentos

Año	1994	1995
cultivo anterior	cebada	trigo
laboreo para invierno	arado	siembra directa
fecha de siembra	12/1	
híbrido	Contiflor 3	Pioneer 6510
sembradora	Semeato TD220	Semeato TD220
fertilización base	25/33/10	0/60/10
tratamientos de nitrógeno (kg/há)		0, 20, 40, 60
tratamientos de rastrojo		
quema+excéntrica	si	no
excéntrica	si	no
siembra directa		
rastrojo en pie	si	si
picado (chato)	si	si
quema	si	si
retirado\siembra devuelto	si	no
retirado	si	no

Una descripción detallada sobre determinaciones, metodología utilizada y condiciones climáticas del año se encuentra en los trabajos originales (Condón et al, 1995 y Pastorini y Perez, 1996).

## EFFECTOS DEL MANEJO DEL RASTROJO EN EL AMBIENTE SUELO.

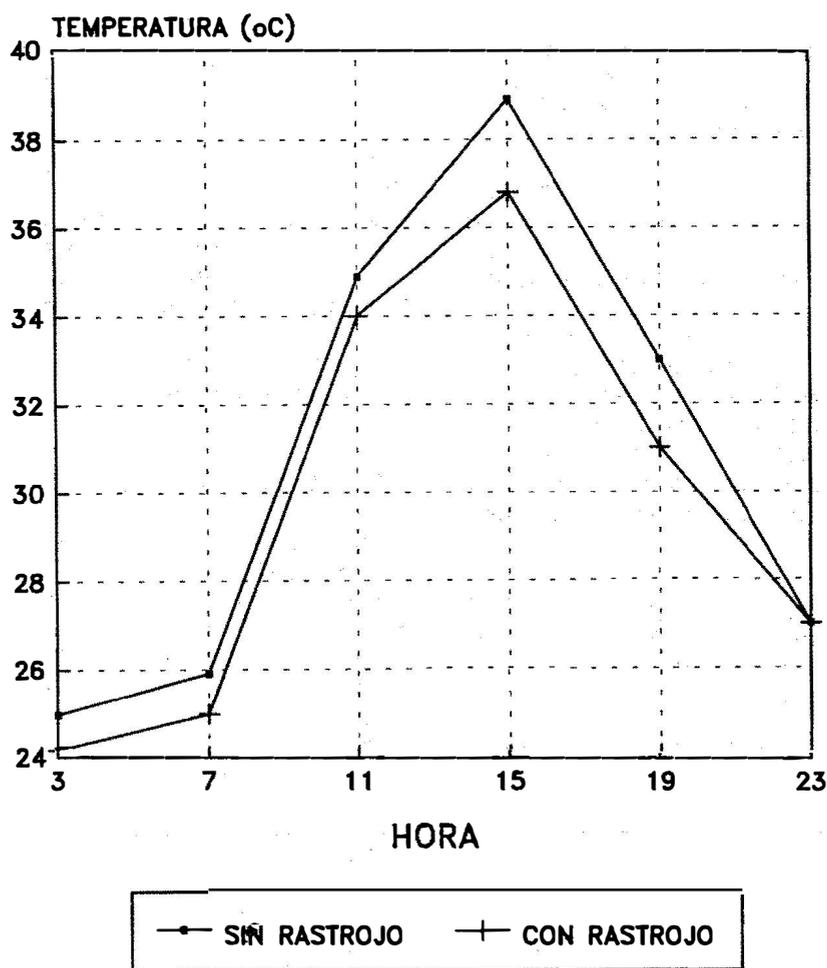
### Temperatura del suelo

La cantidad y posición del rastrojo modificó la

temperatura media del suelo y su amplitud a lo largo del día

La temperatura del suelo con rastrojo en superficie mostró diferencias estadísticamente significativas para todas las horas del día (figura 1).

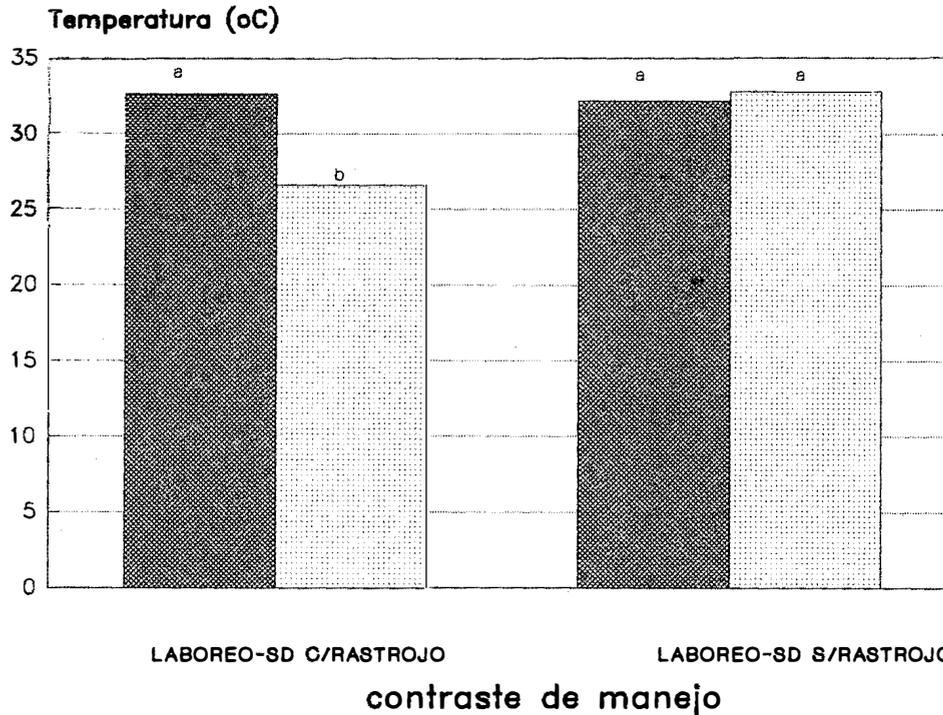
Las mayores diferencias correspondieron a las horas de máxima (4,14 °C). Estos resultados concuerdan con la bibliografía (22,3,20), en la cual se marca que la variación de temperatura del suelo depende del volumen y distribución del rastrojo sobre la superficie.



**Figura 1:** Evolución diaria de la temperatura en tratamientos con y sin rastrojo en superficie.

Excéntrica sin quema de rastrojo y siembra directa con rastrojo en pie, difirieron en todas las horas de muestreo ( $p < 0.05$ ). Las diferencias oscilaron en el rango de 0.89 a 4.3 °C. Sin embargo la comparación entre las medias de los tratamientos con laboreo contra siembra directa sin rastrojo en superficie fueron mínimas, alcanzando a ser significativas

estadísticamente a las 3 de la mañana (0,4 °C). Esto permite concluir que el efecto del rastrojo es mas importante que la perturbación del suelo. En la bibliografía 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 (13; 12; 9).



**Figura 2:** Temperatura media diaria (°C) de los tratamientos con excéntrica y siembra directa con rastrojo y contrastes entre laboreados y siembra directa sin rastrojo

Existió una relación lineal negativa entre temperatura y cantidad de rastrojo. El modelo fue significativo en todas las horas; aunque de bajo ajuste en las horas de máxima. En promedio, la temperatura del suelo se

redujo en 0.3°C por cada tonelada adicional de rastrojo en superficie, variando entre 0.58 y 0.1 para las máximas y mínimas temperaturas del día.

*Cuadro 2: Resumen de regresiones entre temperatura (°C) y cantidad de rastrojo (ton/ha)*

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

Las diferencias acumuladas de temperatura a nivel del suelo determinan la velocidad de emergencia de los cultivos y su tasa de desarrollo inicial.

En el Cuadro se muestra la sumatoria de temperatura media en los 33 días posteriores a la realización de los tratamientos.

Cuadro 3: Acumulación de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ) 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

En este período (15 días), el laboreo mostró una mayor acumulación de temperatura que siembra directa ( $3.3^{\circ}\text{C}$ ). Los tratamientos sin rastrojo acumularon  $10.5^{\circ}\text{C}$  más que con rastrojo. 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 siembra directa. En siembras tardías (cultivos de segunda) la importancia de este aumento sería

relativa al no ser limitante la temperatura del suelo.

Con respecto a la geometría del rastrojo, si bien no hubo diferencias estadísticamente significativas, la temperatura mostró una tendencia a ser menos variable con rastrojo picado, lo que indicaría un efecto estabilizador de este último, reduciendo la amplitud térmica de la superficie. (Figura 3)

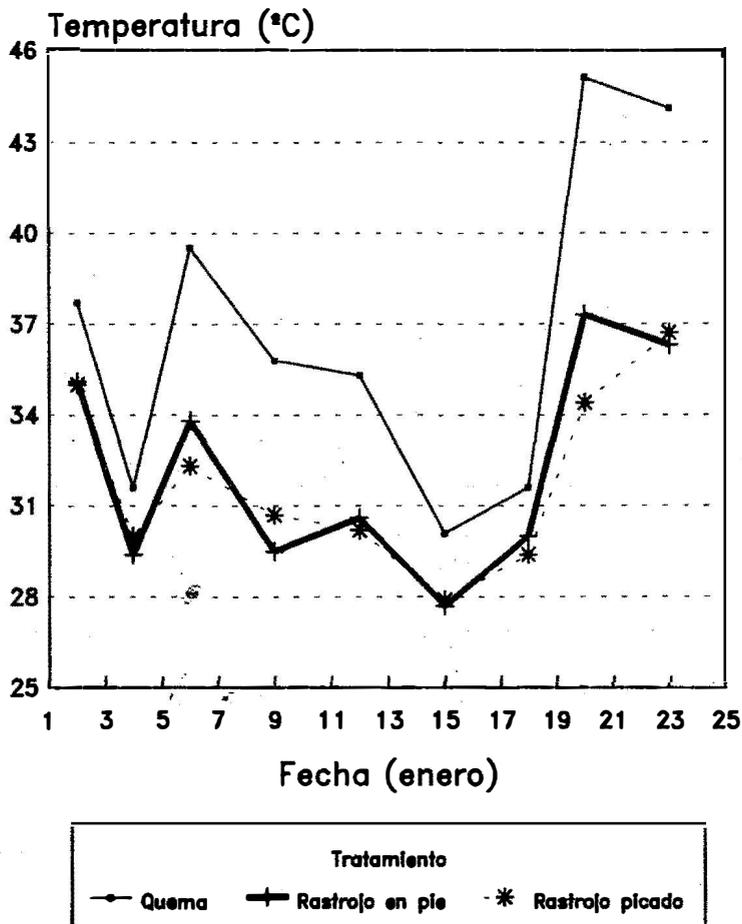


Figura 3 Evolución de la temperatura diaria del suelo según manejo del rastrojo

La curva de temperatura del tratamiento con rastrojo en pie, *intercepta* continuamente a la curva de tratamiento con rastrojo picado, lo que pone de manifiesto una mayor variación de aquella.

Los rastrojos chatos disminuyen la amplitud térmica del suelo. Estos se calientan más lentamente durante el día y pierden menos calor durante la noche.

La temperatura del suelo desnudo fue generalmente mayor a la del aire y varió más que en suelo cubierto. Esto es el resultado de que el rastrojo en superficie enlentece tanto el calentamiento como el enfriamiento del suelo.

Los suelos desnudos al calentarse más rápido permitirían una siembra más temprana del cultivo, y un mayor desarrollo inicial del mismo (1; 4; 6; 8; 12; 18),

mientras que el rastrojo en superficie al evitar un calentamiento prematuro del suelo, retrasaría la fecha óptima de siembra. Esto es relevante para un cultivo de primera, pero en el presente trabajo al tratarse de uno de segunda perdería importancia ya que los niveles de temperatura están por encima del mínimo para germinación y desarrollo (10°C en el suelo).

#### IV.C.2 Humedad del suelo

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

El método de laboreo afectó tanto los procesos de pérdida como de ganancia de agua del suelo. En la figura 4 se muestra la evolución de la humedad del suelo entre el 28/12 y el 12/2.

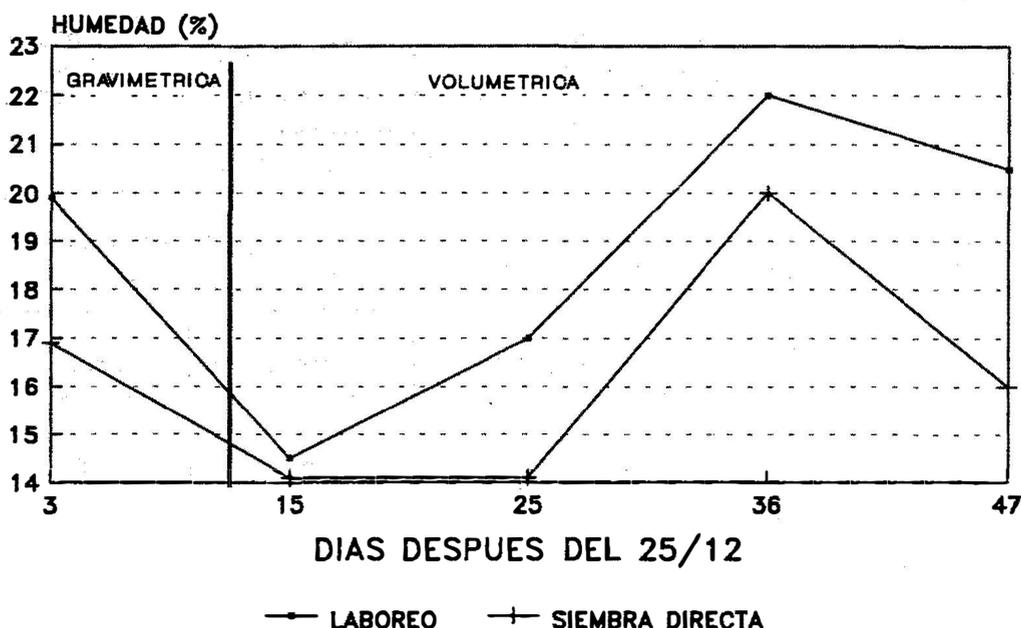
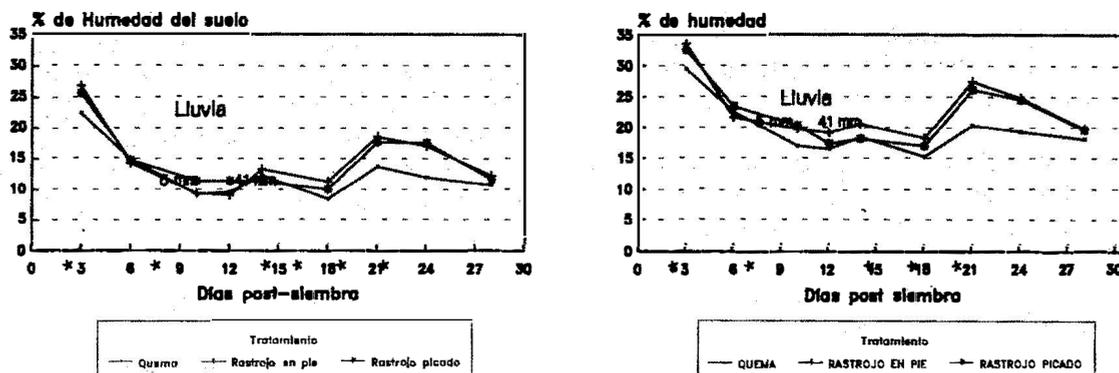


Figura 4. Evolución de la humedad del suelo para laboreo y siembra directa (0-15 cm)

Las diferencias iniciales observadas el 28/12 se deben al efecto de la perturbación del suelo que provoca la pérdida de agua en los laboreados. Ambos tratamientos perdieron humedad hasta llegar a un porcentaje similar (12/1). De este momento al 2/2 ocurrió la recarga del perfil, con dos ingresos de agua: uno de 8mm que los tratamientos laboreados no pudieron retener hasta la siguiente lluvia y la siembra directa sí, y otra lluvia de 60mm que recargó ambos tratamientos manteniendo la diferencia inicial. Entre el 2/2 y el 12/2, comenzó nuevamente el proceso de pérdida, con menor tasa en los tratamientos en siembra

directa (influencia del rastrojo y menor rugosidad en la pérdida de agua). El porcentaje de humedad del suelo fue 0.8% mayor por cada tonelada de rastrojo sobre el suelo el día de la siembra ( $p < 0.01$ ). A los 15 días la diferencia se mantenía en 0.4% / tonelada de rastrojo ( $p < 0.06$ ).

Analizando la evolución de la humedad del suelo para condiciones de siembra directa, los resultados son coincidentes en marcar al rastrojo como determinante de la tasa de pérdida de agua desde el suelo (figura 4 y 5).



**Figura 5:** Evolución de la humedad del suelo (10 cm de profundidad) según manejo de rastrojo.  
(\*) Diferencias significativas al 5%.

La siembra directa sobre rastrojo quemado mostró un menor contenido de humedad que aquellos en los que el rastrojo permaneció en superficie, tanto a 10 cm como a 15 cm de profundidad ( $P < 0.05$ ); sin diferencias significativas para el efecto “geometría del rastrojo”.

### Disponibilidad de Nitrógeno-Nitratos en el suelo

La presencia o no de rastrojo no modificó la disponibilidad de  $N-NO_3$ , lo que se debería a que en esta época del año el clima afecta positivamente la mineralización del nutriente. Por otro lado, la fertilización realizada (100 Kg/ha de 25-33) a la siembra aportó el nitrógeno necesario.

**Cuadro 4:** Comparación de medias entre sistemas de siembra y efecto de rastrojo para los nitratos del suelo 10 días pos-siembra.

Tratamiento	ppm $NO_3$	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		

El nivel de  $N-NO_3$  10 días pos-siembra fue incrementado por el laboreo del suelo ( $P < 0.036$ ), indicando que en siembra directa existió una menor disponibilidad de  $NO_3$ , aunque la variación ocurrió por encima de los niveles de respuesta esperada. En

condiciones como en las que se desarrolló el experimento, chacra nueva, con un cultivo anterior de bajo rendimiento, la siembra sin laboreo no implicaría disponibilidad limitante de nitrógeno para el cultivo siguiente. El efecto residual del manejo del cultivo de

invierno depende del ciclo del cultivo, su nivel de producción y el grado de ajuste de la fertilización

nitrogenada realizada (cuadro 5).

**Cuadro 5.** Efecto de la fertilización nitrogenada al cultivo de invierno sobre la disponibilidad de N-NO<sub>3</sub> 40 días pos-siembra del girasol de segunda. (Adaptado: Hill, Marquez y Puchcariov, 1993).

Siembra de trigo ppm o cebada	Nitrógeno kg/há	Biomasa a cosecha t/há	N-NO <sub>3</sub> 40 días
19/7	0	11.8 b	36 b
19/7	50	14.3 a	23 c
26/8	0	7.3 d	50 a
26/8	50	8.1 c	41 a

Cuando se refertilizó el cultivo de invierno y este no lo capitaliza por existir otra limitante (época de siembra, sanidad), es de esperar una disponibilidad de N-NO<sub>3</sub> en el suelo superior que luego de cultivos con alto rendimiento en grano.

### EFEECTO DEL RASTROJO SOBRE LA IMPLANTACION

La implantación es una de las fases críticas 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.

La información obtenida no es consistente ya que en el primer año se logró una mayor y más rápida emergencia en los manejos con rastrojo en superficie y en el segundo en la siembra directa con quema

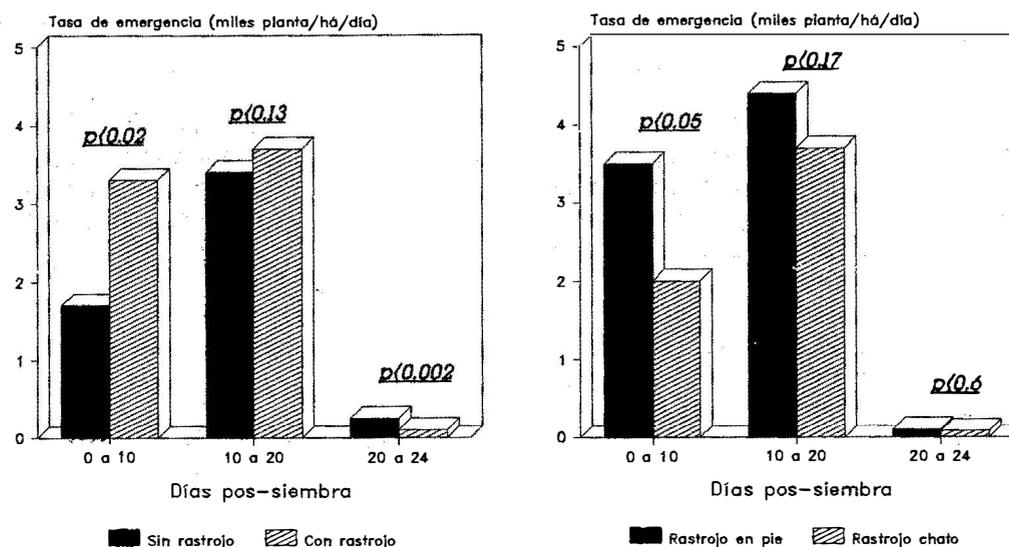
anterior.

Las condiciones iniciales y climáticas fueron contrastantes y no es posible aislar los efectos por lo que se resumirán los resultados obtenidos para cada año por separado.

#### Primer año

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

Los tratamientos con rastrojo lograron emerger significativamente mas rápido que los sin rastrojo (Figura 6), lo que implica que al día 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 pío en relación a rastrojo chato.



**Figura 6:** Comparación de tasas de emergencia para tratamientos en siembra directa con o sin rastrojo y rastrojo en pío o rastrojo chato.

En la etapa inicial (0 a 10 días) las diferencias entre las tasas de emergencia explicó el número final de plantas, mientras que para la segunda (10 a 20 días) estas diferencias desaparecieron volviéndose todos los tratamientos estadísticamente iguales. En esta última etapa la humedad del suelo pasó a ser una variable no limitante para el proceso de implantación (18.8 a 23.5 %) por una lluvia de 60 mm. A pesar de esto se mantuvo una tendencia ( $p < 0.19$ ) a ser menor en los tratamientos sin rastrojo en superficie.

La menor implantación lograda con siembra directa sobre rastrojo chato, se adjudica al mal contacto semilla suelo. 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 ésta. La germinación de la semilla se produjo mayoritariamente luego de la lluvia, lo que contrasta con la rápida implantación lograda cuando se retiró antes de la siembra para ser devuelto posteriormente. De acuerdo a estos

resultados, el rastrojo en superficie permitirían mejorar la implantación siempre que no perjudique el contacto semilla-suelo, manifestándose su efecto en la medida que no ocurran lluvias inmediatas a la siembra.

#### IV.D.4 Desarrollo

La temperatura del suelo determina la tasa de desarrollo en cultivos como maíz y sorgo, que durante las primeras etapas de su ciclo tienen su punto de crecimiento debajo del nivel del suelo (11, 21, 12, 2, 1, 7). También en estas etapas se ha observado fitotoxicidad del rastrojo sobre los cultivos, siendo en algunos casos difíciles de diferenciar de otros efectos.

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 °C.

Cuadro 6: Relación entre temperatura acumulada durante 15 días y Número de hojas emitidas por plantas.

Tratam.	Temperatura °C Acumulada	Número de hojas emitidas
quema sin rastr. en pie chato	275.5	10.310
	272.6	8.935
	259.5	8.390
	259.6	9.085
$P_{r>F}$	0.1101	0.533
CV %	3.6337	14.35

Si bien luego de la emergencia el girasol sería menos sensible al efecto de la temperatura del suelo que los cultivos gramíneas que mantienen el punto de crecimiento debajo del suelo, las diferencias provocadas por el manejo del rastrojo podrían afectar la velocidad de emergencia en siembra tempranas.

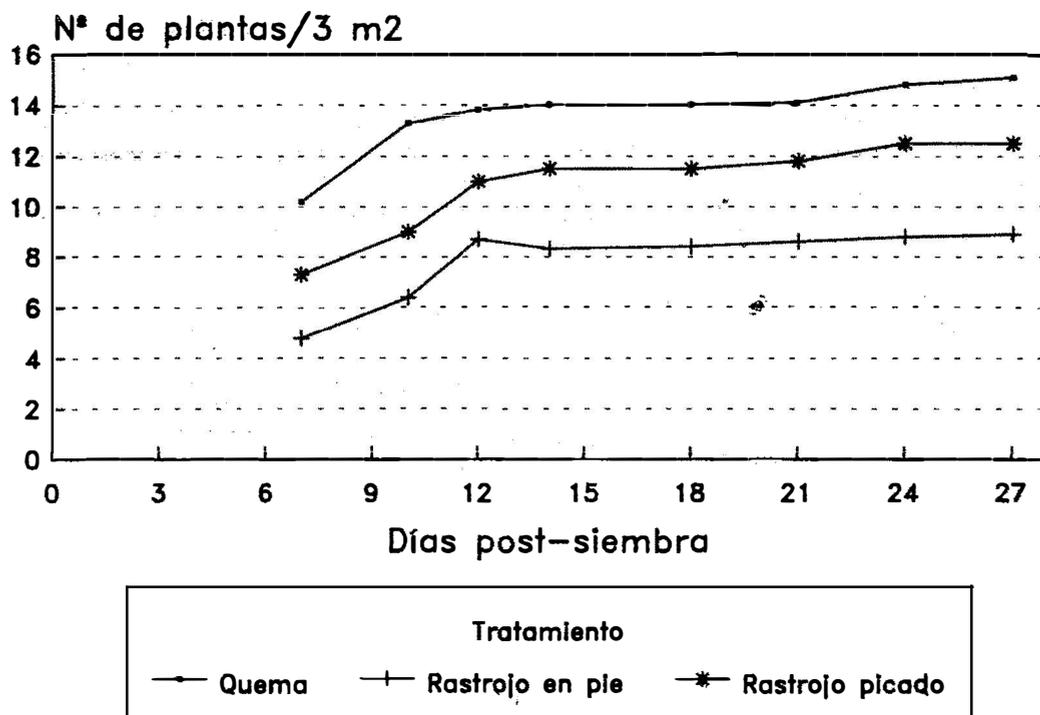
El efecto del retraso en el desarrollo producido por una menor acumulación de grados día ha sido observado en condiciones de temperaturas que puedan ser limitantes; para girasol (que no tiene en ningún momento su punto de crecimiento a nivel del suelo) y para las condiciones del ensayo, no se esperarían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

Las condiciones ambientales en las que se han

reportado efectos alelopáticos (5, 16), 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 pos siembra que lavaran las sustancias alelopáticas al suelo, que tampoco ocurrieron.

#### Segundo año

La emergencia de plantas a lo largo del período analizado fue significativamente mayor en el tratamiento con quema de rastrojo que con rastrojo en pie, teniendo el tratamiento con rastrojo chato un comportamiento intermedio. (Figura 7)



**Figura 7:** Evolución de la emergencia de plantas según manejo de rastrojo.

Es probable que la menor emergencia en los tratamientos con rastrojo en superficie se deba a las condiciones de siembra con suelo húmedo, donde la sembradora utilizada no cortó adecuadamente al rastrojo, introduciéndolo en el surco. Al no ocurrir lluvias posteriores a la siembra, la implantación fue muy pobre.

La geometría del rastrojo no tuvo efecto sobre el

número de plantas nacidas, debido a que la gran cantidad de rastrojo existente (8000 kg/ha), pudo haber enmascarado el efecto.

La información cuantificada no permite determinar las causas del comportamiento contrastante entre años. Las diferencias en el ambiente que podrían explicar los resultados se resumen en el siguiente cuadro.

**Cuadro 7.** Condiciones iniciales para cada año

	año 1	año 2
Cultivo anterior	cebada	trigo
kg/ha de rastrojo	5000	8000
lluvia (mm) 15 días presiembra	4.5	98.8
lluvia (mm) 15 días postsiembra	30.0	5.2
N-NO <sub>3</sub> a la siembra (ppm)	37.0	4.6
humedad a la siembra (v/v)		

Además del cultivo anterior, la cantidad de rastrojo y la humedad del suelo en el momento de la siembra aparecen como las determinantes de la calidad de siembra. Mientras que en el primer la humedad sería adecuada para la siembra con rastrojo en superficie, en el segundo fue excesiva. La existencia de lluvias en los 15 días siguientes fue determinante del resultado final.

### Efecto de la fertilización nitrogenada en el surco

La fertilización nitrogenada afectó significativamente la implantación del girasol. La dosis equivalente a 40 kg de N/ha redujo la emergencia de plantas, a casi un 50 % del obtenido en el tratamiento testigo.

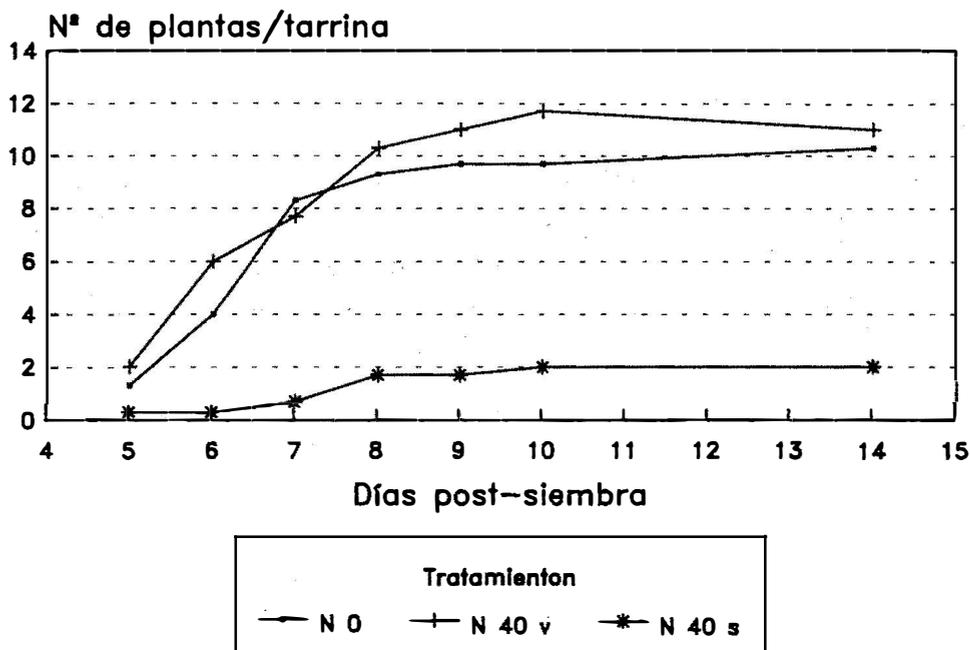


Figura 8: Evolución de la emergencia según fertilización nitrogenada.

Dada la magnitud e importancia de estos resultados, se realizó un experimento adicional con el objetivo de aislar el efecto dosis de la localización

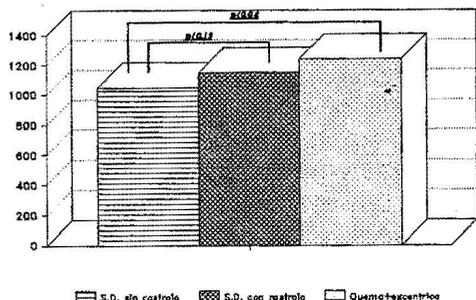
Los resultados confirman que la aplicación del fertilizante nitrogenado en el surco, junto a la semilla provoca un microambiente desfavorable para la emergencia del girasol (20) evitándose con la aplicación al voleo.

la implantación del cultivo en cada año y la importancia que esto tiene sobre el rendimiento final del cultivo de girasol, el manejo del rastrojo determinó un comportamiento diferencial según el año.

En el primer experimento existieron diferencias significativa ( $P \leq 0.05$ ) 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 ( $Pr \leq 0.1$ ) a ser mayor el rendimiento cuando se sembró con rastrojo (Figura 11).

### Rendimiento en grano

Dado el efecto que los tratamientos tuvieron sobre



\* Probabilidad de que el contraste sea igual

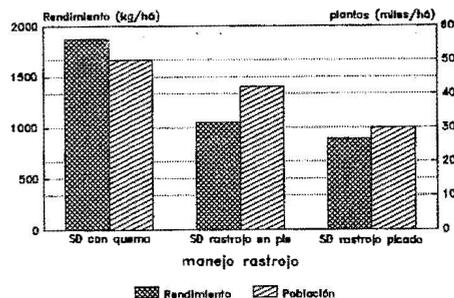


Figura 9: Contrastes de rendimiento entre laboreo y SD sin rastrojo; entre SD con y sin rastrojo.

En el segundo año, no fue posible la comparación entre manejos de rastrojo porque las diferencias en el número de plantas entre los tratamientos no permite corregir los datos por población, siendo esta la determinante de las diferencias observadas en rendimiento en grano.

No existió respuesta diferencial al nitrógeno a la siembra, pero cabe aclarar que el escaso número de plantas por parcela logrado en los manejos con rastrojo en superficie no permite extrapolar estos resultados a un cultivo con una población de plantas normal.

#### **IV.B.5- Porcentaje de aceite en grano**

El manejo del rastrojo afectó al porcentaje de aceite en granos, siendo el tratamiento con quema significativamente menor que los tratamientos con rastrojo en superficie, tanto para el total de la parcela como para el grano obtenido de 5 plantas en competencia perfecta.

CUADRO 8: Tabla de medias del porcentaje de aceite en grano, según manejo del rastrojo

F. de V.	QUEMA	PIE	PICADO
Muestra	43.58 <sup>b</sup>	46.70 <sup>a</sup>	47.28 <sup>a</sup>
Parcela	43.15 <sup>b</sup>	45.31 <sup>a</sup>	46.88 <sup>a</sup>

(<sup>a</sup>) Valores de la misma línea con distinta letra difieren al 5 %.

Estos resultados están inversamente relacionados al rendimiento en grano obtenido lo cual es coincidente con la información nacional disponible y aparece como la explicación a los mismos (11; 17)

#### **CONCLUSIONES**

- El manejo del rastrojo afectó la temperatura del suelo, siendo la misma mayor cuando el rastrojo fue quemado. La temperatura mostró una tendencia a ser menos variable en el tratamiento con rastrojo picado, lo que indica un efecto estabilizador del mismo en relación al rastrojo en pie.

- El rastrojo en superficie (en pie o picado) permitió una mayor conservación de la humedad del suelo que la quema del mismo, ocurriendo esto tanto a 10 cm como a 15 cm de profundidad.

- El laboreo o no del suelo y el manejo de rastrojo, afectaron la temperatura del suelo en forma diferencial. Los tratamientos con rastrojo en superficie tienen temperatura más bajas; llegando a 4,4 grados centígrados menos que 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 superficie tienen una menor amplitud térmica. El rastrojo en superficie tiene más influencia sobre la temperatura del suelo que el movimiento de este mediante el laboreo.

- En siembra directa se cuantificó un mayor porcentaje de humedad que los tratamientos laboreados. También se pudo confirmar que el rastrojo tiene efecto sobre el secado del suelo, pues los tratamientos con más cantidad de rastrojo en superficie conservaron la humedad por más tiempo, aunque no evitaron el secado cuando las lluvias se demoraron.

- No se detectó efecto de método de siembra ni de manejo del rastrojo en el nivel de N-NO<sub>3</sub> del suelo; posiblemente por la época del año. Las variaciones registradas estuvieron por encima del nivel crítico de respuesta.

- Con respecto a la implantación del cultivo el efecto del rastrojo en superficie dependería de las condiciones de siembra. Cuando la misma se realiza con un contenido de humedad del suelo tal que permita el corte del rastrojo, que éste no sea introducido en el surco de siembra, el efecto sería positivo al disminuir la tasa de pérdida de agua. En tanto, en condiciones de suelo mojado, donde el rastrojo no es cortado por los discos, el rastrojo interfiere provocando una reducción del número de plantas logradas.

- El desarrollo del cultivo no se vio afectado por la presencia o no del rastrojo.

- El efecto del manejo del rastrojo sobre el rendimiento en grano estuvo directamente asociado al efecto sobre la implantación, por lo que ésta aparece como la etapa crítica sobre la cual se debe continuar trabajando.

**Bibliografía.**

1. AL-DARBY, A. M. and LOWERY, B. 1967. Seed zone soil temperature and early corn growth with three conservation systems. *Soil Science American Journal* 51:768-774.
2. 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.
3. BARREIRO, B.; MAZZILLI, A. 1994. Evaluación del primer año de una rotación agrícola con siembra directa en dos suelos. Facultad de Agronomía. Tesis Ing. Agrónomo. Montevideo. Facultad de Agronomía. p.
4. BOND, J. J. and WILLIAMS, W. O. 1971. Soil water evaporation: Long term drying as influenced by surface residue and evaporation potential. *Science Society American Proceedings* 35:984-987.
5. ELLIOT, L. F.; McCALLA, T. M. and WAIS, J. R. 1976. Phytotoxicity associated with residue management. In Symposium American Soc. Agronomy (Houston, Texas, Nov. 28-Dec. 3, 1976). *Crop Residue Management systems*. Madison, Wisconsin, A.S.A., C.S.S.A., S.S.S.A. p 131-146.
6. FERRERIS, R. 1992. Seeded factors affecting establishment of summer crops in a Vertisol. *Soil Tillage Research* 23:1-25
7. FORTIN, M. C. and PIERCE, F. J. 1990. Developmental and growth effects of crop residues on corn. *Agronomy Journal* 82:710-715.
8. \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_. 1991. Retardation of Corn vegetative development. *Agronomy Journal* 83:258-263.
9. \_\_\_\_\_. 1993. Soil temperature, soil water, and no till corn development following in row residue removal. *Agronomy Journal* 85:571-576.
10. \_\_\_\_\_, and HAMILL, A. S. 1994. Rye residue geometry for faster Corn development. *Agronomy Journal* 86:238-243.
11. GIMENEZ, A.; RESTAINO, E. 1994. Girasol y Soja. Boletín de divulgación N°47. INIA. pp 1-98.
12. 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 yield of Corn on five Indiana soils. *Agronomy Journal* 65:321-326.
13. GUPTA, S. C.; LARSON, W. E. and ALLMARAS, R. R. 1984. Predicting soil temperature and soil heat flux under different tillage surface residue conditions. *Soil Science Society American Journal* 48:223-232.
14. 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.
15. Hill, M.; Marquz, A.; Puchcarulv, K. 1993. Efecto residual del manejo de cebada y trigo en la disponibilidad de nitratos, agua y en malezamiento para el cultivo de girasol de segunda. Tesis Ing. Agr. Facultad de Agronomía. Montevideo. Uruguay
16. KIMBER, R. W. L. 1967. Phytotoxicity from plant residues the influence of rotted wheat straw on seedling growth. *Australian Journal Agriculture* 18:361-374.
17. NIELSEN, D. C. and HALVORSON, A. D. 1991. Nitrogen fertility influence on water stress and yield of winter wheat. *Agronomy Journal* 83:1065-1070.
18. 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.
19. 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.
20. PEREZ GOMAR, E.; GARCIA PRECHAQ, F. 1993. Manejo de Suelos Arenosos en Tacuarembó. INIA. Serie Técnica N° 33. 22p.
21. UNGER, P. W. 1978. Straw mulch effects on soil temperatures and Sorghum germination and growth. *Agronomy Journal* 70:858-864.
22. WILHELM, W. W.; DORAN, J. W. and POWER, J. F. 1986. Corn and soybean yield response to crop residue management under no-tillage production systems. *Agronomy Journal* 78:184-189.