

UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA

FACULTAD DE AGRONOMIA

SISTEMAS DE LABOREO Y LOCALIZACION DEL NITROGENO EN MAIZ

por

LUIS E. ALTEZOR RAIZ

JOSE E. GAGO PRITSCH

Tesis presentada como uno de los requisitos
para obtener el título de Ingeniero Agrónomo.
(Orientación Agrícola Ganadera)

MONTEVIDEO

URUGUAY

1989

TESIS APROBADA POR:

Director: Deilorenzo Carballeira
Nombre completo y firma

Diego Falcón
Nombre completo y firma

José M. La Cruz
Nombre completo y firma

Fecha: _____

Autores: _____

AGRADECIMIENTOS.

Al director de la presente tesis, Ing. Agr. (M.Sc.) Fernando García, por su colaboración, orientación y estímulo durante su realización.

Al personal no técnico de la Estación Experimental de la DUMA, Aguas Blancas, Lavalleja.

A la Ing. Agr. Cristina Agorio por su colaboración en la etapa de procesamiento y realización del análisis estadístico.

A los integrantes de la biblioteca de la Facultad Agronomía, Montevideo.

A la Dirección de Uso y Manejo del Agua (DUMA), que permitió la realización del presente trabajo y facilitó todos los elementos necesarios para su culminación.

A todos aquellos que de una u otra manera colaboraron en la realización de este ensayo.

INDICE

	PAG.
PAGINA DE APROBACION	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES	iv
 I. INTRODUCCION	1
II. MATERIALES Y METODOS	5
PARCELAS GRANDES	
PARCELAS CHICAS	
SIEMBRA	
FERTILIZACION	
CONTROL DE MALEZAS	
MEDICIONES EFECTUADAS	
1- MEDIDAS DE CRECIMIENTO	7
1.1- EVOLUCION DEL INDICE DE AREA FOLIAR	
1.2- ALTURA DE PLANTA	
1.3- PORCENTAJE DE PLANTAS EN ANTESIS	
1.4- NUMERO DE MAZORCAS POR PLANTAS	
1.5- PORCENTAJE DE CHOCLOS ABORTADOS	
2- INCIDENCIA DE MALEZAS	8
3- EVOLUCION DEL CONTENIDO DE AGUA EN EL SUELO	9
4- POBLACION DE PLANTAS	10
5- PORCENTAJE DE NITROGENO COSECHADO EN GRANO, MATERIA SECA, TOTAL	10
6- RENDIMIENTO EN GRANO	10
6.1- RENDIMIENTO REAL EN GRANO CON 15 % DE HUMEDAD	
6.2- RENDIMIENTO POTENCIAL EN GRANO CON 15 % DE HUMEDAD	
7- RENDIMIENTO EN MATERIA SECA A 60 GRADOS DE ESTUFA	11
ANALISIS ESTADISTICO	
III. RESULTADOS Y DISCUSION	13
1- RENDIMIENTO EN GRANO	13
2- RENDIMIENTO DE MATERIA SECA - CHALA	19
3- POBLACION	19
4- MALEZAS	22
5- MEDIDAS EFECTUADAS EN EL CICLO DEL CULTIVO	28
AGUA EN EL SUELO	38
7- NITROGENO EXTRAIDO POR LA PLANTA	43
6- DISCUSION GENERAL DE LOS RESULTADOS	465

V. RESUMEN	51
VI. APENDICE	92
VII. ANEXO : REVISION BIBLIOGRAFICA.....	53
A- EFECTO DEL SISTEMA DE LABOREO SOBRE LAS PROPIEDADEES DEL SUELO.....	58
B- EFECTO DEL SISTEMA DE LABOREO SOBRE EL CRECIMIENTO DE LAS PLANTAS	74
C- CONTROL DE MALEZAS.....	75
D- EFECTO DE LA FORCLACION SOBRE LOS RENDIMIENTOS....	78
E- IMPORTANCIA DE LA DISPONIBILIDAD DE AGUA EN EL SUELO.....	81
F- EXTRACCION DE NITROGENO POR EL CULTIVO DE MAIZ...	89
VIII. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA.....	160

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Quadro No	Pág.
1 Retrospectiva del área sembrada. producción y rendimiento desde el año agrícola 1977/78 a 1986/87.....	1
2 Rendimiento real en grano con 15 % de humedad (tt/há).....	15
3 Número de choclo por planta.....	17
4 Porcentaje de choclos abortados.....	17
5 Rendimiento de materia seca - chala (tt/há).....	20
6 Peso seco de restos secos (g/0.5 m ²).....	24
7 Porcentaje de incidencia de gramíneas anuales.....	25
8 Índice de área foliar 07.12.86.....	32
9 Índice de área foliar 30.12.86.....	32
10 Índice de área foliar 13-16.01.87.....	33
11 Índice de área foliar 29.01.87 - 03.02.87	33
12 Altura de planta 07.12.86.....	34
13 Altura de planta 13-16.01.87	34

14	Altura de planta 29.01.87-03.02.87.....	34
15	Porcentaje de plantas en antesis 13-16.01.87.....	36
16	Porcentaje de plantas en antesis 29.01.87-03.02.87	36
17	Número de mazorcas por plantas 13-16.01.87.....	37
18	Número de mazorcas por plantas 29.01.87-03.02.87	
19	Nitrógeno extraído por el grano (kg/há).....	44
20	Nitrógeno extraído por la parte vegetativa (kg/há).....	45
21	Total de nitrógeno extraído (kg/há).....	45
22	ANOVA: Rendimiento real en grano con 15 % de humedad.....	103
23	ANOVA: Rendimiento potencial en grano con 15 % de humedad.	104
24	ANOVA: Número de choclos por planta.....	105
25	ANOVA: Porcentaje de choclos abortados.....	106
26	ANOVA: Rendimiento de materia seca - chala.....	107
27	ANOVA: Población final de plantas a cosecha.....	108
28	ANOVA: Peso seco de restos secos.....	109
29	ANOVA: Peso seco de parte verde de malezas.....	110
30	ANOVA: Porcentaje de incidencia de Avena sp.....	111
31	ANOVA: Porcentaje de incidencia de gramíneas anuales.....	112
32	ANOVA: Índice de área foliar 07.12.86.....	113
33	ANOVA: Índice de área foliar 30.12.86.....	114
34	ANOVA: Índice de área foliar 13-16.01.87.....	115
35	ANOVA: Índice de área foliar 29.01.87 - 03.02.87	116
36	ANOVA: Altura de planta 07.12.86.....	117
37	ANOVA: Altura de planta 13-16.01.87	118
38	ANOVA: Altura de planta 29.01.87-03.02.87	119
39	ANOVA: Porcentaje de plantas en antesis 13-16.01.87... ..	120

40 ANOVA: Porcentaje de plantas en antesis 29.01.87-03.02.87...	121
41 ANOVA: Número de mazorcas por planta 13-16.01.87.....	122
42 ANOVA: Número de mazorcas por planta 29.01.87-03.02.87.....	123
43 ANOVA: Nitrógeno extraído por el grano.....	124
44 ANOVA: Nitrogeno extraído por la chala.....	125
45 ANOVA: Nitrógeno total extraído.....	126

Figura No	Pág.
1 Rendimiento potencial en grano con 15 % de humedad (tt/há).....	16
2 Porcentaje de choclos abortados.....	17
3 Población final de plantas (miles de plantas por há).....	21
4 Peso seco de parte verde de malezas (g MS/0.5 m ²).....	26
5 Porcentaje de Avena rebrotada.....	27
6 Variación del contenido de agua en el suelo en el período 03.12.86-07.01.87	41
7 Variación del contenido de agua en el suelo en el período 07.01.87-21.01.87	42
8 Correlación de la densidad de plantas con el rendimiento y peso de espiga.....	79
9 Humedad estacional del suelo para los 23 cm de profundidad bajo no laboreo y laboreo convencional en producción de maíz.....	87

Gráfica No.	Pág.
1 Evolución del Índice de Area Foliar por tratamiento de laboreo.....	30
2 Evolución del Índice de Area Foliar por tratamiento de nitrógeno.....	31
3 Contenido de agua en el suelo de 0 - 20 cm de prof. (Nv)	93

4	"	0	20	"	(Nb)... 94
5	"	20	40	"	(Nv)... 95
6	"	20	40	"	(Nb)... 96
7	"	40	60	"	(Nv) 97
8	"	40	60	"	(Nb)... 98
9	"	60	80	"	(Nv)... 99
10	"	60	80	"	(Nb)... 100
11	"	80	100	"	(Nv)... 101
12	"	80	100	"	(Nb)... 102

I- INTRODUCCION

El maíz es el cereal más eficiente en convertir luz, anhídrido carbónico, agua y nutrientes en alimento.

El uso principal que se le da a este cultivo es la alimentación animal, tanto para obtener leche, carne, huevos como otros productos.

En base al área cultivada y al total de producción ocupa el tercer lugar en el mundo después del trigo y el arroz.

El principal productor mundial de maíz es Estados Unidos con un 50% de la producción mundial y con una participación del 80% en el volumen de las exportaciones, lo cual genera su influencia en la fijación del precio internacional.

A nivel nacional se nota un marcado estancamiento desde principios de siglo. Para los últimos diez años ha habido una disminución del área sembrada y de la producción sin que se produzcan grandes cambios en los rendimientos por hectárea (Cuadro 1, DIEA-MGAP; 1988).

Cuadro 1- RETROSPECTIVA DEL AREA SEMBRADA, PRODUCCION Y RENDIMIENTO DESDE EL AÑO AGRICOLA 1977/78 A 1986/87.

AÑO AGRICOLA	AREA SEMBRADA (hás)	PRODUCCION (Tons.)	RENDIMIENTO (Kg/há)
1977/78	178143	171669	964
1978/79	131097	70922	541
1979/80 (1)	144649	125624	870
1980/81	146202	187780	1237
1981/82	94948	97324	1025
1982/83	93094	103710	1114
1983/84	85996	111813	1300
1984/85	97878	107979	1103
1985/86	76262	103000	1351
1986/87	87510	103699	1165
PROMEDIO	113578	117672	1333

Fuente: DIEA-MGAP; 1988

(1) Información registrada del Censo General Agropecuario, 1980.

La explicación a esto, puede ser debida a una alta dependencia climática del cultivo (agua), a un bajo nivel tecnológico y también al uso final que se le da a el cultivo (autoconsumo).

Como una forma de solucionar estas causas determinantes de los bajos rendimientos, ciertas prácticas de manejo como ser la preparación de la sementera, control de malezas, fertilización y otras, llevan a la búsqueda de la tecnología que permita elevar los rendimientos.

La práctica de la preparación de la sementera o laboreo es definida en forma similar por varios autores; así por ejemplo Yoder R. E. (1937) la define como cualquier manipulación mecánica del suelo que es utilizada para mantener, modificar o promover cambios en la estructura del suelo y en un adecuado medio ambiente en donde pueda crecer el cultivo.

Una excesiva preparación de la sementera puede ser contraproducente, ya que facilitaría la formación de un encostramiento del suelo por efecto de las lluvias, lo que promovería el arrastre y aumentaría el riesgo de erosión (Aldrich S.; 1974).

Mientras que la siembra directa en la huella sobre suelo arado ofrece una serie de ventajas como permitir un ahorro de trabajo, conservar el mullido del suelo y favorecer la infiltración del agua, además se reduce el arrastre y la erosión del suelo. Este sistema de laboreo permite realizar un control de malezas anuales, ya que sus semillas no pueden germinar porque la tierra queda demasiada suelta entre los surcos (Aldrich S.; 1974).

El momento más crítico de competencia por malezas para el cultivo, abarca desde la germinación hasta el comienzo de la etapa reproductiva (Amezaga y Mattiauda; 1984). La determinación de este periodo es muy importante debido a que podemos establecer cual es el momento adecuado para la aplicación de los diferentes métodos de control.

En un cultivo en hilera la localización del fertilizante nitrogenado debajo de las plantas y no en toda la superficie, puede tener efectos benéficos ya que la zona de la entrefila tiende en primer lugar a ser explorada por malezas, si el control de las mismas no es perfecto como ocurre en el común de los casos.

Russell (1977) sugiere que las raíces de las plantas

tienden a proliferar y a tener más actividad en las zonas del perfil del suelo con mejores condiciones ambientales.

Recientemente Garcia et al (1988) encontraron una mayor eficiencia de utilización del nitrógeno aplicado (50 kg/há) debajo de la planta que en las entrefilas en los 26 días de crecimiento postemergencia. Esto es coincidente con lo ultimamente probado por Locke y Hons sobre un cultivo de sorgo, donde se encontró mayores rendimientos y mayor eficiencia de uso del nitrógeno aplicado en bandas que al voleo tanto en sistemas de no laboreo como en laboreo convencional.

Investigaciones realizadas en IOWA-USA, 1985; revelan que bajo condiciones de campo solo el 20 % aproximadamente del nitrógeno aplicado es recogido en la cosecha y el resto se pierde en el ambiente (Blackmer, 1985; citado por Cruse R.M 1985).

El aprovechamiento de agua por la planta está en relación directa con el potencial productivo del germoplasma, densidad de siembra, fertilización, control de malezas y presencia de residuos de cosecha sobre la superficie del suelo.

Mediante los distintos sistemas de laboreo se puede lograr una mejor infiltración y almacenamiento de agua y reducir el escurrimiento superficial, de forma tal de aumentar la eficiencia de uso del agua por las plantas en los momentos que más se necesitan.

La fertilización se traduce en que al haber un mayor desarrollo radicular, se aumenta la eficiencia del uso del agua y de la absorción de los nutrientes; en la medida que las condiciones del suelo así lo permitan.

Este trabajo es la continuación de tres años de experimentación de diferentes combinaciones de laboreo primario y secundario y su interacción con la fertilización nitrogenada, en un sistema de producción maíz-avena para corte en doble cultivo.

Los resultados de esos años indicaron la importancia de la realización del laboreo primario, pero se vió que las alternativas de laboreo reducido (cincel-disquera, arado y siembra en la huella) eran promisorias (Garcia, Cardellino y Pannone; 1988).

En base a ello los objetivos del presente trabajo son los siguientes:

1- Comparar distintas alternativas de laboreo (convencional, cincel, convencional con camellones y arado - siembra), a los efectos de comparar el laboreo reducido para el maíz frente al laboreo convencional.

2- Se busca estudiar con atención la incidencia de los sistemas de laboreos probados sobre la dinámica del agua y su utilización por parte del cultivo.

3- Estudiar el efecto de la forma de aplicar el fertilizante nitrogenado (al voleo y localizado en bandas), y las posibles interacciones entre los distintos sistemas de laboreo con la misma.

II- MATERIALES Y METODOS

El ensayo fue realizado durante el ciclo agrícola 1986/87 sobre un Brunosol éutrico típico de la Unidad Valle Aicué (Carta de Reconocimiento de Suelos del Uruguay; DSF-MBAP), ubicado en la Unidad Experimental de la Dirección de Uso y Manejo del Agua (DUMA) en Aguas Blancas, Lavallée. Antes de este ensayo el suelo estuvo bajo cultivo por cinco años, luego de más de 20 años como campo natural.

El sistema de cultivos fue maíz en seco con avena para corte como cobertura de invierno; la última avena fue cortada el 12/9/86 retirándose el rastrojo del campo. Secuencialmente se comenzó con las operaciones de laboreo para el cultivo de maíz.

El diseño experimental fue factorial en parcelas divididas en cinco bloques al azar. Las parcelas grandes correspondieron a los laboreos, y las parcelas chicas a los tratamientos de fertilización nitrogenada.

PARCELAS GRANDES

1- LABOREO CONVENCIONAL:

Fue realizado con un arado de discos, terminándose el laboreo primario el 22/9/86. Posteriormente como laboreo secundario se pasaron dos veces la rastra de dientes.

2- LABOREO CINCEL:

Una vez que el verdeo (avena) fue retirado se comenzó la arada con el arado de cincel (dos pasadas cruzadas a 45 grados), terminando dicha operación el 16/9/86. Luego se pasó una disquera y una rastra.

3- LABOREO CONVENCIONAL ENCAMELLONADO:

El laboreo realizado fue el mismo que el laboreo convencional, con la excepción de que aquí el 3/12/66 se procedió al levantamiento de los camellones (aporcados).

4- LABOREO ARADO - SIEMBRA:

Luego de la arada se procede a la siembra directa en la huella de la rueda del tractor.

PARCELAS CHICAS

Los tratamientos consistieron en comparar dos formas diferentes de fertilización nitrogenada frente a un testigo sin fertilización nitrogenada.

- 1- No aplicación de nitrógeno (No)
- 2- Aplicación al voleo de 100 kg de N/há (Nv)
- 3- Aplicación en bandas junto al fósforo de 100 kg de N/há (Nb)

SIEMBRA

Se procedió a la siembra el día 27/10/86 mediante una sembradora convencional de dos cuerpos.

El híbrido de maíz usado fue CARGILL RECORD 156.

FERTILIZACION

La misma consistió en la aplicación a todo el experimento de 100 kg de P₂O₅ /há en bandas como superfosfato. El fertilizante nitrogenado usado fue urea.

Esta práctica de manejo del cultivo fue realizada conjuntamente con la siembra.

CONTROL DE MALEZAS

Se aplicó atrazina en postemergencia a razón de 100 cc/10 l de agua cubriendo 77 m², el día 14/11/86; siendo dicha aplicación tardía y no teniendo mucho efecto en el control de malezas.

Se realizó un control mecánico de las malezas a través

del pasaje de un carpidor sobre todas las parcelas, excepto en las de arado-siembra que solo recibió control químico de las malezas.

MEDICIONES EFECTUADAS

Estas mediciones fueron: evolución del índice de área foliar (IAF); altura de planta; incidencia de malezas; evolución del agua en el suelo; porcentaje de plantas en antesis, en fechas determinadas; número de mazorcas por planta; población final a la cosecha; nitrógeno cosechado y finalmente los rendimientos reales y potenciales en grano corregidos al 15 % de humedad, y rendimiento de materia seca.

1- MEDIDAS DE CRECIMIENTO

1.1- EVOLUCION DEL INDICE DE AREA FOLIAR (IAF)

Este índice se midió en tres de las cinco repeticiones, aunque en las dos últimas fechas se midió en una repetición más. La medición se realizó cuatro veces a lo largo del ciclo del cultivo en las siguientes fechas: 7/12/86; 30/12/86; 13-16/1/87; y entre el 29/1/-3/2/87.

La metodología seguida para medir este índice consistió en tomar tres plantas representativas de cada parcela en los bloques en que se midió el IAF. A cada planta se le midió el largo y el ancho máximo de cada hoja. A este producto se lo corrigió por un factor 0,75 de acuerdo con Nuñez y Kamprath (1969) citados por Ferres y Malet (1982); de esa forma se obtuvieron los metros cuadrados de área foliar de cada planta; luego se realizó el promedio del área foliar por planta de la parcela.

Al área foliar por planta de cada parcela se la multiplicó por el número de plantas a la cosecha del cultivo y se dividió ese producto por la superficie de cosecha para obtener así el índice de área foliar.

$$IAF = \frac{m^2 \text{ AF/planta} \times \text{número de plantas a cosecha}}{m^2 \text{ cosechados}}$$

1.2- ALTURA DE PLANTA

La medición de la altura de planta se realizó sobre las mismas plantas escogidas para medir el índice de área foliar en las mismas parcelas y en las mismas repeticiones.

La metodología empleada consistió en medir la altura desde el suelo a la punta de la hoja más alta totalmente desplegada.

Las fechas de mediciones fueron las mismas que para el IAF, excepto la del 30/12/86 en que este parámetro no fue medido.

1.3- PORCENTAJE DE PLANTAS EN ANTESIS

Al igual que en los puntos anteriores este porcentaje se midió en las mismas repeticiones y en las fechas que corresponderían a la etapa reproductiva: 13-16/1/87 y 29/1/ -3/2/87.

Para su determinación se procedió a contar las plantas que presentaban antesis en una hilera representativa de la parcela de las repeticiones medidas.

1.4- NUMERO DE MAZORCAS POR PLANTA

Su determinación coincidió con las mediciones del parámetro anterior, o sea en las mismas fechas y en las mismas repeticiones.

Para la forma de cálculo del número de mazorca por planta se procedió a contar el número de mazorcas en la hilera seleccionada de cada parcela y se lo dividió por el número de plantas totales en esa hilera.

1.5- PORCENTAJE DE CHOCLOS ABORTADOS

Este porcentaje fue medido para todas las parcelas de las cinco repeticiones una vez efectuada la cosecha.

Una vez realizada la misma, se procedió a separar aquellos choclos que presentaban granos abortados, los cuales fueron contados, y en función de todos los choclos cosechados se calculó el porcentaje de choclos abortados.

2- INCIDENCIA DE MALEZAS

La medición de la presencia de malezas se realizó una vez sola en el inicio del cultivo el día 21/11/86 en todas

las parcelas de las cinco repeticiones, previo al control mecánico.

El procedimiento seguido fue cortando las malezas y los restos secos presentes en una superficie de 0,5 m². Posteriormente se pesaron y se secaron a estufa para así obtener el peso seco de las malezas y los restos secos.

El espectro de malezas incluye a gramíneas como por ejemplo Avena sp.; Lolium multiflorum (raigrass); Digitaria sanguinalis (pasto blanco); Paspalum dilatatum (pasto miel o pasto azul); Cynodon dactylon (gramilla); etc.; y otras no gramíneas que incluyen algunas leguminosas como Medicago polymorpha (trébol carretilla), y otras como ser borraja, apio, enredadera, etc.

Para el análisis estadístico se tomaron en cuenta el peso seco de restos secos; peso seco de la parte verde de malezas, o sea toda maleza que se encontró en estado vegetativo en el momento de la medición; el porcentaje de incidencia de avena rebrotada y de gramíneas anuales (raigrass y pasto blanco).

Para el cálculo de los porcentajes se tomó como el cien por ciento al peso fresco de malezas y de ahí se halló que porcentaje correspondía al peso fresco de la especie en cuestión.

Peso fresco del total de malezas/0,5 m² -----100%

Peso fresco de Avena rebrotada/0,5 m² ----- X

Gramíneas anuales/0,5 m²

3- EVOLUCION DEL CONTENIDO DE AGUA DEL SUELO

La medición semanal del contenido de agua en el suelo se efectuó con sonda de neutrones (García F. et al, 1981) en todas las parcelas de tres de las cinco repeticiones del ensayo. No se tomaron datos de las parcelas chicas sin nitrógeno (No).

A cada parcela chica con nitrógeno (al voleo y en bandas) se le colocaron tubos de acceso de 120 cm.

La fecha de comienzo de las mediciones fue el día 3/12/86 y prosiguió hasta el 28/1/87.

Los rangos de profundidad a que se efectuaron las medidas fueron los siguientes: 0-20; 20-40; 40-60; 60-80; 80-100 cm.

4- POBLACION DE PLANTAS (miles de pl/há)

El conteo de plantas se realizó a la fecha de cosecha (fines de marzo de 1967), contando el número de tocos que quedaron luego de cortadas las plantas. Se midió en todas las parcelas del ensayo.

La metodología de cálculo fue la siguiente: una vez contado el número de tocos a la cosecha en las cuatro hileras centrales de cada parcela, se lo dividió por los metros cuadrados cosechados y a ese cociente se lo multiplicó por 10000 m² que representan una hectárea.

$$\text{Miles de pl/há} = \frac{\text{número de tocos a la cosecha.}}{\text{m}^2 \text{ cosechados}}$$

Los metros cuadrados cosechados se obtuvieron mediante el producto de las cuatro hileras centrales por la trocha de la sembradora (0,82 m) y por el largo de la parcela (10 m); el resultado del producto fue 32,8 m².

5- PORCENTAJE DE NITROGENO COSECHADO EN GRANO, MATERIA SECA Y TOTAL.

Para la medición del nitrógeno cosechado en el grano se tomaron muestras de cada parcela de todas las repeticiones cuando se hizo la cosecha. Esas muestras fueron secadas a estufa a 60 grados, y luego se molieron para ser sometidas al análisis químico en la Dirección de Suelos y Fertilizantes del MGAP.

En el caso de la materia seca (chala) se tomaron tres plantas de cada parcela y en todas las repeticiones en el momento de la cosecha. Las mismas fueron picadas y secadas a estufa a 60 grados; posteriormente fueron molidas previo a enviarse al laboratorio junto con las muestras de grano molido.

6- RENDIMIENTO EN GRANO (Kg/há)

Para su determinación se cosecharon todos los choclos de las plantas presentes en el área de cosecha. A los mismos se los clasificó en tres categorías, las cuales fueron: choclos sanos; choclos con granos abortados; y choclos dañados por pájaros o insectos.

De cada categoría se tomó una muestra representativa, la cual fue desgranada para saber el peso de granos y marlos de esa categoría.

Para determinar el porcentaje de humedad a cosecha se juntó una muestra de granos que incluía a todas las categorías de choclos cosechados; dicha muestra fue pesada y secada a estufa a 60 grados.

Con estos datos se procedió al cálculo del rendimiento en grano por parcela, el cual fue corregido al 15 % de humedad y llevado a una superficie de una hectárea.

6.1- RENDIMIENTO REAL EN GRANO AL 15 % DE HUMEDAD (KG/Ha)

La metodología de cálculo fue determinar para cada categoría de choclos la relación peso grano:peso marlo y con el peso total de choclos en cada categoría obtener el rendimiento en grano de cada parcela, expresándolo luego por hectárea.

Con el contenido de humedad en la cosecha, se procedió a corregir el rendimiento a 15 % de humedad.

6.2- RENDIMIENTO POTENCIAL EN GRANO AL 15 % DE HUMEDAD (KG/Ha)

Se calculó asumiendo que la categoría de choclos dañados por pájaros o insectos hubiera tenido la misma relación grano:marlo que los choclos sanos.

De esta manera, se incrementó el rendimiento real en función de la diferencia entre las relaciones grano:marlo de los choclos sanos y los atacados, para esta última categoría de choclos.

7- RENDIMIENTO EN MATERIA SECA A 60 GRADOS DE ESTUFA (KG/Ha)

A la cosecha se pesaron en el campo todas las plantas de cada parcela; dicho peso expresado en kilos fue llevado a una superficie de una hectárea para obtener los kilos por hectárea (kg/há) de materia fresca.

También a la cosecha y luego de pesadas todas las plantas cosechadas, se tomaron tres plantas las que se picaron, se pesaron y se secaron a estufa a 60° grados. Al cociente del peso seco y el peso fresco de esa muestra de cada parcela se lo multiplicó por los kilos por hectárea de materia fresca y se obtuvo el rendimiento de materia seca a 60° grados de estufa expresado en kg/há.

ANALISIS ESTADISTICO

Con las repeticiones consideradas en cada caso se realizaron los análisis de varianza, abriendo la suma de cuadrados de tratamientos de laboreo y fertilización nitrogenada, en contrastes independientes de un grado de libertad cada uno. Esto se realizó cuando el efecto principal tuvo una F_0 significativa a por lo menos 10 % de probabilidad de error de tipo I.

De no indicarse otra cosa, las diferencias a que se refiere el capítulo siguiente son estadísticamente significativas al 5%.

Al analizar los datos en porcentajes se hizo previamente la transformación: arco seno de la raíz cuadrada del porcentaje; para mejorar así el cumplimiento de las asunciones del ANOVA. Pero para que los valores presentados tengan sentido para el lector, las medidas se presentan sin la transformación mencionada anteriormente.

III- RESULTADOS Y DISCUSION

1- RENDIMIENTO EN GRANO (tt/Há)

1.1- RENDIMIENTO REAL EN GRANO CON 15 % DE HUMEDAD

De los valores promedios del rendimiento real en grano (Cuadro 2), se observa que entre los distintos sistemas de laboreo probados, existe una superioridad de los sistemas que tuvieron un mayor pasaje de herramientas frente al arado-siembra. También del mismo cuadro de valores se nota un efecto de la fertilización nitrogenada frente a la no aplicación.

De acuerdo a los contrastes de medias, entre los laboreos se destacó el convencional encamellonado, que fue superior al convencional sin camellones. Estos sistemas de laboreo fueron superiores al laboreo vertical (cincel). A su vez estos tres sistemas de laboreo fueron en promedio superiores al tratamiento arado-siembra.

Al realizar las comparaciones entre las formas de aplicación del nitrógeno, se encontró una diferencia significativa a favor de la aplicación en bandas comparada con la hecha al voleo.

1.2- RENDIMIENTO POTENCIAL EN GRANO CON 15 % DE HUMEDAD

En la figura 1 se observan las mismas tendencias que en el rendimiento real, con ligeras diferencias.

En primer lugar, se observan mayores rendimientos de los tratamientos convencional, cincel, y camellón frente al tratamiento arado-siembra; siendo esa diferencia muy significativa. También es significativa la diferencia entre los rendimientos potenciales de los laboreos convencional y camellón, donde este último mostró mayores rendimientos.

No se encontraron diferencias significativas cuando se compararon los laboreos cincel contra el convencional y camellón.

Ocorre que el error experimental de estimación de las medias de los rendimientos potenciales fue de 153,05 kg/há frente a 124,56 kg/há en el caso de los rendimientos reales. Al aumentar el error experimental, algunas comparaciones, como la que se discute, pierden significación estadística.

En segundo lugar, de la figura 1 se destaca una superioridad de la aplicación de nitrógeno que al compararla con la no aplicación la diferencia fue significativa. Asimismo dentro de las distintas formas de aplicación del nitrógeno (voleo y bandas) probadas, las diferencias fueron significativas a favor de la realizada en la hilera frente a la hecha al voleo.

En resumen, observando estos dos parámetros se nota similar tendencia en los rendimientos obtenidos en los distintos tratamientos. O sea que los laboreos tanto convencional como el encamellonado fueron los que mayores rendimientos tuvieron; a su vez los dos (convencional y camellón) junto al cincel fueron superiores al tratamiento arado-siembra, siendo esas diferencias significativas al 1 por ciento.

La diferencia que se nota entre estos parámetros es que al comparar el laboreo cincel contra el convencional y el camellón, solo hay diferencias en el rendimiento real en grano con 15 % de humedad, siendo, ésta muy significativa ($P < 0,01$); mientras que en el rendimiento potencial no es significativa.

Con respecto al nitrógeno, la única diferencia entre ambos rendimientos es en cuanto al nivel de significación estadística de las comparaciones realizadas (no aplicación vs. aplicación de nitrógeno); ya que en el rendimiento real de grano la diferencia es significativa al 1 %, mientras que en el rendimiento potencial solo lo fue al 5 %.

1.3- NUMERO DE CHOCLOS POR PLANTA

Las diferencias en el número de choclos por planta (Cuadro 3) estan explicadas por la aplicación de nitrógeno con un nivel de significación del 10 %.

Entre los distintos sistemas de laboreo no de obtuvieron diferencias significativas en este parámetro.

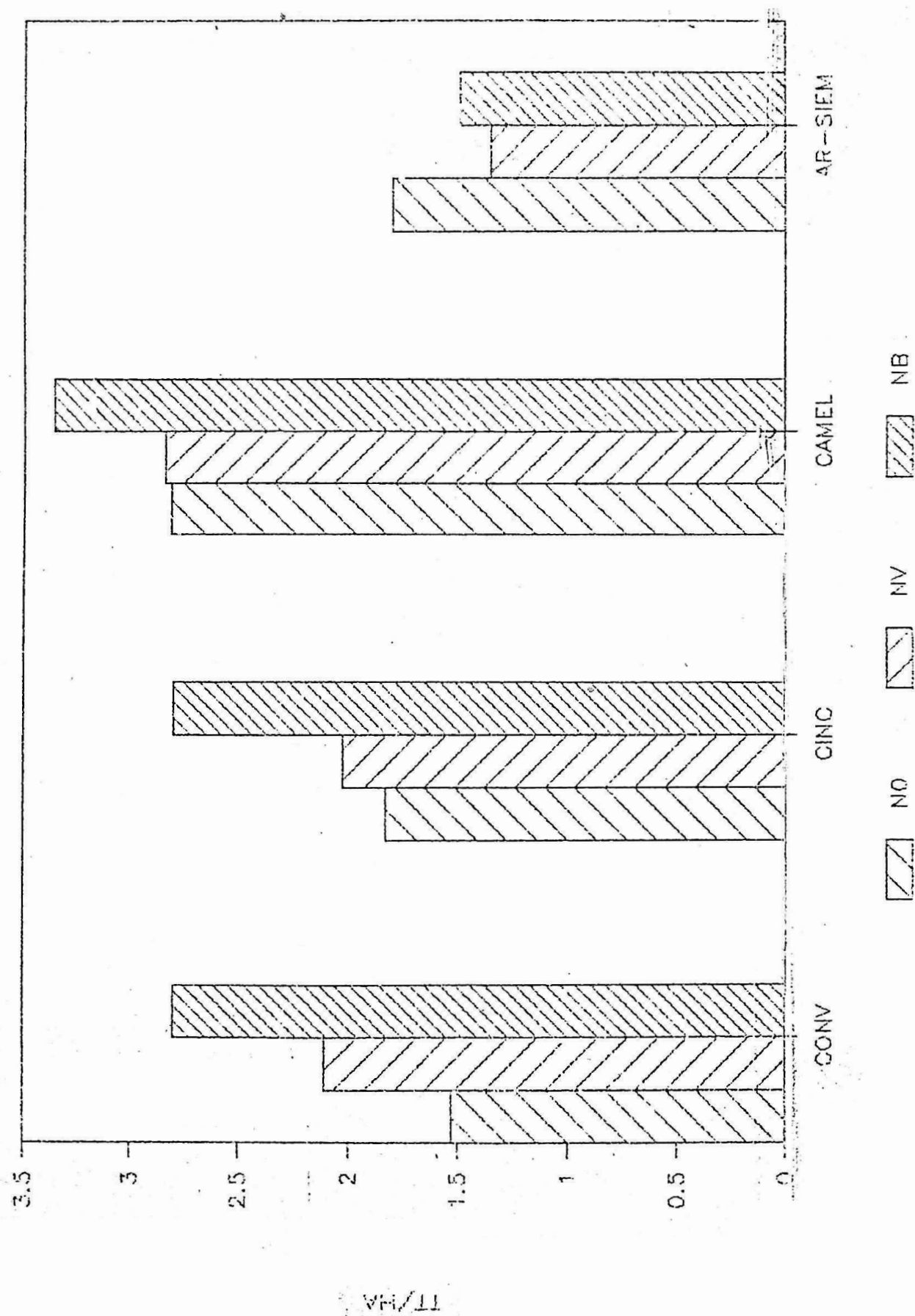
1.4- PORCENTAJE DE CHOCLOS ABORTADOS

En el cuadro 4 se muestra los valores promedios del porcentaje de choclos abortados. El nitrógeno y su forma de aplicación no tuvo efecto significativo sobre este

Cuadro 2. Rendimiento real en grano al 15 % de humedad (tt/ha)

	CONVEN.	CINCEL	CAMELLON	ARADO SIEMBRA	X
No	1.34	1.49	2.25	1.18	1.57
NV	1.94	1.60	2.42	1.26	1.80
NB	2.40	2.04	2.94	1.33	2.18
X	1.89	1.71	2.54	1.26	

FIG. 1 --- RENDIMIENTO POTENCIAL EN GRANO CON 15% DE HUMEDA



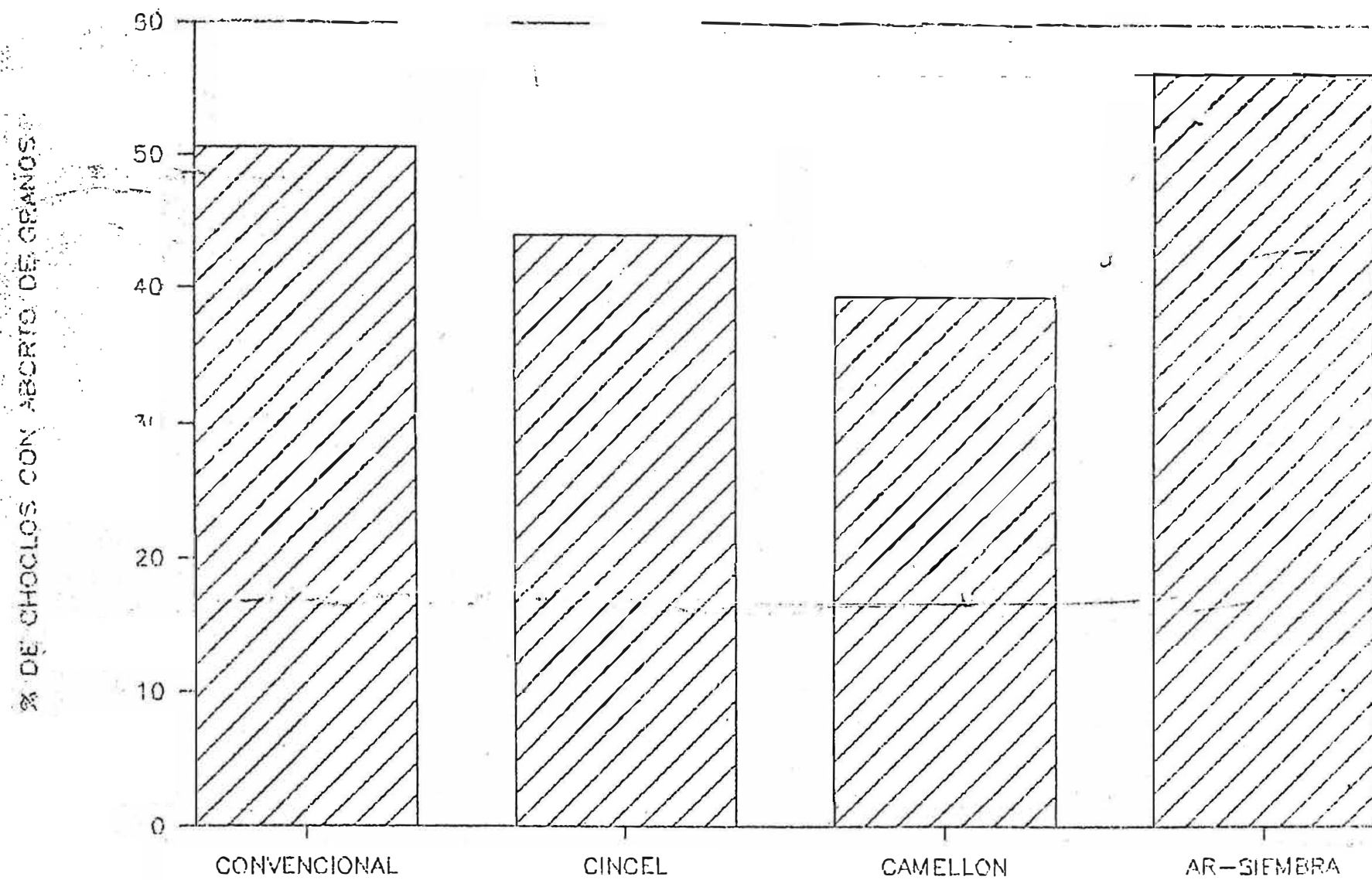
Cuadro 3. Número de choclos por planta

	CONVEN.	CINCEL	CAMELLON	ARADO SIEMBRA	X
No	0.908	0.910	0.914	0.913	0.911
Nv	0.931	0.951	0.934	0.915	0.932
Nb	0.948	1.096	0.944	0.951	0.985
X	0.929	0.985	0.930	0.926	

Cuadro 4. Porcentajes de choclos abortados

	CONVEN.	CINCEL	CAMELLON	ARADO SIEMBRA	X
No	62.84	44.51	35.42	54.06	49.20
Nv	47.38	47.84	39.71	59.82	48.68
Nb	41.45	39.56	42.98	55.02	44.75
X	50.55	43.97	39.37	56.30	

FIG. 2— PORCENTAJE DE CHOCLOS ABORTADOS



parámetro; aunque se observa cierta tendencia, especialmente a favor de la localización en bandas del nitrógeno.

Observando el mismo cuadro y la figura 2 se destacan las diferencias que se dieron entre los distintos sistemas de laboreo, donde el tratamiento arado-siembra fue el que tuvo mayor porcentaje de aborto; luego le siguen en orden decreciente el laboreo convencional, cincel y camellón.

Al realizar las comparaciones entre los laboreos cincel contra el convencional y el camellón, la misma no fue significativa. Pero al comparar el convencional y el camellón la diferencia fue significativa al 10 %.

2- RENDIMIENTO DE MATERIA SECA - CHALA (tt/há)

Los valores promedios obtenidos (Cuadro 5) muestran una superioridad de los laboreos convencionales y cincel frente al arado-siembra, siendo esa diferencia significativa al 1 %.

También son significativas las diferencias entre el laboreo vertical (cincel) y los laboreos convencionales, pero entre estos dos últimos no se encontraron diferencias significativas en el rendimiento de materia seca.

En lo referente al nitrógeno, las diferencias fueron a favor de la aplicación, pero entre las formas de aplicación (voleo y bandas) no se encontraron diferencias significativas.

3- POBLACION (Miles de plantas /há)

La población resulta un parámetro importante de manejo del cultivo debido a su influencia en el rendimiento final.

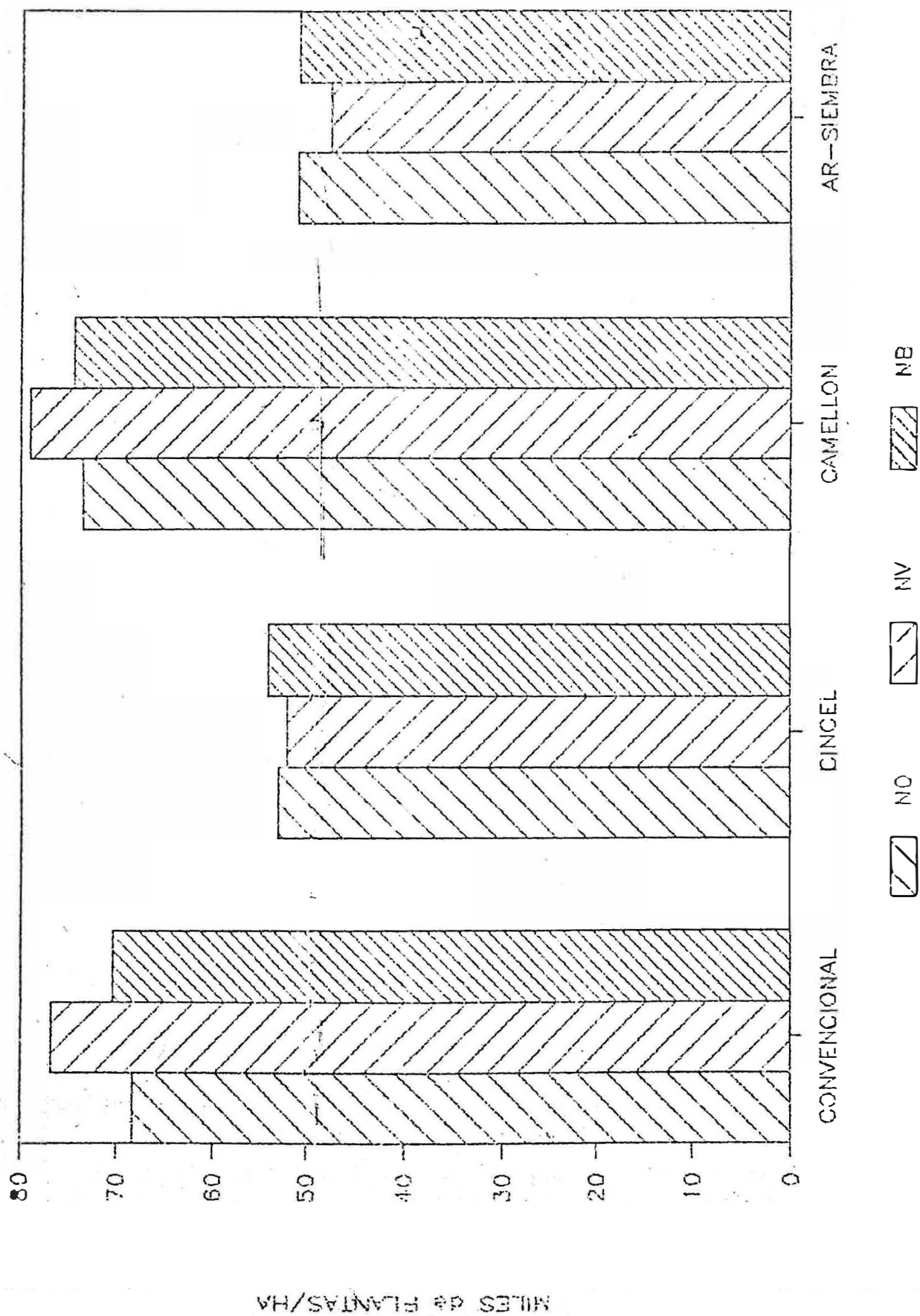
Se considera que una población óptima oscilaría en las 50000 y 60000 plantas/há, ya que poblaciones mayores si bien dan mayores rendimientos, también presentan mayores riesgos de obtener espigas muy pequeñas en especial en veranos secos (Fernández G., 1962).

De los valores promedios del número de miles de plantas por hectárea (Figura 3), entre laboreos se destaca que las

Cuadro 5. Rendimientos de materia seca chala (tt/ha)

	CONVEN.	CINCEL	CAMELLON	ARADO SIEMBRA	X
No	2.55	2.57	3.22	1.82	2.54
Nv	4.15	2.56	4.03	2.47	3.31
Nb	4.28	3.25	5.27	2.14	3.74
X	3.66	2.79	4.17	2.14	

FIG 5 POBLACION DE PLANTAS MILES DE PL / HA



poblaciones que más se aproximan al óptimo mencionado (50000-60000 pl/há), fueron los que tuvieron menores rendimiento en grano respecto a los laboreos convencionales que tuvieron mayores poblaciones y mayores rendimiento en grano.

De las poblaciones obtenidas en el ensayo podemos resaltar las diferencias significativas encontradas entre laboreos. Al hacer los contrastes entre los laboreos se destaca la superioridad de los laboreos convencionales y cincel con respecto al arado siembra ($P < 0,01$). Mientras que la diferencia encontrada entre los laboreos convencionales fue solo significativa al 5 % (Figura 3).

Con respecto a los tratamientos con nitrógeno no se encontraron diferencias estadísticamente significativas.

4- MALEZAS

La medición de las malezas presentes en este ensayo fue realizada el 21/11/86 en todas las parcelas. Luego de esta medición se hicieron carpidas en los tratamientos de laboreo convencional y cincel, y colmadas en el tratamiento encamellonado; mientras que el tratamiento arado-siembra no tuvo control mecánico.

4.1- PESO SECO DE RESTOS SECOS (g/0,5 m²)

Del cuadro de los valores promedio (Cuadro 6) se observa que los laboreos cincel y camellón son los que tuvieron mayores pesos secos de restos secos. Esto se explicaría por el propio trabajo que ellos realizan ya que el cincel no entierra totalmente los restos vegetales, sino que los deja mayoritariamente en superficie. El camellón es realizado con un laboreo convencional previo y posterior encamellonado, desenterrándose así restos vegetales.

Esto estaría confirmado por el análisis estadístico donde la diferencia significativa encontrada fue al comparar el laboreo cincel contra los laboreos convencional, camellón y arado-siembra ($P < 0,01$), no encontrándose diferencias significativas en las demás comparaciones de laboreo realizadas.

4.2- PESO SECO DE PARTE VERDE DE MALEZAS (g/0,5 m²)

Al referirnos a parte verde de malezas, lo hacemos en función de considerar toda maleza que se encontró en estado vegetativo o verde, como *Avena* sp.; *Lolium multiflorum*; *Digitaria sanguinalis*; *Cynodon dactylon*; *Paspalum dilatatum* y otras no gramíneas.

Observando la figura 4 cabe destacar el mayor enmalezamiento del tratamiento arado-siembra, el cual fue estadísticamente significativo al compararlo con los otros tres tratamientos de laboreo.

No se encontraron diferencias significativas al hacer las comparaciones de este parámetro entre los laboreos convencional y cincel.

Así como tampoco se encontraron diferencias entre los tratamientos de nitrógeno.

4.3- PORCENTAJE DE INCIDENCIA DE AVENA sp

Al estar este ensayo dentro de un esquema de rotación Avena-Maíz, es dable esperar que exista una presencia importante de avena al inicio del cultivo, como consecuencia en parte de las altas precipitaciones caídas después de cortado el verdeo y también a que el control químico (Atrazina) fue realizado tardíamente, resultando éste poco efectivo.

La mayor incidencia de esta especie forrajera según los valores promedios, se dio en los tratamientos arado-siembra y cincel. Siendo muy significativo ($P < 0,01$) el contraste arado-siembra vs. el promedio de los otros tres tratamientos de laboreo, mientras que el contraste cincel vs. convencional y camellón fue significativo al 5 % (Figura 5).

4.4- PORCENTAJE DE INCIDENCIA DE GRAMÍNEAS ANUALES (*Lolium multiflorum*, *Digitaria sanguinalis*)

En general la incidencia de estas dos gramíneas fue bastante baja, ya que el "raigrass" se encontraba en sus etapas finales de su crecimiento; mientras que el "pasto blanco" comenzaba a brotar cuando se realizó la medición, no haciendo gran competencia al cultivo.

Cuadro 6. Pesos secos de restos secos (gr./0.5 m²)

	CONVEN.	CINCEL	CAMELLON	ARADO SIEMBRA	X
No	12.06	30.72	13.74	24.04	20.14
Nv	12.24	26.56	30.86	10.58	20.06
Nb	20.80	45.30	39.26	11.52	29.22
X	15.03	34.19	27.95	15.38	

Cuadro 7. Porcentajes de incidencia de gramíneas anuales
 (*Lolium multiflorum*, *Digitaria sanguinalis*)

	CONVEN.	CINCEL	CAMELLON	ARADO SIEMBRA	X
No	100.00	59.02	81.52	26.60	66.78
Nv	25.32	56.70	81.46	36.86	50.09
Nb	70.00	45.02	60.26	30.92	51.55
X	65.10	53.58	74.42	31.46	

FIG. 4.— PESO SECO PARTE VERDE DE MALEZAS

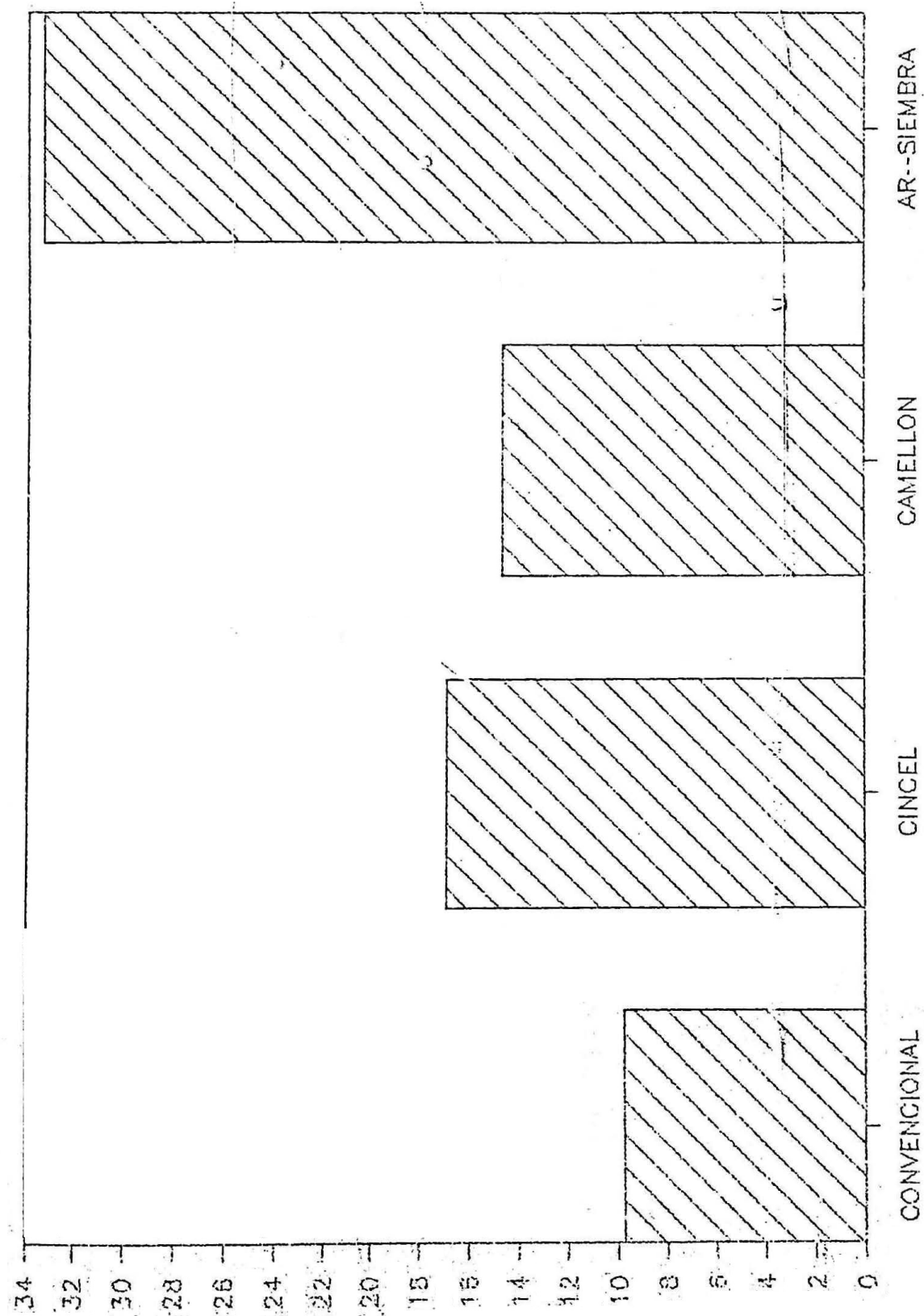
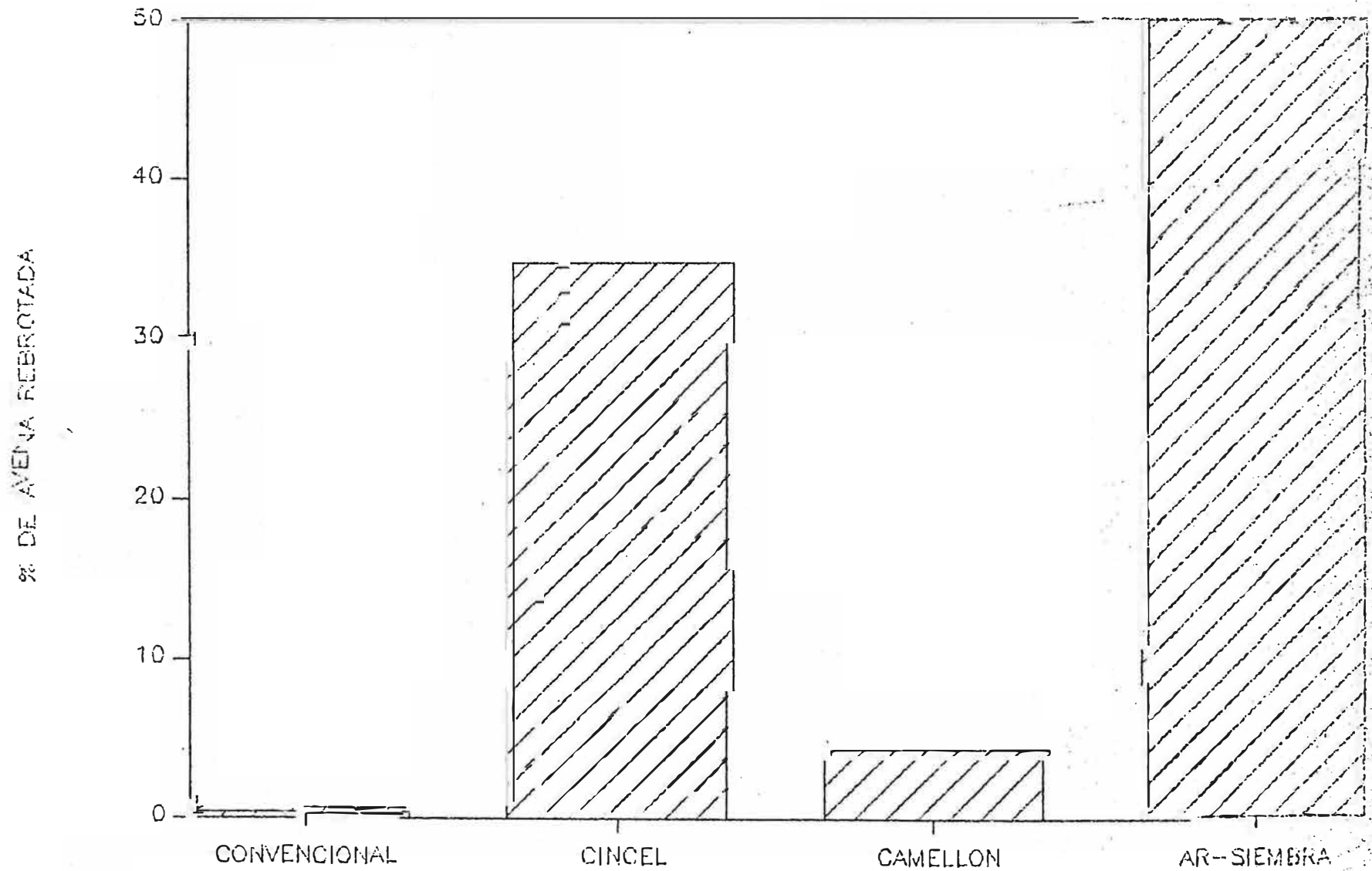


FIG. 5— PORCENTAJE DE INCIDENCIA DE AVENA



La incidencia de estas gramíneas en promedio fue mayor en el tratamiento camellón, y en el contraste con los otros tres tratamientos de laboreo fue significativo al 10 por ciento (Cuadro 7).

Esto puede ser debido al laboreo en sí del encamellonado que promovería la emergencia de este tipo de gramíneas, esto mismo explicaría los resultados para el tratamiento convencional, que le sigue en orden de incidencia de gramíneas anuales al encamellonado.

Las comparaciones realizadas entre los otros sistemas de laboreo y de nitrógeno fueron estadísticamente significativas.

En resumen, el control de malezas se basó en un control mecánico realizado luego de efectuadas las mediciones de malezas, ya que el control químico (Atrazina) fue poco efectivo debido a una aplicación en un momento poco apropiado.

El mayor enmalezamiento se dió en el tratamiento arado-siembra, que no tuvo control mecánico; seguido por el cincel, tanto para el peso seco de parte verde como para la incidencia de Avena (Figuras 4 y 5).

Para los restos secos, el encamellonado y el cincel registraron los mayores valores.

Es importante destacar que las diferentes formas de aplicación de nitrógeno o no aplicación no explicaron la incidencia ni tuvo efecto en el control de malezas. O sea que la aplicación de nitrógeno no se tradujo en un mayor enmalezamiento en los estadios tempranos del cultivo.

5- MEDIDAS EFECTUADAS EN EL CICLO DEL CULTIVO

A continuación se describe la evolución de ciertos parámetros evaluados a lo largo del ciclo del cultivo. Los mismos fueron el índice de área foliar (IAF) y altura de planta. Las mediciones se realizaron en los meses de diciembre de 1986, enero y febrero de 1987 cada quince días.

En dos momentos de la etapa reproductiva se evaluaron

el porcentaje de antesis y el número de mazorca emergidas por planta.

5.1- DE CRECIMIENTO

5.1.1- Indice de área foliar

Observando la gráfica 1 que muestra la evolución del IAF por tratamiento de laboreo, se puede deducir que el tratamiento arado-siembra fue el que tuvo menor IAF, esto se confirma al compararlo con los otros sistemas de laboreo, siendo la diferencia entre ellos significativa al 1% para todas las mediciones realizadas.

Al comparar el tratamiento cincel contra los laboreos convencionales (convencional y camellón) las diferencias fueron significativas al principio del crecimiento en maíz. En etapas más avanzadas esas diferencias se ampliaron y fueron significativas al 1 %.

El laboreo encamellonado en general resultó ser el que mayor IAF tuvo (Cuadros 8, 9, 10, 11), pero sólo fue significativamente superior al laboreo convencional sin camellones al comienzo de la floración. También esa superioridad se observa en la gráfica 1 en la última medición, pero la diferencia entre ambos sistemas de laboreo fue significativa al 1 %.

En cuanto a los tratamientos de nitrógeno, en la gráfica 2 se observa la existencia de una respuesta por parte del cultivo al agregado de este nutriente; ya que la diferencia entre la no aplicación (Nc) vs. la aplicación al voleo y en bandas (Nv y Nb), resultó ser significativa al 1% en las tres primeras mediciones del IAF y en la última medición fue significativa al 5 %.

Según la forma de aplicación del nitrógeno, o sea al voleo o localizado, la diferencia entre ambas formas fue significativa al 1% ($P < 0,01$) durante la primer fecha de medición del IAF. Aunque observando la gráfica 2 y los cuadros de los valores promedios del IAF para todas las fechas, se nota una tendencia de superioridad por parte del tratamiento de localización del nitrógeno.

5.1.2- Altura de planta (m)

el porcentaje de antesis y el número de mazorca emergidas por planta.

5.1- DE CRECIMIENTO

5.1.1- Índice de área foliar

Observando la gráfica 1 que muestra la evolución del IAF por tratamiento de laboreo, se puede deducir que el tratamiento arado-siembra fue el que tuvo menor IAF, esto se confirma al compararlo con los otros sistemas de laboreo, siendo la diferencia entre ellos significativa al 1% para todas las mediciones realizadas.

Al comparar el tratamiento cincel contra los laboreos convencionales (convencional y camellón) las diferencias fueron significativas al principio del crecimiento en maíz. En etapas más avanzadas esas diferencias se ampliaron y fueron significativas al 1 %.

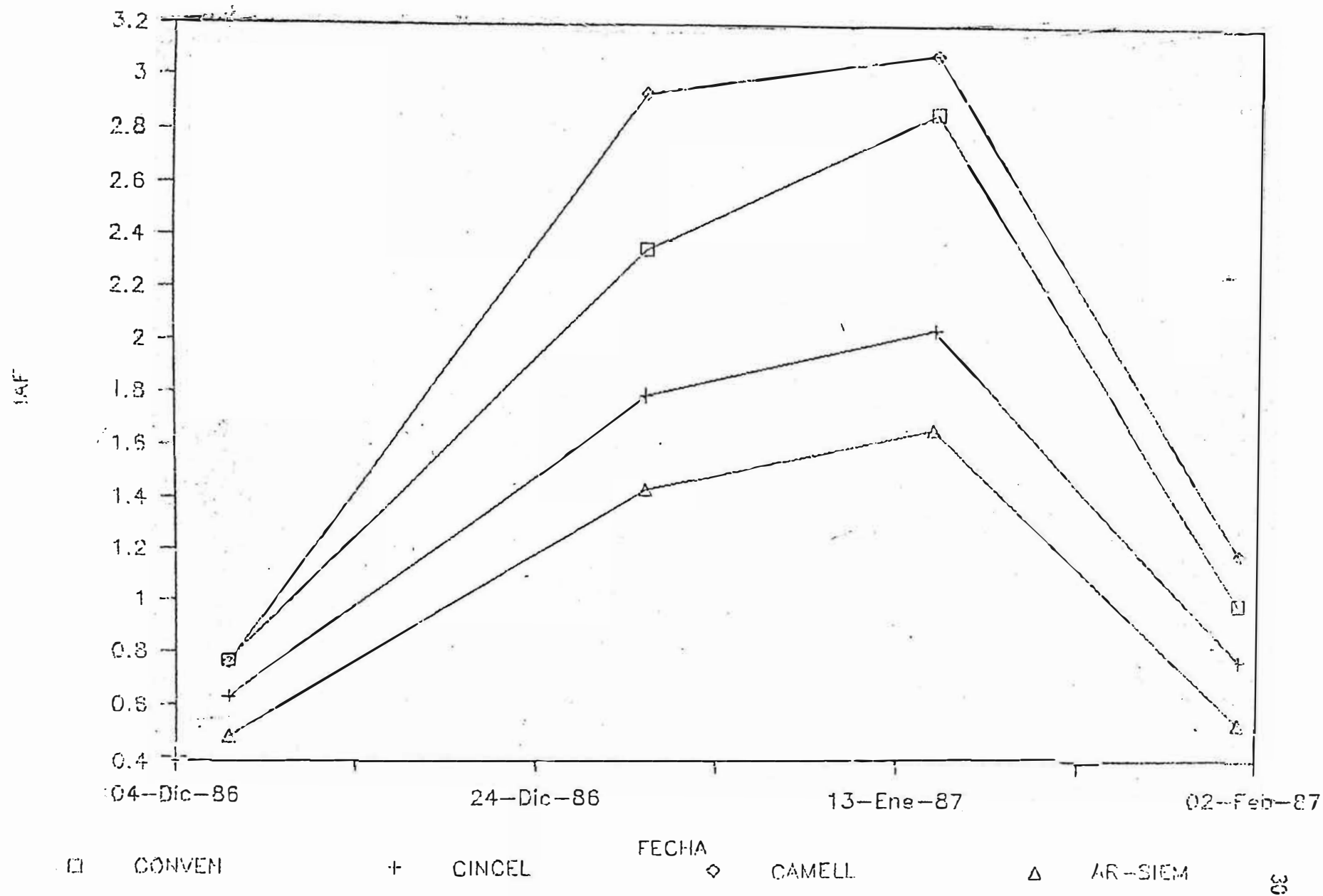
El laboreo encamellonado en general resultó ser el que mayor IAF tuvo (Cuadros 8, 9, 10, 11), pero sólo fue significativamente superior al laboreo convencional sin camellones al comienzo de la floración. También esa superioridad se observa en la gráfica 1 en la última medición, pero la diferencia entre ambos sistemas de laboreo fue significativa al 1 %.

En cuanto a los tratamientos de nitrógeno, en la gráfica 2 se observa la existencia de una respuesta por parte del cultivo al agregado de este nutriente; ya que la diferencia entre la no aplicación (Nc) vs. la aplicación al voleo y en bandas (Nv y Nb), resultó ser significativa al 1% en las tres primeras mediciones del IAF y en la última medición fue significativa al 5 %.

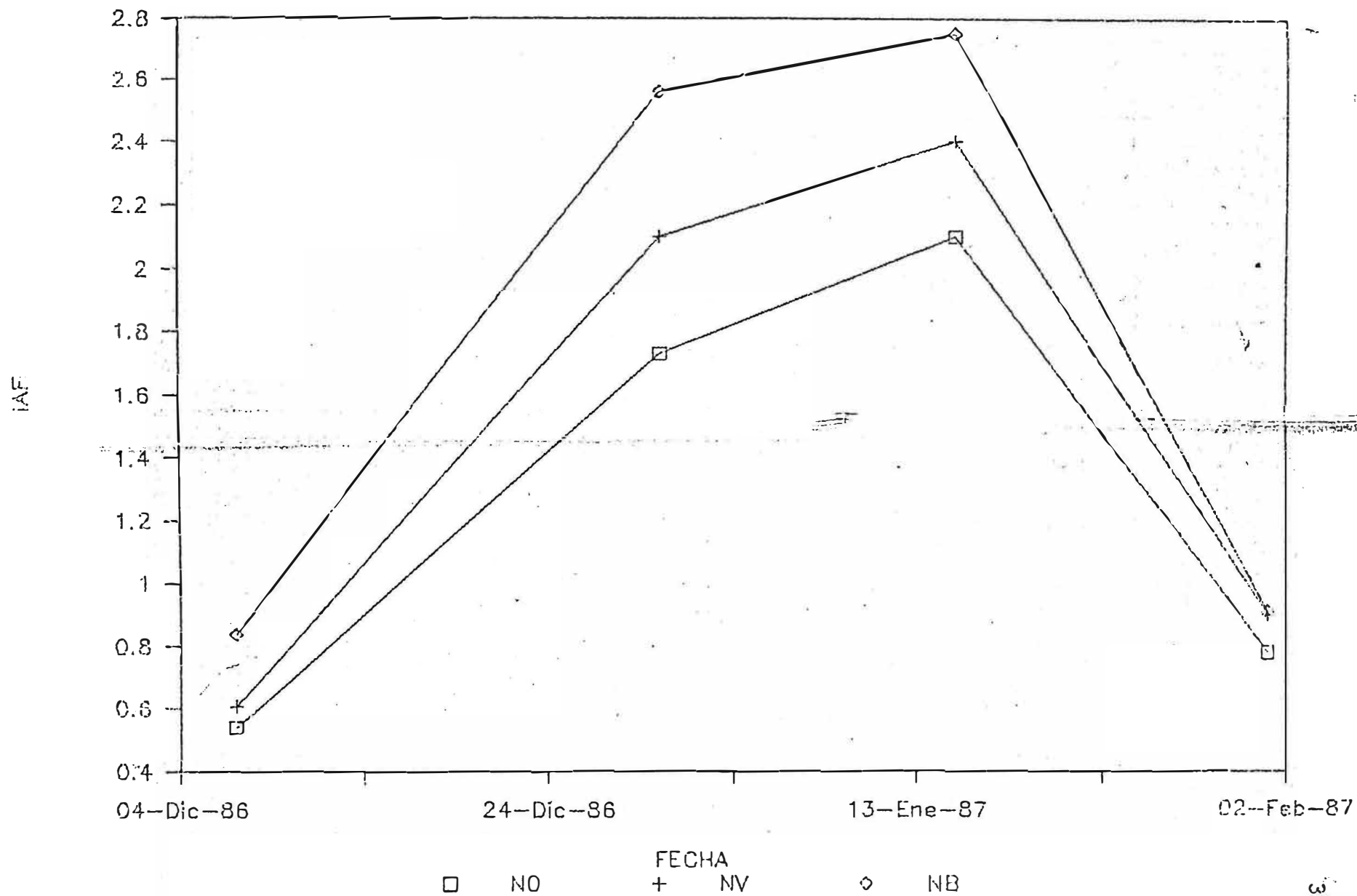
Según la forma de aplicación del nitrógeno, o sea al voleo o localizado, la diferencia entre ambas formas fue significativa al 1% ($P < 0,01$) durante la primer fecha de medición del IAF. Aunque observando la gráfica 2 y los cuadros de los valores promedios del IAF para todas las fechas, se nota una tendencia de superioridad por parte del tratamiento de localización del nitrógeno.

5.1.2- Altura de planta (m)

GRAF. 1 — EVOLUCION DEL IAF POR TRATAMIENTO DE LABOREO



GRAF 2- EVOLUCION DEL IAF POR TRATAMIENTO DE NITROGENO



Cuadro 8. Índice de área foliar (IAF) 07.12.86

	CONVEN.	CINCEL	CAMELLON	ARADO SIEMBRA	X
Nb	0.642	0.482	0.648	0.391	0.541
Nv	0.772	0.498	0.688	0.498	0.614
Nb	0.914	0.937	0.951	0.554	0.839
X	0.776	0.639	0.763	0.481	

Cuadro 9. Índice de área foliar (IAF) 30.12.86

	CONVEN.	CINCEL	CAMELLON	ARADO SIEMBRA	X
Nb	1.894	1.546	2.496	0.990	1.731
Nv	2.360	1.626	2.971	1.445	2.100
Nb	2.804	2.200	3.356	1.887	2.562
X	2.353	1.790	2.940	1.440	

Cuadro 10. Índice de área foliar (IAF) 13-16.01.87

	CONVEN.	CINCEL	CAMELLON	ARADO SIEMBRA	X
No	2.246	1.839	3.091	1.245	2.105
Nv	3.219	1.857	2.915	1.627	2.404
Nb	3.151	2.442	3.282	2.149	2.756
X	2.872	2.046	3.096	1.674	

Cuadro 11. Índice de área foliar (IAF) 29.01.87 - 03.02.87

	CONVEN.	CINCEL	CAMELLON	ARADO SIEMBRA	X
No	0.836	0.730	1.151	0.403	0.780
Nv	1.167	0.638	1.238	0.556	0.900
Nb	1.007	0.756	1.197	0.666	0.907
X	1.003	0.702	1.195	0.542	

Cuadro 12. Altura de planta (m). 12.12.86.

	CONVEN.	CINCEL	CAMELLON	ARADO SIEMBRA	X
No	0.177	0.167	0.160	0.177	0.170
Nv	0.183	0.187	0.153	0.197	0.180
Nb	0.230	0.253	0.193	0.210	0.222
X	0.197	0.202	0.169	0.194	

Cuadro 13. Altura de planta (m). 13-16.01.87

	CONVEN.	CINCEL	CAMELLON	ARADO SIEMBRA	X
No	0.730	0.770	0.960	0.675	0.784
Nv	1.068	0.855	0.820	0.925	0.917
Nb	1.308	1.208	1.177	0.910	1.151
X	1.035	0.944	0.986	0.837	

Cuadro 14. Altura de planta (m). 29.01.87 - 03.02.87

	CONVEN.	CINCEL	CAMELLON	ARADO SIEMBRA	X
No	0.927	0.965	1.123	0.905	0.980
Nv	1.203	0.995	1.118	1.053	1.092 1092
Nb	1.272	1.272	1.290	1.100	1.234
X	1.134	1.077	1.177	1.019	

En las primeras etapas del cultivo (7/12/86) el tratamiento encamellonado mostró una menor altura de planta cuando se lo comparó con los otros tres sistemas de laboreo. Revirtiéndose esa menor altura en etapas más avanzadas del cultivo, siendo el arado siembra el que presenta la menor altura en estos momentos. Esto debe explicarse por una no uniforme referencia en el terreno para hacer las medidas en el camellón comparado con los otros sistemas de laboreo probados (Cuadros 16, 17 y 18).

La aplicación de nitrógeno tuvo respuesta tanto para su aplicación como para su forma de hacerla; siendo la mejor realizada en bandas y en todas las fechas medidas.

5.1.3- Porcentaje de plantas en antesis

Según los porcentajes promedios de la primera medición (Cuadro 15), puede observarse que hubieron tratamientos que florecieron antes ya que presentaban porcentajes mayores como ser los tratamientos de laboreo encamellonado, cincel y convencional; mientras que el laboreo arado-siembra presentó menores porcentajes lo que indicaría un cierto retraso para llegar a floración.

Al realizar el análisis estadístico de este porcentaje no se encontraron diferencias significativas entre los distintos tratamientos de laboreo.

En cuanto al nitrógeno se observan diferencias significativas ($P < 0,01$) en la primera fecha de medición (13-16/1/87) tanto para su aplicación como para la forma de hacerla; habiendo un mayor porcentaje de antesis cuando el nitrógeno es localizado. En la siguiente fecha de medición las diferencias encontradas en la fecha anterior dejaron de ser significativas; ya que los porcentajes promedios (Cuadro 16) fueron similares para ambos tipos de tratamientos (laboreo y nitrógeno).

5.1.4- Número de mazorca por planta

Al igual que el porcentaje de antesis, el número de mazorca/planta fue medido en las mismas fechas que dicho porcentaje.

En función de los valores promedios del número de mazorca/planta (Cuadros 17 y 18), al realizarse el

Cuadro 15. Porcentajes de plantas en antesis 13-15.01.87

	CONVEN.	CINCEL	CAMELLON	ARADO SIEMBRA	A
No	25.90	29.57	42.08	23.91	30.16
Nv	50.96	36.43	48.86	37.39	43.41
Nb	59.99	76.77	56.64	51.74	63.78
X	45.61	47.59	49.19	40.77	

Cuadro 16. Porcentaje de plantas en antesis, 29.01.87 - 03.02.87

	CONVEN.	CINCEL	CAMELLON	ARADO SIEMBRA	X
No	83.01	91.40	79.42	91.83	86.41
Nv	93.15	88.76	84.05	93.45	89.85
Nb	80.40	91.22	89.90	95.37	89.23
X	85.52	90.46	84.46	93.55	

Cuadro 17. Número de mazorca por planta 13-16.01.67

	CONVEN.	CINCEL	CAMELLON	ARADO SIEMBRA	X
No	0.06	0.035	0.072	0.0001	0.042
Nv	0.05	0.078	0.083	0.095	0.077
Nb	0.112	0.24	0.132	0.080	0.141
X	0.074	0.117	0.097	0.058	

Cuadro 18. Número de mazorca por planta, 29.01.67 - 03.02.67

	CONVEN.	CINCEL	CAMELLON	ARADO SIEMBRA	X
No	0.54	0.443	0.75	0.532	0.566
Nv	0.91	0.653	0.745	0.807	0.779
Nb	0.732	0.855	0.782	1.285	0.914
X	0.727	0.65	0.759	0.875	

análisis estadístico no se encontraron diferencias significativas entre los distintos sistemas de laboreo para ambas fechas de medición.

En cuanto al nitrógeno se obtuvieron diferencias significativas. Durante la primer fecha (13-16/1/87) cuando se compara la no aplicación de nitrógeno vs. la aplicación al voleo y en bandas las diferencias fueron significativas al 1%; mientras que al realizar el contraste de los valores promedios entre las distintas formas de aplicación del nitrógeno (voleo y bandas), la diferencia resultó ser significativa al 5 %. En la segunda fecha solo se encontró efecto de la aplicación de nitrógeno, siendo el contraste realizado entre No vs. Nv, Nb significativo al 1 % mientras que entre las dos formas de aplicación no difirieron significativamente.

1.6- AGUA EN EL SUELO

El contenido de agua en el suelo superficial (0-20 cm) para cualquiera de los tratamientos (nitrógeno y laboreo) muestra un marcado descenso hasta el comienzo de la etapa reproductiva (floración), considerándose una etapa crítica desde el punto de vista hídrico (gráficas 3 y 4, presentadas en el apéndice).

Posteriormente se esta etapa, se nota un incremento en el contenido de agua, tal vez esto se explique por la ocurrencia de algunas precipitaciones en esa fecha (gráficas 3 y 4).

Hasta los 60 cm de profundidad el contenido de agua inicial medido el 3/12/86 es menor que el registrado en superficie. También aquí se produce una disminución del contenido de agua de esa fecha hasta la etapa reproductiva, aunque no es tan marcado como en superficie (Gráficas 5, 6, 7, y 8, presentadas en el apéndice).

Alrededor del 11/1/87 se produce un aumento del contenido hídrico debido a la ocurrencia de una precipitación de 10 mm, y posteriormente sucede un nuevo incremento a partir del 25/1/87 debido a una precipitación de 32,8 mm ; dicho incremento ocurre en todas las profundidades.

Ya a partir de 60 cm de profundidad, se comienza de un contenido de agua similar al superficial, notándose igualmente un descenso del mismo, pero no tan pronunciado como en superficie (Gráficas 9, 10, 11, y 12, presentadas en

el apéndice).

6.1- VARIACION DEL CONTENIDO DE AGUA EN EL SUELO

Esta variación fue medida mediante la diferencia de los valores promedios del contenido de agua en el suelo entre las fechas 3/12/86 al 7/1/87 que abarcaría parte del periodo vegetativo hasta el comienzo del periodo reproductivo aproximadamente; y desde el 7/1/87 al 21/1/87. Estas diferencias se determinaron para cada rango de profundidad considerado.

En el primer periodo (3/12/86 - 7/1/87) se dió una disminución del contenido de agua en el suelo a todas las profundidades. En el segundo periodo, debido a una lluvia de 10 mm caída en la mitad del mismo, se observa una recuperación del contenido hídrico de la parte superior del suelo (Figura 6).

El análisis estadístico de la variación del contenido de agua en el suelo, revela la no existencia de diferencias significativas entre los distintos sistemas de laboreo probados y entre las formas de aplicación del nitrógeno para los primeros 20 cm de profundidad, en el primer periodo considerado.

Para los primeros 20 cm (Figura 5), el laboreo que disminuye más su contenido de agua es el cincel, luego le siguen el camellón, el convencional y por último el arado-siembra. En cuanto a las formas de aplicación del nitrógeno, la localización en la hilera disminuyó más que al voleo, pero la diferencia entre ambas no fue significativa estadísticamente.

Dentro del primer periodo considerado, en el rango de profundidad de 20-40 cm aparecen diferencias significativas al 5% entre los distintos sistemas de laboreo; no habiendo diferencias entre las formas de aplicación del nitrógeno. Aquí el laboreo que sufre una mayor disminución es el convencional, seguido por el cincel, arado-siembra, y el que disminuye menos es el convencional encamellonado (Figura 5).

En el rango de 40-60 cm de profundidad, no hay diferencias significativas para ambos tratamientos (laboreo y nitrógeno). Dentro de los laboreos se observa una tendencia similar al rango anterior, aunque aquí es el cincel el que disminuye más (Figura 5).

Hacia profundidad aparecen diferencias significativas tanto para los distintos sistemas de laboreo como para las distintas formas de aplicación del nitrógeno.

Para los sistemas de laboreo la magnitud de la disminución es mayor en el rango de 60-80 cm, donde el convencional y el arado-siembra son los que disminuyen más su contenido hídrico; a estos le siguen el cincel y el camellón, y aquí las diferencias encontradas entre labores fueron significativas al 10% (Figura 5).

Comparando el rango de profundidad de 80-100 cm con el anterior, se observa que difieren en la magnitud de la disminución del contenido hídrico, siendo ésta menor, y también en el nivel de significación estadística encontrada entre labores ($P < 0,05$).

También aquí el laboreo convencional y el arado-siembra son los que disminuyen más, le siguen el camellón y por último el cincel.

En lo referente a las formas de aplicación del nitrógeno (voleo y bandas), las diferencias encontradas para ambos rangos de profundidad (60-80, 80-100 cm) fueron significativas al 10% de probabilidad; siendo la localización del nitrógeno la que disminuye más respecto a la aplicación al voleo.

Al considerar el segundo periodo (7/1/87 - 21/1/87) que abarcaría la etapa reproductiva del cultivo de maíz, se encuentran diferencias significativas en los 20 cm superiores del suelo para los distintos sistemas de laboreo y también para las dos formas de aplicación del nitrógeno. Cabe aclarar que la variación del contenido hídrico del suelo fue positiva como consecuencia de precipitaciones que se sucedieron durante este periodo (Figura 6).

Las diferencias encontradas entre los distintos sistemas de laboreo fueron significativas al 10 %; siendo el laboreo convencional encamellonado el que aumentó más, le siguió el cincel, luego el arado-siembra y por último el convencional sin camellones. También las diferencias entre las formas de aplicación del nitrógeno fueron significativas al 10 %, y el nitrógeno localizado fue el que incrementó más el contenido de agua que la aplicación al voleo.

Para los otros rangos de profundidad no hubieron diferencias significativas entre los distintos labores, habiendo sí una disminución del contenido hídrico, siendo la magnitud de la misma mayor hacia profundidad.

FIGURA 6 - Variación del contenido de agua del suelo en el período 3/12/86 - 7/1/87

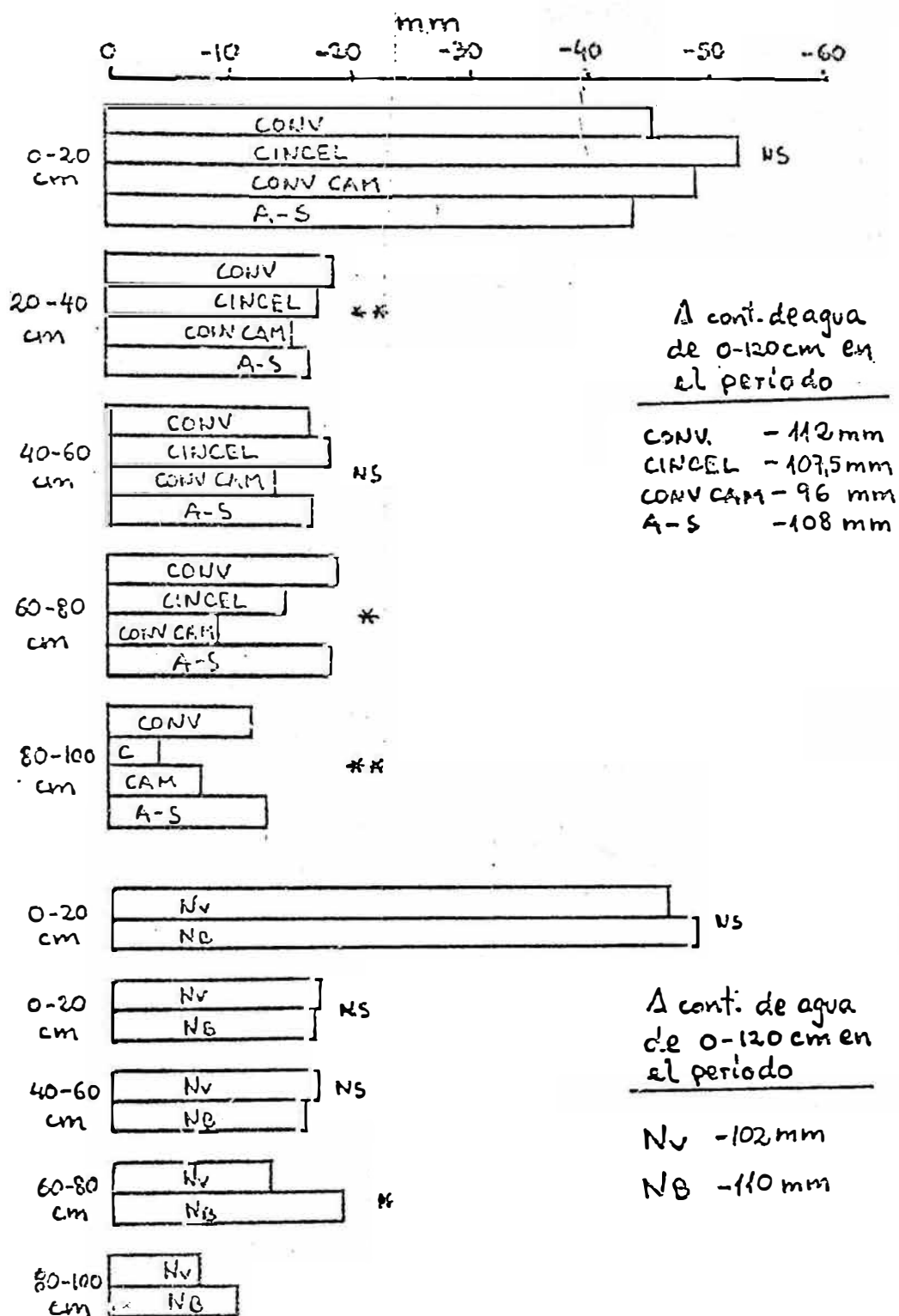
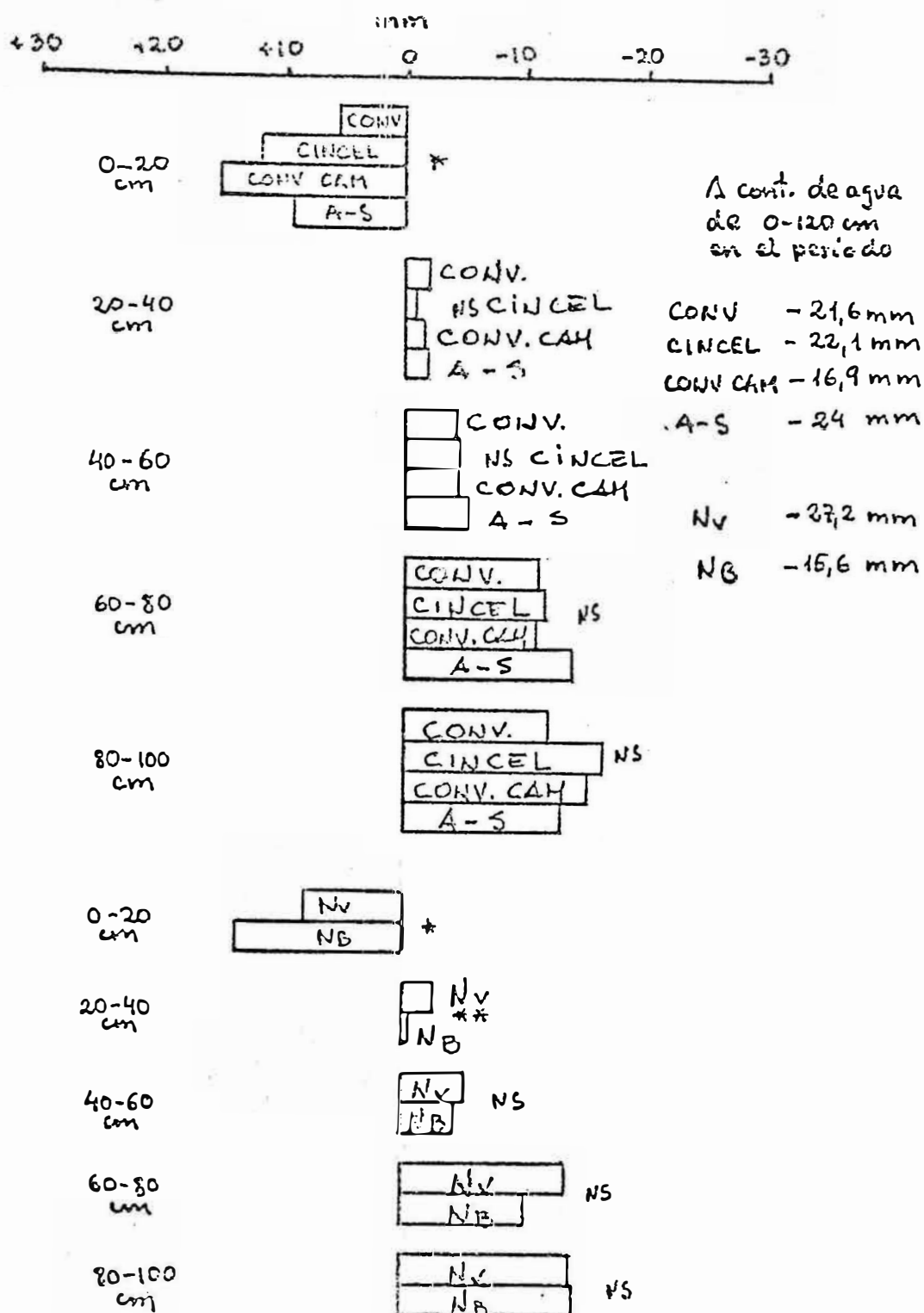


FIGURA 7 - Variación del contenido de agua del suelo en el periodo 7/1/87 - 21/1/87.



Sucede algo similar para el tratamiento de nitrógeno; pero en el rango de 20-40 cm se observan diferencias significativas al 5 %, donde la localización perdió menos agua que la aplicación al voleo. Hacia profundidad no hay diferencias significativas entre las formas de aplicación, pero la variación del contenido hídrico fue siempre negativa.

7- NITROGENO EXTRAIDO POR LA PLANTA

La extracción del nitrógeno total fue medida a través de la extracción hecha por el grano y por la chala.

Dentro de la extracción realizada por el grano se observa que los mayores valores registrados entre laboreos corresponden al convencional encamellonado, convencional sin camellones, cincel y por último arado-siembra. Este mismo orden se mantiene para el nitrógeno extraído por la chala y el nitrógeno total extraído por la planta (grano y chala). (Cuadros 19, 20, 21).

Esto se confirma por el análisis estadístico al realizar los contrastes entre laboreos, donde para el nitrógeno extraído por el grano, las diferencias entre ellos fueron todas significativas al 1 % ($P < 0,01$).

En cuanto al nitrógeno extraído por la chala, las diferencias entre laboreos son significativas cuando comparamos los tratamientos arado-siembra contra los otros tres ($P < 0,01$); pero no se obtuvieron diferencias significativas al comparar los tratamientos convencional, cincel y camellón.

Para el tratamiento de nitrógeno se observa un efecto de la aplicación frente a la no aplicación, siendo significativa al 1 % esta comparación para los tres análisis estadísticos realizados (extracción de nitrógeno por el grano, chala y total).

A su vez, existe un efecto de la localización del nitrógeno frente a la aplicación al voleo. El contraste entre ambas formas de aplicación fue significativo al 5 % para el nitrógeno extraído total y por el grano, mientras que no fue significativo para el caso del nitrógeno extraído por la chala.

En función de la media general del nitrógeno total extraído se puede deducir que el grano extraído un 63,5 % del nitrógeno total, mientras que la parte vegetativa

Cuadro 19. Nitrogeno extraido por el grano Kg./ha.

	CONVEN.	CINCEL	CAMELLON	ARADO SIEMBRA	X
No	23.28	23.40	38.28	19.87	26.21
Nv	30.00	24.00	37.03	33.38	31.10
Nb	36.38	36.02	46.65	25.28	36.20
X	30.05	27.80	40.65	26.17	

Cuadro 20. Nitrógeno extraído por la parte vegetativa (chala) Kg./há.

	CONVEN.	CINCEL	CAMELLON	ARADO SIEMBRA	X
No	13.23	16.75	16.58	9.72	14.07
Nv	22.87	14.88	20.97	13.91	18.16
Nb	26.63	19.13	28.57	11.78	21.53
X	20.91	16.92	22.04	11.80	

Cuadro 21. Total de nitrógeno extraído (Kg./há.)

	CONVEN.	CINCEL	CAMELLON	ARADO SIEMBRA	X
No	36.52	40.16	54.86	29.59	40.28
Nv	52.87	38.88	58.01	47.29	49.26
Nb	63.52	55.15	75.02	37.05	57.73
X	50.97	44.73	62.69	37.98	49.09

(chala) extrajo solamente el 36,5 %; confirmando así cual es el destino que le da la planta de maíz a este nutriente.

Estos resultados estarían explicando los rendimientos de grano y materia seca (chala), ya que aquí se observa la misma tendencia en los valores promedios, marcando la superioridad el laboreo convencional encamellonado frente a los demás y de la localización del nitrógeno frente a la aplicación al voleo.

8- DISCUSION GENERAL DE LOS RESULTADOS

De todo proceso productivo lo que se desea es el logro de un máximo beneficio económico, y a esto se puede llegar a través de la obtención de buenos rendimientos.

Dentro de las prácticas de manejo se consideran el tipo de laboreo, y la fertilización, que son las que se evalúan en este trabajo.

Con respecto a los laboreos, los sistemas convencionales (convencional y encamellonado) son los que mayores rendimientos dieron, seguidos por el cincel y el arado-siembra.

Los mayores rendimientos tanto en grano como en materia seca (chala), obtenidos por el laboreo encamellonado son debidos a un mayor desarrollo de planta, explicado esto por un mayor IAF y altura de planta. Asociado a esto, la mayor población que tuvo este laboreo (camellón), fue un factor que contribuyó al mejor rendimiento. También tuvo la menor variación del contenido de agua en el suelo, o sea el menor descenso durante el periodo vegetativo, por lo que llegó a floración con una mayor disponibilidad de agua. Esto quizás se debió a mejores condiciones para favorecer la infiltración y al menor consumo de agua por las malezas.

Este sistema de laboreo encamellonado tuvo un menor porcentaje de choclos abortados, probablemente por un menor déficit hídrico a la floración a lo que contribuyó una mayor recarga con la escasa lluvia que ocurrió durante la floración. Además aquí fue donde mayor cantidad de choclos se cosecharon, lo que está asociado a la mayor población de plantas.

Este comportamiento del laboreo encamellonado también podría explicarse por el efecto que causa la temperatura del suelo; ya que este laboreo proporcionaría mejores

condiciones térmicas en la germinación del cultivo.

Además este sistema de laboreo tiene la ventaja de impedir que ocurran excesos de agua durante las etapas iniciales del cultivo, y también de mantener la humedad cerca de las raíces de forma tal que no sufran déficits hídricos.

En el extremo de los menores rendimientos, estuvo el laboreo arado-siembra. Ello fue debido a un menor desarrollo vegetativo, a una menor altura de planta y a una menor población que no realizó una adecuada competencia con las malezas.

Asociado a esto se registró una mayor pérdida de agua durante el período vegetativo y hasta floración, lo que explicaría un cierto retraso en la antesis comparado a los otros tres sistemas de laboreo. Otra causa que explicaría los menores rendimientos, podría atribuirse a una menor disponibilidad de nitrógeno, que en este ensayo no se midió, pero que un experimento realizado en 1987/88 (no publicado) se confirma esto.

Además fue el laboreo que presentó el mayor enmalezamiento, sobre todo de avena rebrotada.

Con respecto a los otros dos laboreos (convencional y cincel) muestran un comportamiento intermedio; mostrándose mejor el laboreo convencional.

En cuanto a la fertilización nitrogenada, es de destacar la importancia de la aplicación y de la localización de este nutriente.

La importancia de la aplicación se ve reflejada en un mayor desarrollo vegetativo, mayor tamaño de planta; lo que lleva a obtener mayores rendimientos en grano y materia seca (chala).

Respecto a las características reproductivas como ser porcentaje de plantas en antesis y número de choclos por planta se observa un efecto de la fertilización nitrogenada sobre las mismas.

El efecto de la localización del nitrógeno en bandas se tradujo en un mayor IAF, mayor altura de planta, mayor porcentaje de plantas en antesis en una fecha determinada, y un mayor porcentaje de choclos por planta, todo lo cual se reflejó en un mayor rendimiento.

Los tratamientos que mostraron mayores rendimientos fueron los que tuvieron una mayor extracción de nitrógeno, cuantificado por el nitrógeno cosechado en el grano y en la chala; interesa destacar la mayor extracción de nitrógeno del tratamiento nitrógeno en bandas comparado con el nitrógeno al voleo, tanto en grano, chala y nitrógeno total extraído.

Como uno de los objetivos planteados fue medir la posible interacción de los sistemas de laboreo con la fertilización nitrogenada, se destaca que la misma resultó no ser estadísticamente significativa.

Esto podría explicarse porque no se observa superioridad de los laboreos por la aplicación de nitrógeno; ya que si bien aquellos laboreos convencionales harían una mejor mineralización de la materia orgánica del suelo, no tuvieron un tiempo suficiente para realizar correctamente (tiempo entre el laboreo primario y siembra). Por lo tanto no hay un uso eficiente por parte del cultivo del nitrógeno aportado por el suelo.

Ese nitrógeno fue usado más eficientemente por las malezas presentes en el ensayo; registrándose un mayor enmalezamiento en el laboreo reducido ya que el mismo necesitaría un mayor aporte nitrógeno al no realizar una correcta mineralización de la materia orgánica del suelo.

IV- CONCLUSIONES

Como el cultivo de maíz en seco es dependiente de ciertos factores ambientales como ser lluvias, durante la realización de este ensayo se registraron condiciones de exceso de lluvias durante las primeras etapas del cultivo (172 mm. en noviembre); mientras que en las etapas críticas (reproductivas), al agua se registraron condiciones de sequía las que estarían determinando en parte los rendimientos del cultivo.

El sistema de laboreo convencional encamellonado fue el mejor tratamiento en rendimiento en grano y materia seca, mientras que el tratamiento arado-siembra fue el peor no superando las expectativas que se tenían, aunque ello se debió al mal control químico de malezas por lo que este factor estaría afectando la preformance productiva del cultivo. Los laboreos convencionales y cincel tuvieron un comportamiento intermedio, no difiriendo significativamente entre ellos.

Este comportamiento de los laboreos está explicado por un lado por las condiciones ambientales dadas, y por otro por aspectos directamente relacionados al cultivo como ser enmalezamiento, población, disponibilidad de agua, etc.

Considerando este último aspecto (disponibilidad de agua), el laboreo encamellonado fue el que perdió menos agua en el crecimiento vegetativo, lo que le permitió que llegase a floración en mejores condiciones hídricas que el resto de los laboreos debido a que este laboreo regularía condiciones extremas de excesos y déficits hídricos.

Si bien el encamellonado presenta ventajas en cuanto a dar buenos resultados físicos, hay que tener en cuenta que su preparación presenta requisitos como ser elección de suelos parejos con poca pendiente; preparación temprana; correcto afinado del suelo; etc.

Los tratamientos de mayores rendimientos fueron los que mostraron una mayor extracción de nitrógeno, medido por el cosechado en el grano y en la chala.

Existió una respuesta significativa a la fertilización nitrogenada, superando la aplicación localizada en bandas a la hecha al voleo.

Otro de los objetivos planteados fue estudiar la incidencia de los sistemas de laboreos sobre la dinámica del agua. Dicho objetivo no fue posible evaluarlo debido a que las precipitaciones de consideración que se sucedieron fueron durante las primeras etapas de crecimiento y a que en etapas posteriores la magnitud y la distribución de las lluvias fue muy escasa.

El tercer objetivo del ensayo consistía en estudiar la posible interacción laboreo-nitrógeno. Dicha interacción no resultó ser estadísticamente significativa.

La explicación estaría dada al no observarse una superioridad de los sistemas de laboreo por el efecto de la fertilización nitrogenada. Ya que si bien los laboreos convencionales, harían una mejor mineralización de la M.O del suelo, no dispusieron de un tiempo adecuado entre laboreo primario y siembra para realizarla correctamente.

El nitrógeno aportado por la descomposición de la M.O fue usado más eficientemente por las malezas, registrándose un mayor enmalezamiento en el laboreo reducido, ya que el mismo necesitaría un mayor aporte de nitrógeno al no realizar una correcta mineralización de la M.O del suelo.

Es importante destacar que el rendimiento general obtenido fue bajo respecto al que se podría haber registrado.

Esto junto a características propias del cultivo como ser altura de planta baja (media general de 1.10 m) y bajo IAF, y al factor que consideramos más incidente en el poco desarrollo del cultivo y en los bajos rendimientos obtenidos fue el alto enmalezamiento registrado.

V- RESUMEN

El ensayo fue realizado en la Unidad Experimental de la DUMA, MGAP en Aguas Blancas - Lavalleja, durante el año agrícola 1986/87 dentro de una rotación maíz - avena para corte.

Se realizó sobre un Brunosol eútrico típico de la Unidad Valle Aiguá (Carta de Reconocimiento de Suelos del Uruguay; DSF, MGAP).

El diseño experimental consistió en un factorial en parcelas divididas en cinco bloques al azar. Comprendiendo parcelas grandes que corresponden a los laboreos (convencional, convencional encamellonado, cincel-disquera, arado - siembra) y parcelas chicas a los tratamientos de localización de la fertilización nitrogenada (al voleo y en bandas) y a un testigo sin aplicación de nitrógeno.

Los laboreos convencional y convencional encamellonado se realizaron con arado de discos como laboreo primario, y como laboreo secundario se realizaron pasadas de rastras de dientes. La diferencia entre éstos es que al laboreo encamellonado se le realizó el levantamiento de los camellones previo a la siembra, y en vez de carpir se aporcó.

El laboreo cincel-disquera consistió en dos pasadas cruzadas de arado cincel y posterior pasaje de una disquera y una rastra.

El arado-siembra se realizó arando y sembrando en la huella de la rueda del tractor.

La fertilización nitrogenada consistió en la aplicación de 100 kg de N/há al voleo y 100 kg de N/há localizado en bandas junto al fósforo.

Las mediciones efectuadas fueron: evolución del índice de área foliar; altura de planta; incidencia de malezas; evolución del agua en el suelo; porcentaje de plantas en

antes, en fechas determinadas; el número de mazorcas por planta; población final a la cosecha: N cosechado: rendimientos en grano (real y potencial) corregidos al 15% de humedad y rendimiento de materia seca.

Los resultados muestran cierta superioridad en rendimiento en grano y materia seca de los laboreos convencionales (convencional y convencional encamellonado) y tincel-disquera frente al laboreo reducido (arado-siembra). Entre los convencionales, el encamellonado fue superior. Las ventajas del mismo estuvieron asociadas a un mejor régimen hídrico.

El laboreo arado-siembra fue el que tuvo la menor población de plantas y un mayor enmalezamiento, ya que el control de malezas se hizo solo en base a la aplicación de atrazina y no se realizó control mecánico como en los otros laboreos; y también a que fue el que presentó una mayor pérdida de agua en el suelo.

Con respecto a los tratamientos de nitrógeno se notó una respuesta a la fertilización nitrogenada, dado por un mayor desarrollo vegetativo lo que llevó a obtener mayores rendimientos en grano y materia seca. Además tiene incidencia sobre caracteres reproductivos como ser en la antesis y en el número de mazorcas por planta.

Dentro de las formas de aplicación del fertilizante existieron diferencias significativas a favor de la localización del nitrógeno en bandas.

Cabe destacar que en este ensayo no existió interacción significativa de laboreo por nitrógeno.

VII- ANEXO: REVISION BIBLIOGRAFICA

Un aspecto importante en el logro de eficientes cosechas, es proporcionar a un cultivo las óptimas condiciones de desarrollo, para así permitirle expresar su máximo potencial de producción. Una de esas óptimas condiciones se logra mediante un buen laboreo.

Durante los últimos años el concepto de los requerimientos de laboreo ha cambiado rápidamente; lo que sí no ha cambiado es el concepto mismo de laboreo.

Yoder R. E.(1927), define al laboreo como cualquier manipulación mecánica del suelo, que es utilizada para mantener, modificar o promover cambios en la estructura del suelo y un adecuado medio ambiente en donde pueda crecer el cultivo.

Según Aldrich S.(1974), el laboreo comprende las operaciones de trabajo del suelo, arada, ratreada, siembra y labores culturales tempranas.

Según García F.(1980), el laboreo es el conjunto de operaciones mecánicas que tratan de hacer al suelo más apto para el crecimiento de las plantas cultivadas. Desde el punto de vista de la conservación de suelos, se lo considera al laboreo como un mal necesario; ya que por más cuidado que se tenga, en un plazo más o menos largo, provoca el deterioro de las propiedades del suelo que afectan el crecimiento de las plantas.

Todo laboreo persigue determinados fines, los cuales para Llanos Company M.(1984) son los siguientes:

- Aireación de la capa arable del suelo
- Mejor aprovechamiento por las raíces de las plantas cultivadas, de los nutrientes naturales y aportados por los abonos
- Facilitar la penetración y expansión de las raíces
- Romper las capas superficiales de suelo compactado para facilitar la evacuación de las aguas sobrantes en zonas bajas
- Destruir las malas hierbas (malezas)
- Dificultar la propagación de algunos parásitos y enfermedades del cultivo entre dos cosechas
- Destruir los capilares de la zona superficial del suelo, con el fin de disminuir las pérdidas de agua de reserva
- Contribuir a la penetración y almacenamiento de las aguas de lluvias.

Con la obtención de estos fines perseguidos con el laboreo, se trata de lograr la preparación de una sementera ideal, donde las semillas de maíz tengan un suelo cálido, húmedo y bien aireado y lo suficientemente fino como para permitir un buen contacto con la semilla (Aldrich S., 1974).

La preparación de la sementera agrupa una serie de operaciones que se las pueden dividir en laboreo primario y laboreo secundario.

LABOREO PRIMARIO

Es el primer paso, lo constituyen las labores iniciales que siguen la cosecha del cultivo anterior y es el más importante en la roturación del suelo (Aldrich S., 1974).

Con este laboreo se cambian las propiedades físicas del suelo (aumenta la relación macroporos:microporos, aumenta la capacidad de almacenamiento de agua, aumenta la infiltración del agua, reduciendo el escurrimiento y preparando la granulación del material trabajado); y destruyendo la vegetación existente para que no compita con el cultivo a implantar y mezclar sus restos al suelo para favorecer su descomposición e incorporación (García F., 1980).

El laboreo primario puede realizarse en otoño o en primavera. En otoño tiene la ventaja de dejar el terreno en buenas condiciones físicas para aprovechar las lluvias de invierno y primavera y permitir una siembra temprana después de las labores secundarias.

En el laboreo de primavera, se pierde gran cantidad de agua en invierno por escurrimiento y se retrasan las labores secundarias y por lo tanto la siembra, lo cual es perjudicial para el desarrollo de las plantas y el rendimiento final.

Para suelos livianos (arenosos) o medios (francos), la labor principal puede darse en cualquier época independientemente del grado de humedad del terreno, lo cual no se cumple en suelos arcillosos, que hay que laborear en condiciones de apropiada humedad.

Las labores primarias son realizadas con arados de discos, arado de rejas o vertedera y arado cincel.

ARADO DE REJA O VERTEDERA

Resulta superior a cualquier otra herramienta para roturar campos duros y para enterrar abonos verdes, cultivos de paja, tallos de raíz y otros residuos.

Otra ventaja es que entierra a mayor profundidad las semillas de malezas y produce un daño más eficaz a las malezas perennes (Aldrich S., 1974).

ARADO DE DISCOS

Es la herramienta que se adapta mejor a regiones secas, porque deja los residuos y desperdicios en superficie. Además realiza un buen trabajo sobre suelos desnudos o sobre rastrojos (Aldrich S., 1974).

ARADO CINCEL

Su uso como herramienta de laboreo secundario se ha extendido en los últimos años.

Si el suelo no está demasiado húmedo, esta herramienta afloja y desmaleza la capa arable.

Otras ventajas son que es más rápido que el arado común, requiere menos fuerza del tractor; por el lento y menor consumo y más economía.

En suelos pegajosos no produce una capa aglutinada y difícil de trabajar; y deja los residuos vegetales en superficie (ventaja relativa).

Las desventajas que presenta son que en suelos muy húmedos no es muy eficaz, no se adecua a terrenos con césped y no entierra semillas de malezas y residuos (Aldrich S., 1974).

LABOREO SECUNDARIO

Comprende toda preparación del suelo entre la arada y la siembra, y requiere del trabajo con rastras y operaciones de compactación y suavizado del suelo (Aldrich S., 1974).

Estas operaciones son realizadas a fines de invierno o en primavera y sirven para romper o pulverizar terrenos que quedaron después de la labor de otoño, para mezclar los abonos minerales con la capa superficial del suelo, destruir las malezas que pudieron crecer en invierno y modificar la dinámica del agua y aire (Llanos Company, M.).

1984).

El objetivo del laboreo secundario es que para el momento de la siembra y hasta unos 20 cm de profundidad, el suelo reúna las siguientes características para permitir una adecuada germinación de la semilla:

- Mantener la temperatura superficial a 15 grados.
- Tener un grado de humedad próximo a su capacidad de campo.
- Estar bien aireado.
- Tener una estructura bastante fina y un grado de soltura apropiada.
- Estar limpio de malezas y residuos vegetales.

Para estas labores los implementos usados son las rastras de discos y de dientes.

RASTRAS DE DISCOS

Se caracteriza por aflojar de 8 a 15 cm de superficie, pero compacta la parte inferior del pan de tierra.

Es regular para cortar terrones grandes y cortar residuos dentro de la capa superficial.

Se adapta bien a suelos duros y a suelos arados con residuos sueltos.

Las principales desventajas son que no es apropiada en campos con piedras y si se realizan varias pasadas de rastra en suelo humedo, deja muy compactada la parte inferior del pan de tierra (Aldrich S., 1974).

RASTRA DE DIENTES

Esta herramienta se utiliza con el fin de emparejar la superficie y romper terrones. Es muy eficaz para matar plantas de malezas que emergen cuando se atrasa la siembra (Aldrich S., 1974).

SIEMBRA EN CAMELLONES

Este sistema para maíz se comenzó a proponer en la Universidad de Iowa, en las décadas del 50 y 60.

Presenta la ventaja de disminuir el escurrimiento del

agua y la erosión; además disminuye el anegamiento del maíz en áreas llanas.

El encamellonado se realiza siguiendo los siguientes pasos:

- Desmenuzar los tallos y dejarlos sobre la superficie
- Sembrar el maíz en hileras y sobre el camellón antiguo
- Realizar las labores culturales cuando el cultivo alcance unos 15 a 25 cm de altura con aporcadores
- Y por último, hacer los camellones que limpiaría la superficie de residuos entre los surcos y prepara el terreno para un posible riego.

LABOREO MINIMO

Durante las décadas del 50 y 60, esta fue una práctica muy discutida, pero no representa una forma nueva de cultivar el maíz.

Los sistemas de laboreo mínimo tienen como objetivo minimizar el número de operaciones realizadas y así reducir los costos. Otro objetivo es aumentar la velocidad de infiltración del agua en el suelo, disminuir la compactación, reducir las malezas anuales y disminuir la erosión. Uno de los principales objetivos es no dejar el suelo descubierto durante el invierno (García F., 1980)

- CLAVES PARA EL ÉXITO DEL LABOREO MINIMO

La principal es obtener una buena población de plantas, que se logra obteniendo una sementera fina y firme en la hilera, ya que de lo contrario no podría obtener agua suficiente; hacer un buen trabajo de arado y utilizar una profundidad de siembra de 1 a 3 cm.

Otro punto importante es afinar la superficie de los entre surcos y adoptar el método de laboreo mínimo según el tipo de suelo.

Estos métodos se adaptan bien a suelos arenosos, francos y francos-limosos. Mientras que en suelos de textura más pesadas (arcillosos) debe elegirse el método adecuado y ejecutarse correctamente y en el momento exacto de humedad.

El método de laboreo mínimo más conocido es el de arado-siembra, y es el que fue usado en este trabajo.

ARADO - SIEMBRA

En este método las unidades sembradoras se montan sobre el arado y pueden ser remolcadas. Se adapta bien a suelos bien mullidos y de textura liviana.

Exige una excelente arada y algún dispositivo para rellenar y comprimir el pan de tierra colocado delante del tubo de escape de la sembradora y una buena ubicación en la hilera, que debe estar sobre los panes de tierra y no entre ellos.

Este sistema de laboreo mínimo supone aradas tardías, siendo un inconveniente para extensiones grandes y sobretodo en primavera húmedas.

A) EFECTOS DEL SISTEMA DE LABOREO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL SUELO

La producción comercial de cultivos requiere una adecuada comprensión de las condiciones del suelo creadas y el efecto sobre el crecimiento de las plantas.

El cambio en el manejo del suelo para el establecimiento de un cultivo, plantea modificaciones importantes en las condiciones de crecimiento, tanto para el corto como para el largo plazo.

Entre las características del que se plantean cambios más importantes se destacan la dinámica del agua, temperatura, materia orgánica, nitrógeno y riesgo de erosión.

A continuación se comentarán con más detalle los efectos del laboreo reducido sobre las propiedades físicas y químicas del suelo, comparándolas con el sistema de laboreo convencional.

1) PROPIEDADES FISICAS

1.1- HUMEDAD

La humedad disponible para las plantas a lo largo de la estación de crecimiento es uno de los factores más críticos que limitan el rendimiento de los cultivos.

La humedad del suelo es perdida normalmente por evaporación, escurrimiento superficial, transpiración de las plantas, y percolación a través del perfil.

Desde el punto de vista hidrológico, una de las grandes ventajas del sistema de no laboreo o laboreo mínimo, es la capa de restos vegetales que queda cubriendo el suelo, lo que reduce la evaporación en las primeras etapas del crecimiento del cultivo (Bennett O.L, Mathias E.L, 1973 y Shanolts V.D, Lillard J.H, 1969; citado por Díaz y Sanguinetti, 1981) y favorece la infiltración por disminución del escurrimiento superficial.

En las etapas iniciales del cultivo, cuando éste aún no cubre el suelo, las pérdidas por evaporación causan importantes deficit en el caso de laboreo convencional, que luego disminuyen a medida que el suelo se cubre.

El agua en los primeros centímetros del perfil, siempre es mayor en el caso del mínimo laboreo que en caso de laboreo convencional, coincidiendo con la zona de mayor actividad radicular de los primeros estadios de crecimiento (Díaz y Sanguinetti, 1981).

Permitiendo así un mayor desarrollo de plantas en las primeras etapas, dándole una ventaja que se mantiene a lo largo de todo el cultivo.

El mayor desarrollo inicial, puede resultar perjudicial si hay períodos de stress hídrico en las etapas posteriores del ciclo, debido a mayores requerimientos de agua por plantas más desarrolladas.

El mayor contenido de agua, crea una mayor conductividad hidráulica y mayor cantidad de agua disponible, lo que hace menos probable situaciones de deficit hídrico en períodos cortos de sequía (Rockwood W.G et al, 1974; citados por Díaz y Sanguinetti, 1981).

En áreas donde el escurrimiento superficial es grande, es donde se hace más importante la presencia de restos vegetales en superficie, aumentando así la tasa de infiltración.

1.2- TEMPERATURA

Para lograr una buena implantación, se deben obtener temperaturas adecuadas a la siembra y días posteriores.

Con los restos que dejó el mínimo laboreo cubriendo el suelo, éste se calienta más lentamente, debido a que esos restos no permiten absorber todos los rayos solares (Adams J.E, 1965; Griffith et al, 1972; citados por Díaz y Sanguinetti, 1981).

Tanto la temperatura máxima como la mínima, tienden a ser afectadas por esa capa de restos secos; la máxima puede ser reducida de 1 a 3 grados en los primeros 10 cm de suelo (Conell R.R y Finney J.r, 1973; citados por Díaz y Sanguinetti, 1981); y la mínima nocturna es menos afectada en suelos poco laboreados.

En periodos en que la temperatura aumenta, la máxima del suelo desnudo cerca de la superficie es superior a la del suelo bajo restos vegetales; y lo inverso ocurre cuando la temperatura baja (Jones Junior J.N et al, 1963; citado por Díaz y Sanguinetti, 1981).

Las diferencias en las temperaturas máximas son mayores hasta los 30 a 35 días post-siembra, porque el cultivo en ese momento normalmente ya ha cubierto el suelo (Claudharry R.Y y Priher S.S, 1974; citados por Díaz y Sanguinetti, 1981).

La reducción de la temperatura determina una menor evaporación (Bennett et al, 1973; citados por Díaz y Sanguinetti, 1981), lo que sumado a una mayor infiltración aumenta el almacenamiento del agua.

1.3- ESTRUCTURA MACROSCOPICA Y POROSIDAD

Las condiciones estructurales del suelo son de gran importancia para lograr una buena aereación, almacenaje de agua y condiciones favorables para el desarrollo radicular.

La compactación ha sido y es un grave problema que se busca solucionar, reduciendo el número de trabajos mecánicos sobre el suelo tratando de perturbar lo menos posible las condiciones naturales de éste.

La densidad aparente en los primeros 15 cm es mayor en parcelas de mínimo laboreo que las con disqueadas enseguida del arado, luego se igualan a corto tiempo (Free G.R et al, 1963; Lal R., 1974; citados por Díaz y Sanguinetti, 1981).

Se sabe que las raíces de las gramíneas mejoran la agregación de las partículas del suelo y esos agregados tienden a romperse por efecto del laboreo continuo.

La agregación disminuye con los aumentos del laboreo, por lo general la agregación es mayor en superficie que en profundidad, para el laboreo mínimo; pero para el laboreo tradicional ocurre lo contrario. Esto se debe a la mayor acumulación de la materia orgánica en superficie, aunque depende de condiciones de suelo y clima.

La compactación afecta la frecuencia de poros, por donde drena el agua libremente y se produce la extensión de las raíces hacia capas inferiores (Russell et al, 1975; citados por Díaz y Sanguinetti, 1981).

1.4- EROSION

Está ampliamente comprobado la disminución de la erosión con los sistemas de laboreo reducido. También se sabe que la acumulación de restos vegetales en superficie detiene la energía de impacto de las gotas de lluvia y dificulta el escurrimiento del agua, evitando la destrucción de los agregados del suelo y reduciendo las pérdidas de éste.

Las técnicas de laboreo reducido que dejan restos vegetales en superficie dan mayores ventajas cuando mayor es la pendiente (mayores de 2 %) y mayor el escurrimiento superficial (Van Doreen D.M y Ryder C.J, 1962; citados por Díaz y Sanguinetti, 1981).

2- PROPIEDADES QUÍMICAS

Cuando se ara un suelo, se incorpora materia orgánica y se modifica la dinámica del aire, agua y la temperatura. Estos cambios determinan un incremento en la actividad de los microorganismos del suelo (García F. 1980).

La vegetación y los residuos que se incorporan al suelo son de relación C/N superiores a la del protoplasma de los microorganismos del suelo. Y al incrementar la actividad microbiana se hace uso del nitrógeno mineral del suelo, para equilibrar esa relación C/N superior. Este proceso provoca una disminución del nitrógeno disponible para las plantas.

A medida que descompone ese sustrato (vegetación y residuos enterrados), disminuye la población microbiana y los productos resultantes de esa actividad metabólica restituyen el nitrógeno inmovilizado en forma de nitrógeno

disponible para las plantas.

2.1- NITROGENO EN EL SUELO

Es un elemento indispensable para la vida de la planta y sus efectos se dejan sentir principalmente sobre el crecimiento, rendimiento y calidad de grano (Llanos Company M., 1984).

Suelos y plantas ofrecen con respecto al nitrógeno un relación particular; ya que la fuente de nitrógeno del suelo de la cual depende el crecimiento vegetal, es a su vez función del crecimiento de las plantas (Rabeffetti A., 1987).

Este mismo autor señala que la mayoría de los suelos agrícolas contienen entre 0,02 y 0,4 % de nitrógeno. Estas cantidades dependen de la acción de una serie de factores, entre los cuales se encuentran: clima, vegetación, topografía y drenaje, material madre, influencia del hombre, etc. El clima tal vez sea el factor más importante en determinar el contenido de nitrógeno en el suelo, actuando a través de la temperatura y las precipitaciones, y regulando el crecimiento vegetal y la actividad microbiana.

La distribución del nitrógeno en el perfil del suelo es variable según el tipo de suelo de que se trate; aunque es dable esperar que exista una mayor concentración en la capa arable del suelo (0-30 cm).

Sin embargo, la cantidad de agua infiltrada en el perfil con el método de siembra directa, y la mayor movilidad del nitrógeno frente al fósforo y potasio, sugieren una mayor lixiviación de $N-NO_2$ en profundidad (Phillips y Young, 1973; Thomas et al, 1973; citados por Anchieri y Magrini, 1981).

La forma en que es absorbido el nitrógeno por las raíces depende de la especie vegetal, de la edad de la planta y de las condiciones del medio (pH, concentración de otros elementos, contenido de materia orgánica, calor, etc.); (Llanos Company M., 1984).

El nitrógeno del suelo en su mayor parte se encuentra bajo forma orgánica, y también en formas inorgánicas como ser: óxido nítrico, óxido nítrico, amonio, nitrito y nitratos. Estas tres últimas formas inorgánicas son las que se presentan en la solución del suelo y son cualitativamente importantes ya que serán las que los

plantas utilizen.

El maíz absorbe la mayor parte del nitrógeno en forma de nitratos, si bien cuando la planta es joven puede tomar del suelo más rápidamente las formas amoniacales que las nítricas. Al final del ciclo la proporción de nitrógeno absorbido en forma nítrica llega a ser 90 % del total extraído del suelo (Llanos Company M., 1984).

Sin embargo, estas formas inorgánicas del nitrógeno se encuentran en el suelo en cantidades relativamente pequeñas (menos del 2 % del nitrógeno total), el resto se encuentra en forma orgánica (Rabuffetti A., 1987).

Las cantidades de iones NO_3 y NH_4 que son las que absorben las plantas, dependen de las reservas de nitrógeno agregado. Este nitrógeno orgánico liberado depende del balance que existe entre los factores que afectan la mineralización, la inmovilización y las pérdidas del suelo (Rabuffetti A.; 1987).

Llanos Company M. (1984) al igual que Rabuffetti (1987), señala que la parte del nitrógeno existente en el medio nutritivo es absorbido por las raíces bajo forma de ión NO_3 , y para esto es importante que los procesos de nitrificación se desarrollen en forma activa en el suelo. Para que esto ocurra, además de la temperatura mayor a 10 grados Celcius en el suelo, éste debe estar bien aerado mediante un laboreo cuidadoso y oportuno, y drenados adecuadamente para que no haya exceso de agua.

2.1.1- Fuentes de nitrógeno

Podemos realizar una división de las posibles fuentes de nitrógeno ha ser aplicadas en el suelo para que sean utilizadas por las plantas. Es así que podemos encontrar fuentes orgánicas de nitrógeno y fuentes químicas (fertilizantes).

2.1.1.1- Fuentes orgánicas del nitrógeno

Dentro de éstas encontramos al estiércol y a los restos vegetales de cosecha o de cultivos.

- Estiércol: Puede ser un buen complemento para aplicarlo en otoño (Llanos Company M., 1984). Este autor señala que esta fuente de nitrógeno presenta una serie de ventajas y desventajas. Dentro de las primeras se encuentran: a) contribuye a mejorar la estructura física del suelo; b) facilita la lenta liberación de elementos nutritivos; c)

mejora la retención de agua.

Como desventajas señala a las siguientes: a) una mala incorporación puede resultar riesgosa para el crecimiento radicular; b) si contiene mucha paja dificulta la asimilación del nitrógeno del suelo ya que aumenta la relación C/N; c) un exceso de estiércol antes del cultivo puede ocasionar enfermedades a las plantas.

- Restos vegetales de cultivos o de cosecha: Los restos vegetales que quedan en el suelo luego de la cosecha son otra fuente de nitrógeno y de otros elementos, los cuales pueden ser utilizados por el maíz con mayor o menor eficiencia (Llanos Company M., 1984).

La práctica de efectuar el doble cultivo en un mismo año agrícola permite la realización de la siembra directa del cultivo de segunda (verano); ya que se evita la preparación de la sementera. En este sistema, adquiere importancia el efecto residual dejado por el rastrojo de invierno sobre la implantación del cultivo de verano (Anchieri y Magrini, 1981).

Las características químicas, físicas y biológicas que deja el rastrojo, influyen directamente en las condiciones de instalación y en los rendimientos del cultivo de verano. Según Anchieri y Magrini (1981) un buen rastrojo debe ser aquel que deja al suelo con buenas características estructurales, abundante humedad para la germinación, bajo enmalezamiento y libre de sustancias fitotóxicas; esto depende la especie y del rendimiento en materia seca del cultivo de invierno.

El nitrógeno orgánico incorporado por esta fuente al suelo no puede ser usado como tal sin antes sufrir un proceso de transformación en el suelo (mineralización) por la acción de microorganismos que aporten el nitrógeno en forma asimilable para las plantas (NO_3). La actividad mineralizadora de los microorganismos del suelo exige de ciertas condiciones, como ser: pH próximo a la neutralidad; temperatura y humedad adecuada; un mínimo de N, P, K, y Ca en el suelo (Llanos Company M., 1984).

Los residuos con baja relación C/N permiten una mayor mineralización del nitrógeno y por consiguiente un mayor aporte para el crecimiento de las plantas. Por el contrario, los residuos con alta relación C/N promueven la inmovilización del nitrógeno, lo que llevaría a un descenso en la disponibilidad del mismo para el cultivo (Black, 1975).

2.1.1.2- Fuentes químicas de nitrógeno.

La elección del fertilizante nitrogenado para Llanos Company (1984) depende de : a) costo efectivo por unidad de nitrógeno; b) características físicas del fertilizante, sobretodo las que afectan su conservación y formas de aplicación y descomposición en el suelo; c) características químicas y efectos sobre el suelo.

En varios trabajos de investigación se han probado distintas fuentes químicas de nitrógeno. La bibliografía consultada cita como los más usados a tales efectos a: urea, nitrato de amonio, y la solución urea-nitrato de amonio (UAN).

La urea es el fertilizante nitrogenado sólido con mayor porcentaje de nitrógeno (46 %). Una vez aplicada al suelo sufre una serie de transformaciones donde una parte puede irse a la atmósfera y otra reaccionar con el suelo para dar iones asimilables por la plantas.

La existencia de cierta humedad en el suelo y/o la incorporación del fertilizante al suelo reducen casi a cero la posible pérdida de nitrógeno como NH_3 debido a una hidrólisis rápida con el suelo cuando es aplicada a un suelo desnudo o cubierto por una pastura (Rabuffetti A. 1987).

La eficiencia de absorción del nitrógeno en muchos estudios ha sido influida por la fuente del fertilizante nitrogenado. Muchos investigadores han usado nitrato de amonio como forma de terminar con las pérdidas de amonio que ocurrían con la aplicación de urea (Vitosh et al , 1984).

Bandel et al (1980) en Maryland, Moschler y Jones (1974) citados por Vitosh (1984) en Virginia, y Fox y Hoffman citados por Vitosh (1984) en Pensylvania, encontraron variados resultados al comparar la efectividad de la urea, solución UAN y nitrato de amonio. Todos ellos concluyeron que la variabilidad fue debida a la relación entre las lluvias y el tiempo de aplicación. Cualquier lluvia ocurrida a poco de aplicado el fertilizante resultó en diferencias pequeñas o inexistentes entre las distintas fuentes de nitrógeno.

2.1.2- Métodos de aplicación del fertilizante

Los métodos de aplicación comunmente usados

para el fertilizante nitrogenado son: al voleo en superficie, al voleo e incorporado, e incorporario localizado en la hilera del cultivo.

2.1.2.1- Aplicación del fertilizante en la hilera del cultivo

En la zona norte de Estados Unidos en suelos de alta fertilidad el fertilizante aplicado en la hilera promueve el crecimiento rápido y uniforme, sobre todo cuando el suelo está frío y húmedo. Para suelos de fertilidad media a baja, se aplica el fertilizante como un suplemento al que contiene el suelo. El aplicarlo en la hilera es conveniente para asegurarles a las plantúlas una cantidad abundante de nutrientes (Aldrich S., 1974).

Este autor sostiene que el hecho que la fertilización localizada en la hilera pueda reducir los rendimientos no es muy claro que así suceda, ya que la dependencia con el clima determinará que dicha práctica sea segura o no. La ventaja de esto afirma el autor, radica en que el cultivo así fertilizado soportará mejor el clima seco que uno sin fertilizar.

En un reporte realizado en 1987 (Sandell farm nitrogen ridge-till study) sobre el laboreo encamellonado y la fertilización nitrogenada en dos tipos de suelos, se compara a un control con tres formas de aplicación de nitrógeno y cinco dosis. Las tres formas de aplicación fueron: al voleo; aplicado en la entrefila; y aplicado en el surco. Los rendimientos de maíz para ese año fueron menores que los obtenidos en el año anterior a raíz de una mejor distribución de las lluvias. No existió una interacción positiva entre las dosis de nitrógeno y los métodos de aplicación. La respuesta de los tratamientos localizados fue significativamente mejor que la fertilización superficial al voleo, pero no fue significativa la diferencia entre los dos tratamientos de fertilización localizada.

2.1.2.2- Aplicación del fertilizante al voleo

Este método de aplicación presenta una serie de ventajas y desventajas según Aldrich S. (1974).

Las ventajas serían las siguientes: a) requiere menos trabajo que con una sembradora; b) la tarea puede realizarse antes o después de la siembra; c) los nutrientes vegetales utilizados tienen un menor precio (green), porque el que se usa localizado en Estados Unidos

es otra fuente, pero esto depende de cada mercado particular; d) el fertilizante distribuido al voleo y enterrado posteriormente con el arado queda a una profundidad mayor que el aplicado con una sembradora; e) la aplicación del nitrógeno superficial es efectiva en periodos húmedos.

Dentro de las desventajas que menciona dicho autor están: a) hay un mayor contacto entre el suelo y el fertilizante lo que es un inconveniente para el fósforo y otros micronutrientes en suelos fuertemente ácidos o alcalinos; b) una cantidad pequeña es menos eficaz al voleo que si se aplicara en la hilera; c) produce una distribución menos uniforme del fertilizante.

2.1.2.3- Métodos de aplicación y eficiencia de absorción del nitrógeno.

La aplicación de fertilizantes nitrogenados pueden afectar grandemente la eficiencia de absorción del nitrógeno.

Bandel et al (1980), Mengel et al (1982) y Touchton et al (1982) concluyeron que el bandeo o la inyección de nitrógeno debajo de la superficie del suelo resultó en un aumento de la absorción del nitrógeno.

A su vez Touchton y Hargrove (1982) encontraron que la aplicación en bandas de la solución urea - nitrato de amonio (UAN) resultó ser cercana a la máxima eficiencia del nitrógeno aún si ésta no era inyectada.

La mayor eficiencia del fertilizante aplicado localizado debajo del suelo, es generalmente atribuida a una reducida volatilización del amonio (NH_4^+) y a una reducida inmovilización de los residuos superficiales (Vithosh et al 1984).

Según Vithosh et al 1984), la aplicación preferida de nitrógeno en muchos sistemas conservacionistas del laboreo, es la inyección o incorporación del fertilizante debajo de la superficie del suelo.

Algunos fertilizantes como la solución de anhídrido de amonio y la solución UAN se adaptarían a esta forma de aplicación, pudiendo aplicarlos antes de la siembra o dejarlos para postemergencia. Mientras que el nitrato de amonio (34 % N) es la fuente de nitrógeno adecuada para la aplicación superficial, ya que las pérdidas por volatilización son menores que las que ocurren con la urea y la solución UAN aplicadas superficialmente.

Se mencionan pérdidas mayores al 30 % cuando la urea es aplicada superficialmente si ocurre un periodo de siete días cálidos, secos y sin lluvias enseguida de la aplicación.

Malhi y Nyborg (1985) en un estudio llevado a cabo en Canadá evaluaron el efecto de diferentes técnicas de aplicación sobre la eficiencia de la aplicación en otoño y primavera con urea y agua amoniacal en otoño.

Dicho estudio se realizó sobre 14 ensayos de campo con aplicaciones de otoño durante tres años, con el objetivo de encontrar si los incrementos de los rendimientos y la absorción de cebada son consistentes cuando la urea fue aplicada en otoño en bandas y en montones comparada a la mezcla convencional dentro del suelo. Dicha aplicación de la urea dio altos rendimientos en grano, recuperación del nitrógeno en el grano y en el grano más la paja (chala), cuando la aplicación fue hecha en bandas separadas a 46 cm que cuando la urea fue incorporada dentro del suelo de manera convencional.

Los incrementos de los rendimientos en grano que se obtuvieron para la urea incorporada en otoño en bandas y en montones y la incorporación de la misma en primavera respecto a la aplicación convencional, fueron 810, 1220, 1530 y 1680 kg/há respectivamente.

Así como la urea, el agua amoniacal aplicada en otoño en montones produjo altos rendimientos en grano, absorción de nitrógeno por el grano y la planta en general, comparado con la inyección en bandas del agua amoniacal.

Las aplicaciones en primavera de urea en montones fueron inferiores al bandeado a la mezcla de urea con el suelo, a menos que el espacio entre los montones se reduzca de 46 x 46 cm a 23 x 23 cm, o la aplicación de la urea en esa forma se haga dos semanas antes de sembrar con el subsecuente laboreo.

2.2- EFECTO SOBRE LOS RENDIMIENTOS DE MAIZ DE LA INTERACCION LABOREO-NITROGENO

Poco se sabe acerca de la relativa eficiencia de la urea, de la solución UAN y del nitrato de amonio cuando se fertiliza la superficie del suelo bajo el no laboreo de maíz.

Bandel et al (1980) afirman que los fertilizantes

usados en el no laboreo para maíz, han sido el nitrato de amonio y el sulfato de amonio. A tales efectos dichos autores compararon distintas fuentes de nitrógeno durante tres años bajo no laboreo con distintas dosis para suelos arcillosos de los Estados Unidos, y su incidencia sobre los rendimientos.

Ellos llegan a la conclusión que las pérdidas de amonio ($N-NH_4^+$) por aplicación superficial de la urea en condiciones de campo, raramente pueden ser predecidas con razonable certeza. Sobre suelos ácidos el nitrato de amonio resultó ser superior a las otras fuentes de nitrógeno (urea y UAN) en tres de los cuatro casos donde el rendimiento potencial y las respuestas al nitrógeno fueron altas. Para el no laboreo afirman ellos, la urea y la solución UAN deberían ser aplicadas en bandas debajo de la superficie del suelo.

En sistemas de no laboreo donde el laboreo no es una práctica común, los fertilizantes nitrogenados como la urea y el nitrato de amonio son frecuentemente superficialmente al lado del cultivo y algunas veces son usados juntamente en contacto con herbicidas (Touchton y Hargrove, 1982).

El manejo del no laboreo está ganando popularidad debido a su potencial para la conservación del suelo, energía y agua (Gallaher, 1977; Langdale et al, 1978; Vaughan et al, 1977; citados por Touchton y Hargrove, 1982).

Desde que el fertilizante nitrogenado representa una porción considerable de los costos de producción y de la energía requerida por el cultivo en hilera, la pérdida de nitrógeno por volatilización puede restar algunas ventajas del no laboreo con respecto a la conservación de energía.

La urea ha sido reportada como la menos eficiente que otras fuentes de nitrógeno cuando se la incorpora bajo condiciones de campo (Gasser, 1964; Volk, 1966; Wells et al, 1978; citados por Touchton y Hargrove, 1982). De cualquier modo, debido a las ventajas en producción y manejo, la urea ha llegado a ser una de las mejores fuentes de los fertilizantes agrícolas (Bridges, 1980; citado por Touchton y Hargrove, 1982).

Las aplicaciones no superficiales de urea en sistemas de no laboreo, no siempre resultan en un decrecimiento de la eficiencia del nitrógeno.

Existe la posibilidad de que grandes cantidades de nitrógeno puedan ser perdidas por volatilización en estos sistemas de laboreo por distintas razones: a) los fertilizantes nitrogenados no son generalmente incorporados; b) el nitrógeno es frecuentemente aplicado en soluciones que son mezclados con herbicidas y aplicados al voleo; c) la acumulación de materia orgánica y el aumento de la actividad biológica en la superficie del suelo pueda estimular la actividad de la ureasa, asegurando una rápida descomposición de la urea.

Touchton y Hargrove (1982) sobre suelos del estado de Georgia (EEUU) realizaron un estudio con el objetivo de comparar la eficiencia de distintas fuentes de nitrógeno y los métodos de aplicación en sistemas de no laboreo para la producción de maíz. Ellos arriban a resultados donde los rendimientos en grano comparando las tres fuentes de nitrógeno usadas (urea, nitrato de amonio y UAN), fueron mayores aplicando nitrato de amonio, le siguió la solución UAN y por último la urea. Comparando los tres métodos de aplicación (bandas superficiales, bandas incorporadas y superficial al voleo), para la solución UAN fueron observadas pocas diferencias entre las aplicaciones en bandas superficiales e incorporadas.

La aplicación superficial al voleo tuvo rendimientos considerablemente menores, y la absorción del nitrógeno fue evaluada por la concentración de nitrógeno en la hoja de la espiga. La conclusión a que arriban estos investigadores es que la urea no es una fuente eficiente de nitrógeno para sistemas de no laboreo y es especialmente ineficiente tanto cuando es aplicada en solución como al voleo.

Las prácticas de laboreo tienen una marcada influencia sobre las propiedades del suelo y sobre la disponibilidad de nutrientes para las plantas.

Los sistemas de laboreo reducido o no laboreo dejan una capa de residuos sobre la superficie del suelo que puede resultar en un incremento del contenido de agua del suelo, reducir las temperaturas del suelo durante la estación de crecimiento y pueden llevar a incrementar el nitrógeno perdido a través del lavado o de la desnitrificación (Thomas et al, 1973; Unger, 1978; citados por Mengel et al, 1982).

Las oportunidades de incorporar los fertilizantes nitrogenados debajo de los residuos dejados en sistemas de

laboreo reducido son limitadas (Mengel et al, 1982).

En adición a las pérdidas de nitrógeno desde el sistema suelo-planta, una significativa porción del nitrógeno aplicado en sistemas de no laboreo, o laboreo reducido puede ser inmovilizado por los residuos dejados en el suelo y reducir así la cantidad de nitrógeno disponible para el crecimiento del cultivo (Doran, 1980; citado por Mengel et al, 1982).

Mengel et al (1982) en un trabajo buscaron las formas de aplicación de distintas fuentes de nitrógeno para dos tipos de laboreo (laboreo convencional y no laboreo), como forma de evitar las pérdidas de nitrógeno y mejorar la eficiencia en el uso del nitrógeno aplicado. Los resultados de sus trabajos demostraron que la aplicación debajo de la superficie del suelo del NH_3 y UAN, o la incorporación de UAN o urea por el laboreo secundario, resultaron en una mejora de la eficiencia del uso del nitrógeno.

Coincidentemente con Bandel et al (1980) y Hargrove (1977), Mengel et al (1982) afirman que la volatilización del nitrógeno es la causa significativa de las pérdidas del mismo cuando la urea es aplicada superficialmente; sobretodo cuando grandes cantidades de residuos son dejados en la superficie del suelo.

La inyección dentro del suelo y lejos de la concentración de residuos de la superficie, puede también reducir la inmovilización del nitrógeno por los organismos del suelo responsables de la descomposición de los restos de cosechas.

Doran (1980) citado por Mengel et al (1982), ha mostrado que la población microbiana y los niveles de carbono y nitrógeno en la superficie para el no laboreo son altos comparados a los del laboreo convencional. La aplicación subsuperficial del fertilizante puede reducir la inmovilización e incrementar la disponibilidad del nitrógeno aplicado para el cultivo.

Este tipo de aplicación del fertilizante nitrogenado para no laboreo y en menor grado para el laboreo convencional, resultó en altos rendimientos en grano y en contenido de nitrógeno en la hoja. Según las formas de aplicación, la localización fue superior en rendimiento en grano y en concentración de nitrógeno en la hoja y en el grano, lo que demuestra un uso más eficiente del nitrógeno que la aplicación superficial.

Frecuentemente se requiere más fertilizante nitrogenado en siembras directas de cultivos cerealeros para obtener su máximo rendimiento que cuando el cultivo crece bajo laboreo convencional. Esto ha sido variablemente atribuido a bajas poblaciones de plantas, gran competencia de malezas y restringido desarrollo radicular (Cannell et al, 1977).

En Estados Unidos se han llevado a cabo investigaciones para medir el efecto del laboreo y la fertilización nitrogenada sobre los rendimientos de maíz. A tales efectos se ha comparado el laboreo convencional con el no laboreo, encontrándose en algunos suelos una menor respuesta en el no laboreo debido tal vez a una menor mineralización del nitrógeno (Kitur et al, 1984; Rice y Smith, 1984; citados por Doran y Smith, 1987), y a una limitante climática, llegando a un techo de los rendimientos menor a 5 t/há en Nebraska, EEUU (William et al, 1985; citado por Doran y Smith, 1987).

La información indica que no se podría esperar una única relación entre el efecto del laboreo y las respuestas al nitrógeno del maíz.

Dichas relaciones dependen del manejo anterior de la chacra, y el tiempo desde que se aplica un sistema de laboreo, del clima y el suelo (Doran y Smith, 1987).

Otros autores encontraron una tendencia similar en chacras que venían de laboreo convencional al compararlas con el no laboreo; observando así que el laboreo reducido requería más nitrógeno para llegar a rendimientos iguales a los del laboreo convencional; pero éste tiene rendimientos mayores aún sin nitrógeno (Meisinger et al, 1985; citado por Mc Gill y Myers, 1987).

Algunos investigadores han encontrado que bajas dosis de nitrógeno para no laboreo frecuentemente resultaron en severas deficiencias de nitrógeno en el cultivo de maíz, mientras que bajo el laboreo convencional no existieron tales deficiencias (Bandel V.A, 1985).

El manejo adecuado para no laboreo de maíz, tiene el potencial de sobrepasar los rendimientos del laboreo convencional, e incluso de usar más eficientemente el nitrógeno.

Experiencias llevadas a cabo en Maryland, EEUU; han demostrado que los diferentes requerimientos de nitrógeno que tienen ambos sistemas de laboreo han variado desde

menos de 10 a más de 60 lb/A. La magnitud de estas diferencias depende de algunos factores como ser: tipo de suelo, historia agrícola previa, lluvias estacionales y temperatura, pH del suelo, etc. Todos estos son factores que influyeron en el nivel de nitrógeno residual disponible para el crecimiento del cultivo (Bandel V.A, 1985).

La eficiencia relativa del nitrógeno en el rendimiento en grano disminuye para ambos sistemas de laboreo al aumentar la dosis de nitrógeno; pero la eficiencia para el no laboreo fue siempre superior que el laboreo convencional.

Un manejo apropiado del no laboreo puede esperarse por el uso más eficiente del nitrógeno, producir altos rendimientos y retornar más ganancia por acre que el laboreo convencional (Bandel V.A, 1985).

Este autor sostiene al igual que otros ya mencionados, que bajo el no laboreo el nitrógeno puede ser perdido por algunos procesos que se suceden en el suelo como ser volatilización, denitrificación e inmovilización biológica. Sostiene así mismo que con excepción de la lixiviación, todos estos procesos pueden ser más serios bajo no laboreo que bajo laboreo (convencional).

Cruse R.M. (no publicado) afirma la necesidad de desarrollar un sistema de laboreo y fertilización para controlar la erosión e incrementar la eficiencia de uso de los fertilizantes. Según este autor un sistema que puede ser prometedor sería la combinación del laboreo en camellones con aplicación del nitrógeno en el camellón.

Mediante el desarrollo de un inyector que deje el fertilizante 4 a 6 pulgadas de profundidad sin alterar mayormente la superficie del suelo, se permitiría ubicar el fertilizante en el camellón directamente en la hilera; lo cual traería aparejado una serie de ventajas: a) la forma del camellón puede ser tal que el agua de lluvia corra fuera del camellón y se infiltre en la zona de la entrefila, reduciendo de ese modo el lavado de los nitratos bajo la fila. También la evaporación será mayor que la de la entrefila, atrayendo agua y nitratos a la zona del surco o camellón. b) la disponibilidad de nutrientes sería alta; debería ocurrir una proliferación de raíces en la zona de aplicación del nutriente, incrementando la eficiencia de absorción del mismo. c) la aplicación localizada permite la fertilización del cultivo sin una fertilización indiscriminada de todas las plantas, incluyendo malezas, que crecen en la capa arada.

B- EFECTO DEL SISTEMA DE LABOREO SOBRE EL CRECIMIENTO DE LAS PLANTAS

1- GERMINACION

El laboreo convencional afina los primeros centímetros del suelo para permitir un mejor contacto de la semilla, pero pueden ocurrir riesgos de encostramientos serios, si luego del afinamiento llueve y se dan vientos secos y calientes. Por lo que es necesario pasar una herramienta para romper esa costra.

La preparación de la sementera trae pérdidas de humedad que van a afectar la germinación; por lo consiguiente, debido a condiciones de climas diferentes se usan distintas estrategias de laboreo. En condiciones calientes y secas con el mínimo laboreo (arado-siembra), se espera una mayor absorción de agua por las semillas (Bennett D.L et al, 1973; citados por Díaz y Sanguinetti, 1981).

Lo inverso ocurre en condiciones húmedas y frías, donde el laboreo convencional mejora la aereación y permite la ocurrencia de temperaturas más altas (Banner R. y Barermans W.U, 1973; citados por Díaz y Sanguinetti, 1981) ya que hay sombreado por parte de los restos vegetales.

2- DESARROLLO RADICULAR

El sistema de laboreo va a afectar el desarrollo radicular, en la medida que afecta el grado de compactación del suelo. El perfil de temperatura y la localización o no de nutrientes, que varían con el sistema de laboreo, también afectan al desarrollo radicular.

Poco desarrollo radicular puede reflejarse en poca producción, por absorber menos agua (Retcherson W.O, 1980; citado por Díaz y Sanguinetti, 1981).

En el mínimo laboreo hay mayor compactación que en convencional en los primeros centímetros del perfil, lo que puede provocar un menor desarrollo radicular en las primeras etapas.

La continuación de poros y canales en profundidad, es de gran importancia para el desarrollo radicular (Russell R.S et al, 1975).

La presencia de restos vegetales en superficie aumenta el crecimiento radicular en los primeros 15 cm del suelo (Chauderry H.R. et al, 1974; citado por Díaz y Sanguinetti, 1981).

3- AREA FOLIAR

Es la parte aérea responsable de la fotosíntesis y determina la disponibilidad de carbohidratos de para cumplir funciones de mantenimiento de la planta para su propio crecimiento y para llenar el grano cuando éste lo demande.

Pendleton y Harmond (1969) citados por Pena y Tarallo (1983), observaron que el potencial fotosintético relativo de las hojas del tercio superior, era dos veces mayor que las del tercio inferior; la eficiencia de las hojas decrece desde la parte superior a la base de la planta.

Para una defoliación de las cinco hojas inferiores, Prine (1961) citado por Pena y Tarallo (1983), afirma que el rendimiento se reducía en un 11 % mientras que extrayendo las cinco hojas superiores se reducía más o menos un 20 %.

Los componentes del rendimiento que se verían más afectados por la remoción del área foliar serían el peso y el número de granos (Arenbe, Hareors y Zuber, 1976; citados por Pena y Tarallo, 1983).

La máxima área foliar obtenida durante la floración esta determinada en parte por la densidad de población. Al aumentar la población disminuye el área foliar por planta por un menor número de hojas (Bonaparte et al, 1975; citado por Pena y Tarallo, 1983).

4- CONTROL DE MALEZAS

Las labores mecánicas secundarias en el cultivo de maíz tienen como objetivo el control de malezas y la remoción del suelo.

Las malezas compiten con el cultivo por agua y nutrientes (Remison, 1979; Swason, 1977; citados por Fernández G., 1982), por lo que exigen un importante control debido a que el maíz tiene una alta sensibilidad a los déficit hídricos.

1- CLASIFICACION DEL DAÑO PROVOCADO POR LAS MALEZAS Y SU COMPETENCIA

De todos los factores que afectan al cultivo de maíz, el más importante es el control de malezas (Danielson, 1970; Rossi, 1980; citados por Amézaga y Mattiauda, 1984).

Se han encontrado pérdidas ocasionadas por malezas entre un 10 y un 64 por ciento del rendimiento (Rossi, 1980; citado por Amézaga y Mattiauda, 1984).

El daño provocado por las malezas no solo está dado por el número, sino por el tipo de malezas existentes. Ese daño va a estar determinado por: factores de competencia, componentes del rendimiento afectados por las malezas y momento crítico de competencia.

1.1- FACTORES DE COMPETENCIA

Las variaciones que se dan en los rendimientos en parcelas enmalezadas, pueden estar explicadas por las diferentes condiciones ambientales encontradas en la tierra (Pergamino, Argentina; citado por Fernández G., 1983).

Además se encontraron disminuciones del 50% en el contenido de agua en los suelos y 20 % en contenido de nitrógeno, en hojas de parcelas enmalezadas frente a desenmalezadas.

Alkamper (1976) citado por Amézaga y Mattiauda (1984), sostiene que una de las formas de evitar el daño provocado por las malezas es mediante su activo control y la otra forma es por la aplicación de altas dosis de fertilizantes; siempre y cuando la infestación no sea muy grande, porque las malezas compiten más que el cultivo por los nutrientes y entonces el fertilizante actuará en forma depresiva.

Hay trabajos que no han encontrado interacción nitrógeno - control de malezas, mostrando total independencia entre estos dos factores; y además demuestran que sin un control eficiente de las malezas, la aplicación de nitrógeno no aumenta los rendimientos por el aumento de competencia con el maíz (Ramírez, 1972; citado por Amézaga y Mattiauda, 1984).

A pesar de todas las discrepancias existentes, hay coincidencia en que los factores por los cuales compiten

las malezas y el maíz, son principalmente el agua y los nutrientes.

Este concepto queda bien demostrado por el trabajo de Rossi (1976) citado por Amézaga y Mattiauda (1984), en el que se obtienen diferencias significativas en los porcentajes de nitrógeno foliar y cantidad de agua en el suelo entre parcelas enmalezadas y las libres de malezas durante todo el ciclo del cultivo.

En condiciones propicias de humedad y nutrientes, las malezas no afectan en forma importante los rendimientos.

1.2- COMPONENTES DEL RENDIMIENTO AFECTADOS POR LAS MALEZAS

Los factores de competencia mencionados anteriormente, van a afectar diversos aspectos del cultivo, como ser: número de plantas a la cosecha, donde se han encontrado reducciones de un 44 % en años secos y 17 por ciento en años húmedos para tratamientos enmalezados; número de espigas por planta y peso de la espiga (Fergamino, Argentina; citado por Fernández G., 1982).

De León y Gonnet (1973) y Ramírez (1972) citados por Amézaga y Mattiauda (1984), encontraron que es más importante el peso de la mazorca que el número de éstas por planta. Otro componente que es afectado es la altura de plantas, que sumado a los anteriores disminuyen el rendimiento final.

1.3- MOMENTO CRITICO DE COMPETENCIA

El mayor o menor efecto competitivo de las malezas depende mucho del estado en que se encuentre el cultivo en el momento de convivencia con éstas.

Diferentes trabajos demuestran que el momento en que más inciden las malezas, en el cultivo es desde germinación hasta el comienzo de la etapa reproductiva, siendo su efecto máximo a partir de la cuarta hoja y hasta la octava y décimo segunda hoja, dependiendo de un mayor o menor déficit de agua (Leguizamón, 1976; Rossi, 1976; citados por Amézaga y Mattiauda, 1984), provocando daños irreversibles para el cultivo.

Por eso el desenmalezado a las tercera y séptima semana únicamente es el más beneficioso. La determinación de este período es muy importante porque puede

establecer el momento adecuado para la aplicación de los diferentes métodos de control.

D- EFECTO DE LA POBLACION SOBRE LOS RENDIMIENTOS

El maíz requiere una adecuada estructura para lograr los máximos rendimientos. A diferencia de otros cultivos presenta una baja capacidad para ajustar su estructura y también tiene una baja capacidad de macollar y cubrir espacios vacíos (Fernández G., 1982).

De ahí entonces que una buena estructura se puede lograr planificando antes de sembrar. Esta estructura la podemos dividir de la siguiente forma: - densidad o población de plantas
- distribución en el espacio (distancias entre surcos y entre plantas).

La estructura óptima será aquella que permita la máxima eficiencia en el uso de los recursos naturales durante el ciclo del cultivo.

1- POBLACION

Al ser el agua y los nutrientes minerales los recursos limitantes de la productividad del cultivo, la población de plantas estará determinada por ambos recursos. Hay una correlación de la densidad de plantas con el rendimiento y el peso de las espigas (Fernández G., 1982).

Así por ejemplo a medida que aumenta la población se llega a una situación de óptima utilización y luego de escases, donde se produce una fuerte competencia entre plantas para satisfacer sus requerimientos (Lang, 1956; citado por Fernández G., 1982). Mientras esto sucede el peso de las espigas disminuye constantemente, como se observa en la figura 7; por el cual esto indica que un gran tamaño de espiga no es un índice de altos rendimientos, sino posiblemente lo contrario.

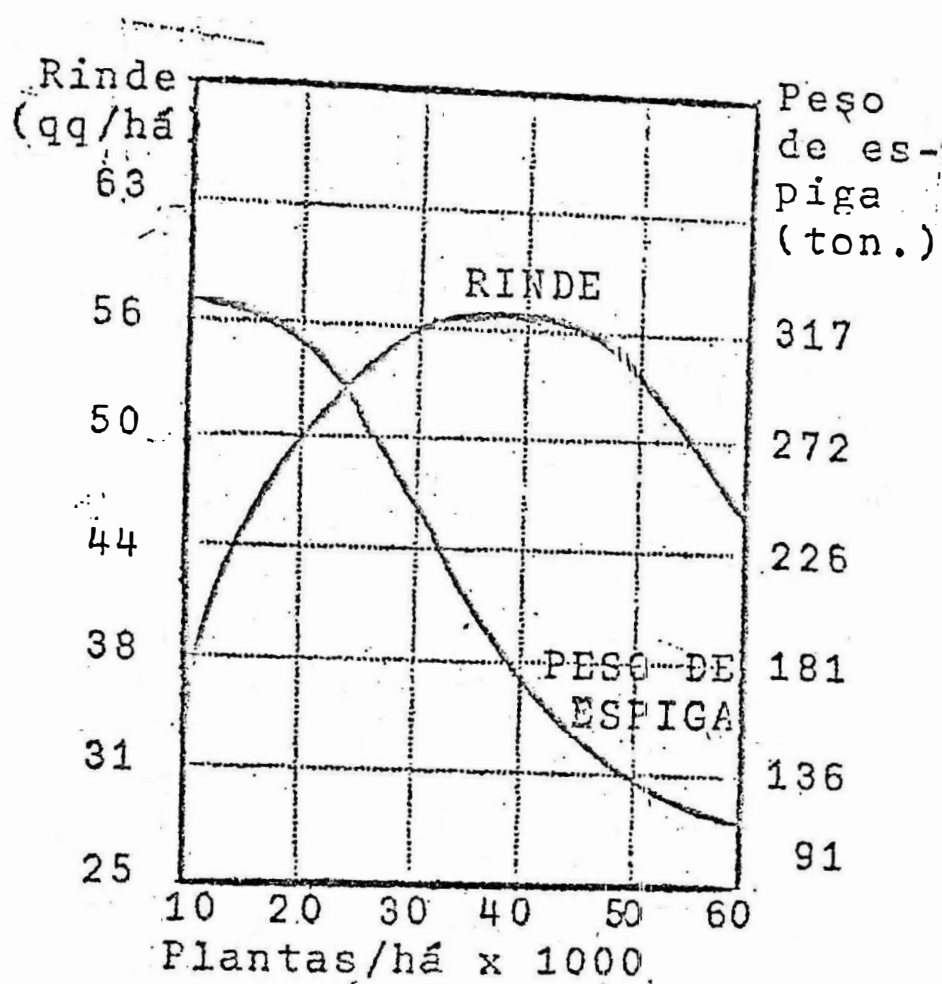


FIGURA 8- Correlación de la densidad de plantas con rendimiento y peso de espigas.

Para obtener rendimientos que hagan rentable al cultivo es necesario introducir métodos de laboreo, dosis y tipo de...

fertilizante con el que las plantas puedan aprovechar mejor la humedad y encontrar en el suelo los principios nutritivos asimilables durante el ciclo de crecimiento y maduración del grano (Llanos Company M., 1984).

El ajuste final de las poblaciones óptimas deberá considerar los efectos de la población sobre el número de espigas por planta y en el tamaño de las espigas. Al incrementarse los límites de una correcta densidad, se incrementa el número de plantas estériles que no forman espigas. Dichas plantas estériles se convierten en malezas, ya que consumen agua y nutrientes sin producir grano. La magnitud de la esterilidad se ve reflejada por la relación espiga:planta, este valor no dependerá solamente de la densidad sino también de factores genéticos, lo cual implica que habrá variaciones entre híbridos.

Poblaciones de 50000 a 60000 plantas por hectárea serán las óptimas recomendables, aunque si bien estas poblaciones dan rendimientos mayores, también es mayor el riesgo de obtener espigas pequeñas sobretodo en veranos secos (Fernández G., 1982).

Por eso al determinar la densidad de siembra hay que considerar un cierto porcentaje de pérdidas como consecuencias de fallas en la germinación y muerte de plantas en los primeros días de desarrollo. Dicho porcentaje oscila entre un 5 y 15 % (Llanos Company M., 1984).

2- DISTRIBUCION

Para una misma población, la intersección de luz es afectada por la distribución de las plantas. Todos aquellos factores de manejo que permiten una iluminación más favorable van a estar determinando una respuesta a una mayor población (Fernández G., 1982).

Esta es la base de la respuesta que se obtiene al usar la distribución como un factor de manejo para solucionar el problema del agua y la luz.

Llanos Company M. (1984) cita que un aumento en rendimiento obtenido con altas poblaciones en filas cercanas se debe a un mejor aprovechamiento de la energía solar interceptada. Si se sembraran equidistantes las plantas, la energía solar captada sería un 15 a 20 % superior a cuando se siembra con una distancia entre filas que es el doble de la distancia entre plantas de la hilera. Tendiendo a una distribución equidistante se pueden lograr

aumentos del rendimiento del orden del 5 al 10 %.

Fernández G. (1982) sostiene que en aquellos cultivos que no tienen ningún factor limitante del crecimiento, la distribución óptima es la equidistante.

Si el factor agua no es limitante, la luz lo será por una mala arquitectura de la planta. Esa mala arquitectura no permite que las hojas cercanas a la espiga fotosintetizen eficientemente por ser sombreadas por las hojas superiores. La forma de solucionar esto es aumentando la distribución (mayor distancia entre hileras) lo que permite una mayor entrada de luz y una mayor entrada de luz.

Este parámetro (distribución) permite realizar un control de malezas en las entrefilas ya que disminuyendo la distribución o aumentando la población se realiza un sombreo temprano en las entre filas (Fernández G., 1982).

E- IMPORTANCIA DE LA DISPONIBILIDAD DE AGUA EN EL SUELO

En explotaciones donde se cumplen prácticas para lograr un buen crecimiento de las plantas, la falta de agua constituye el principal factor limitante para obtener mayores rendimientos de maíz (Aldrich S., 1974).

NECESIDADES HIDRICAS DEL MAÍZ Y EFECTOS DEL DEFICIT HIDRICO

Los rendimientos del maíz tanto en grano como en forraje, presentan una alta correlación con las cantidades de agua aportadas por lluvias o riego.

Las necesidades de agua normales para el cultivo oscilan alrededor de 600 mm (Llanos Company M., 1984).

Durante los primeros estadios de crecimiento, una relativa escasez de agua induce a un mayor crecimiento radicular en profundidad, permitiendo a las plantas resistir mejor posteriormente a las épocas más calurosas.

Aldrich S. (1974) y Llanos Company M. (1984) coinciden en afirmar que el maíz es una de las especies vegetales que a pesar de requerir gran cantidad de agua, es de los cultivos más eficientes en producción de materia seca en relación al agua que utiliza. El maíz requiere 349 l de agua por kilogramo de materia seca. Para la producción de grano el maíz necesita 750 de agua por kilogramo de grano producido (Aldrich S., 1974).

El período crítico para el déficit hídrico del cultivo, abarca desde tres semanas antes del momento en que aparecen las panojas hasta la floración femenina.

Al aumentar la probabilidad de que el cultivo sufra déficit hídrico, también se incrementa la importancia del agua de reserva del suelo (Ferres y Malet, 1982).

Fara Timmons et al (1964) citado por Ferres y Malet (1982), la cantidad de agua de reserva del suelo en la siembra depende de muchos factores entre los cuales se encuentran: lluvias durante el período de reposición de agua en el año anterior; tipo de cubierta de invierno y lluvias en el período de reposición de primavera. Todos estos factores explicarían las variaciones de humedad.

Una cantidad mínima de lluvia con una cierta distribución es necesaria durante el período crítico del cultivo para asegurar el crecimiento aunque el agua de reserva del suelo sea la adecuada.

La falta de humedad del suelo y el tiempo caluroso, puede provocar el aborto de flores y el angostamiento de las hojas superiores; la polinización se ve perjudicada.

Llanos Company M. (1984) y Robin y Domingo (1953) citados por Shaw y Laing (1965), coinciden en que un déficit hídrico en el período crítico (floración) de 1 a 3 días, reduce el rendimiento en un 20 % aproximadamente. También coinciden en afirmar que si dicho déficit se prolonga se 6 a 8 días el rendimiento se reduce en un 50 %.

El déficit hídrico también afecta la fotosíntesis. Baker et al (1964) citado por Pena y Tarallo (1983) encontraron reducciones de 40 a 50 % de la tasa fotosintética en condiciones de deficiencias hídricas. En condiciones de sequía también se encontró que la tasa fotosintética sufre una mayor reducción que la tasa de traslocación.

Boyer (1970) citado por Pena y Tarallo (1983) concluye que la fotosíntesis fue significativamente disminuida cuando el potencial hídrico de la hoja cayó por debajo de $-3,5$ atm.

1- CRECIMIENTO RADICULAR

El suelo afecta a la planta en primer término a través de esos efectos sobre el crecimiento radicular.

El maíz vegeta bien en condiciones de clima húmedo sobre tierra relativamente suelta; en cambio, en lugares de veranos secos se adapta mejor a suelos más pesados con un alto poder de retención de agua (Llanos Company M., 1984).

Russell (1973) citado por Ferres y Malet (1982) sostiene que las raíces pueden crecer en suelos con un adecuado número de macroporos para que ellas puedan penetrar. Si el suelo es compactado, el crecimiento radicular se ve impedido, no pudiendo las raíces ramificarse en las capas duras y solamente pueden penetrar en ellas a través de canales y grietas preexistentes.

Para que las raíces se desarrollen rápidamente en suelos secos, se convierten en factores importantes la extensión radicular y la demanda de humedad por parte de la parte aérea de la planta.

Es importante que el sistema radicular total pueda proporcionar la humedad necesitada por la planta al ritmo requerido.

La eficiencia de extracción de agua y nutrientes del suelo por las plantas depende de la concentración de raíces en la rizósfera.

Las condiciones del suelo que impiden el crecimiento radicular han sido mencionadas como la densidad del suelo y su resistencia.

La habilidad de las raíces a penetrar altas resistencia del suelo aparece como el resultado de una combinación de un pequeño diámetro radicular (Kashiard A.J et al, 1967 citados por Smittle and Williamson, 1977) y una alta presión de crecimiento radicular (Taylor et al, 1969; citados por Smittle and Williamson, 1977).

La suela de arada como consecuencia de la compactación mecánica producida por el laboreo, puede ser rota por un subsolador o una arada profunda, pero la resistencia del suelo es restaurada a su nivel original o mayor por la presión de la rueda del tractor (Tackett et al, 1964; citados por Smittle et al, 1977).

El efecto de la compactación del suelo sobre el crecimiento radicular y otros aspectos relacionados al cultivo ha sido estudiado por varios investigadores.

Una compactación menos severa no afecta grandemente el crecimiento o los rendimientos. En suelos severamente

compactados la reducción del oxígeno fue indicada como la causa del pobre crecimiento, aunque los niveles de oxígeno no fueron determinados (Greig et al, 1964; citados por Smittle et al, 1977).

Las zonas de compactación y/o alta concentración de nutrientes que existe con sistemas de laboreos seleccionados puede alterar el crecimiento radicular de las plantas. Esas alteraciones afectan en forma similar la absorción de agua y nutriente (García F. et al, 1988).

Varios autores han sugerido que para la máxima eficiencia de absorción los nutrientes pueden ser aplicados en las zonas más favorables para el crecimiento radicular.

En el trabajo realizado por Smittle y Williamson (1977) sobre los efectos de la compactación en la eficiencia del uso del agua y nitrógeno, crecimiento radicular y rendimiento de *Cucumis sativus* L.; se afirma que la compactación redujo el crecimiento radicular lo cual se reflejó en un descenso significativo de los rendimientos. También se redujo la absorción del nitrógeno; esto fue atribuido al bajo crecimiento radicular y a la alta movilidad de los nitratos en los suelos arenosos.

Los menores rendimientos de pepino fueron incrementados por una mayor dosis de fertilización nitrogenada aplicada.

La extracción de agua en este trabajo disminuyó en suelos compactados a profundidad, indicando una menor eficiencia de uso. Esa menor eficiencia a profundidades de 15 a 30 cm indicó que la baja eficiencia de uso del nitrógeno fue debida al lavado de los nitratos debajo de la rizósfera.

García F. et al (1988) en un estudio similar al anterior con maíz, donde se evaluaron distintos tratamientos de compactación y fertilización nitrogenada, obtienen resultados donde la absorción del fertilizante nitrogenado fue relacionado a la presencia de las raíces en la zona de aplicación.

Los resultados de su trabajo muestran que los tratamientos de compactación no afectaron significativamente el crecimiento radicular, pero la fertilización nitrogenada tendió a disminuirla. La localización del nitrógeno aplicado tuvo gran impacto sobre la absorción de nitrógeno cuando las zonas de compactación estuvieron presentes que cuando no lo estuvieron. La extracción de agua estuvo directamente relacionada a la densidad radicular en esa zona. Se puede especular que la mayor extracción de agua del suelo puede limitar la

absorción de nutrientes para esas zonas, particularmente bajo condiciones de seca, comparando a lo que ocurriría con métodos más uniformes de aplicación y una más uniforme extracción de agua.

2- PRACTICAS DEL CULTIVO Y APROVECHAMIENTO DEL AGUA

La necesidad de agua por las plantas está en relación directa con el potencial productivo del germoplasma, con la densidad de siembra, fertilización, laboreo, control de malezas y dejar residuos de cosechas en zonas donde las lluvias son escasas.

Para reducir las pérdidas de agua por evaporación y aprovechar la humedad del suelo, una práctica recomendable es dejar los residuos vegetales picados sobre el suelo, ya que además lo protegen de la erosión (Llanos Company M., 1984).

Una mayor población por hectárea requiere más agua, pero el consumo de agua aumenta más lentamente. Esto puede explicarse porque al producirse las pérdidas de agua por evapotranspiración, una mayor densidad de plantas provoca un mayor sombreado del suelo, reduciendo así la evaporación de agua del suelo. También ese mayor sombreado reduce la temperatura de las hojas por lo que se reduce la transpiración (Aldrich S., 1974; Llanos Company M., 1984).

Otra medida de manejo del cultivo que permite hacer un uso más eficiente del agua disponible del suelo es la época de siembra del maíz.

Una siembra temprana permite dicha eficiencia por tres motivos: a) el cultivo realiza un sombreado tempranamente, disminuyendo las pérdidas de agua por evaporación; b) la siembra temprana permite al maíz alcanzar su etapa crítica (floración) con un mayor contenido de agua en el subsuelo; c) las raíces del maíz sembrado en esta época han profundizado en mayor medida cuando usualmente arrecia tiempo cálido y seco, ya que las mismas van a la búsqueda de agua en profundidad (Aldrich S., 1974).

LA INFLUENCIA DEL LABOREO EN LA DISPONIBILIDAD DE AGUA DEL SUELO

Según la bibliografía consultada para lograr una adecuada penetración de agua y reducir el escurrimiento es conveniente reducir al mínimo la preparación de la sementera ya que el laboreo produce la destrucción de los

los agregados del suelo. Un terreno muy trabajado y finamente dividido en la capa superficial impide que el agua de lluvia penetre al suelo en profundidad.

Además un suelo laboreado minimamente estará seco en superficie pero conservará la humedad en profundidad (Aldrich S., 1974; Llanos Company M., 1984).

Aldrich y Lerg (1974) plantean que el empleo de arado cincel para aumentar la capacidad de suministro de agua del suelo mediante la preparación de la capa superior más profunda, tiene poco efecto ya que la profundidad de esa capa superior no es un factor importante porque las raíces penetran por debajo de cualquier capa superior que pueda construirse mediante el laboreo. Además el efecto del arado cincel es temporario en algunas regiones y no afecta el almacenamiento de agua, a no ser que atraviere una capa compacta del suelo ya que es una barrera para el crecimiento radicular y para almacenar agua en profundidad.

El sistema de no laboreo para la producción de maíz ha sido investigado por su eficiencia en la conservación del suelo y del agua para su potencial de producción.

Este sistema es una práctica de manejo aceptada para la producción de soja y maíz por agricultores de Kentucky, EEUU (Blevins et al, 1971).

Estos autores citan estudios de Triplett, Van Doren y Schmidt (1963), donde estos últimos indican que el maíz cubiertos de restos vegetales tuvo un efecto benéfico sobre los rendimientos bajo el sistema de no laboreo; esos rendimientos estuvieron asociados a un incremento de la infiltración del agua y la humedad del suelo.

El hecho de dejar restos vegetales en la superficie en sistemas de no laboreo es altamente efectivo en reducir la evaporación; además la humedad del suelo en los primeros 15 cm fue más alta bajo este sistema de laboreo que para el laboreo convencional (Jony et al, 1968; citados por Blevins et al, 1971).

Sobre suelo de Kentucky la mayor eficiencia en el uso de la humedad del suelo fue la responsable de los mayores rendimientos en grano de maíz bajo no laboreo que los obtenidos bajo laboreo convencional (Blevins et al, 1971).

Estos autores confirman en su trabajo de examinar el efecto de no laboreo vs. el laboreo convencional sobre el agua del suelo, lo mencionado anteriormente por Jony et al (1968); a través de la figura 8.

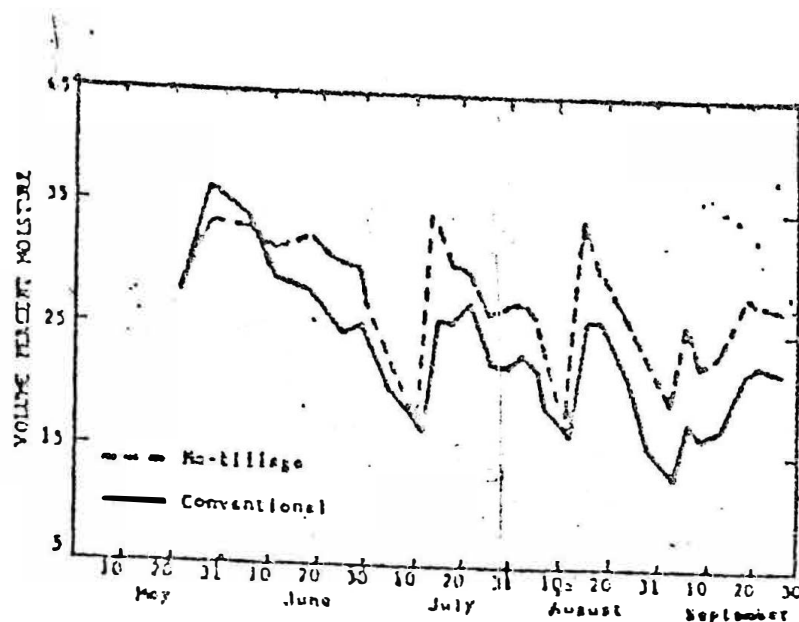


FIGURA 9.- Humedad estacional del suelo para los 23 cm. de profundidad bajo no laboreo (-----) y laboreo convencional (——) en producción de Maiz en 1963. (Blevins et al. ,1971)

La evapotranspiración ha sido bien documentada (Davis J.,1965; Harold L. et al,1959; Peters D. et al,1959; citados por Blevins et al,1971) como el factor que en la primer etapa de crecimiento con el laboreo convencional explica los altos porcentajes de pérdida de agua. Se produce un mayor crecimiento y hay una mayor área foliar, por consiguiente la transpiración es la principal fuente de pérdida de agua.

Bajo condiciones de no laboreo, la menor evaporación y la habilidad del suelo de almacenar humedad resulta en una reserva de agua que puede llevar al cultivo hasta cortos periodos de sequía sin que un stress hídrico perjudique a las plantas en vías de desarrollo (Blevins et al,1971).

4- INFLUENCIA DE LA FERTILIZACION NITROGENADA EN LA DISPONIBILIDAD DE AGUA EN EL SUELO

Cuando algún nutriente es limitante, el crecimiento vegetal disminuye, pero la pérdida de agua por evapotranspiración continúa al mismo ritmo que si las

plantas estuvieran en condiciones óptimas (Aldrich S., 1974).

Aldrich S. (1974) y Llanos Company M. (1984), afirman que el maíz bien fertilizado utiliza más eficientemente el agua y absorbe más cantidad como consecuencia que el sistema radicular es más profundo si existen reservas de agua en el subsuelo, y además a que tiene una mayor capacidad de extraer agua de los poros pequeños y delgadas películas de agua que rodean las partículas del suelo.

Siendo el rendimiento del cultivo más que proporcional a los incrementos de agua y nutrientes suministrados. En un año seco las ventajas se encuentran a favor de una buena fertilización, la que incrementa los rendimientos en casos donde el subsuelo está recargado de agua en el momento de la siembra (Aldrich S., 1974). Además un buen suministro de nitrógeno en los años secos permitirá no tener que reducir la densidad de siembra y obtener un rendimiento unitario casi normal (Llanos Company M., 1984).

En suelos sobre praderas arenosas (Acrisoles y Luvisoles) se observaron respuestas a la fertilización nitrogenada. Y también en chacras viejas donde el nivel de materia orgánica del suelo era muy bajo debido al manejo anterior (Labella, 1976; citado por Ferres y Malet, 1982).

Estol et al (1979) citado por Ferres y Malet (1982), realizaron dos ensayos en dos años con cultivos de maíz bajo riego probando distintos niveles de nitrógeno y fósforo en dos suelos distintos (Vertisol y Brunosol) y con diferentes manejos anteriores (Chacra con horticultura y campo natural). Ellos concluyeron que el maíz en condiciones de riego requiere altas dosis de nitrógeno en chacras con uso intensivo; mientras que en chacras nuevas hay una respuesta del cultivo hasta 75 kg de N/há.

Altas fertilizaciones nitrogenadas mejoran mucho los altos rendimientos en años con adecuadas lluvias, pero no en años secos, lo mismo que suficientes lluvias mejoran los rendimientos si el nitrógeno no es limitante. O sea que la eficiencia del uso del agua es mejorada por la fertilización nitrogenada, y la eficiencia del uso del nitrógeno es aumentada con el suministro de agua (Bleck, 1975).

Ferres y Malet (1982) citan que varios resultados de investigaciones señalan que la mineralización del nitrógeno orgánico del suelo se efectúa a una velocidad gradualmente mayor a medida que el agua del suelo aumenta desde seco al aire hasta capacidad de campo. También hay casos donde la

sequedad del suelo limita más el rendimiento en nitrógeno de las plantas que el de materia seca; esto se da cuando el subsuelo aporta agua pero poco nitrógeno y el suelo superficial suministra nitrógeno pero poca agua.

El fertilizante nitrogenado se aplica a veces en la parte superficial del suelo y es común que no se mezcle con el suelo; esto lleva a una mayor concentración de nitrógeno mineral en la parte superior del suelo, y cuando éste se seca inhibe la absorción por las plantas. Si las mismas no hubieran absorbido en exceso el nitrógeno mineral antes que la sequía inhibiera su absorción y si la reserva de agua del subsuelo permite un crecimiento continuo al sobrevenir una sequía las plantas pueden sufrir una deficiencia de nitrógeno y no de agua (Gadet, 1961, citado por Black, 1975).

Muchos ensayos han señalado que altos niveles de fertilización nitrogenada no son necesarios cuando el potencial de agua del suelo limita el crecimiento (Taylor y Harold, 1972; citados por Ferres y Malet, 1982).

Los efectos de la fertilización nitrogenada sobre el desarrollo radicular son principalmente indirectos, ya que sus efectos usualmente se ejercen sobre la velocidad de crecimiento foliar y de la producción de carbohidratos (Russell, 1964; citado por Ferres y Malet, 1982).

El nitrógeno aumenta la ramificación ya que promueve las hormonas que regulan la iniciación de nuevas raíces. No hay prueba definitiva de que el nitrógeno se precisa en la zona de crecimiento radicular aunque se ha encontrado que la presencia de nitrógeno en el subsuelo favorece el crecimiento de las plantas a pesar de haber buen suministro de nitrógeno en los horizontes superiores (Pierre et al, 1966; citado por Ferres y Malet, 1982).

F- EXTRACCION DE NITROGENO POR EL CULTIVO DE MAIZ

En función del estado vegetativo en que se encuentra el cultivo es la velocidad a la que se absorbe el nitrógeno.

Durante sus primeras etapas de crecimiento la absorción se hace lentamente, y al llegar a la floración la absorción se hace más rápida; de forma tal que al aparecer los estilos de la flor femenina, el maíz ya ha absorbido más de la mitad del total extraído durante todo el ciclo (Llancs Compay M., 1984).

A partir del primer mes, las necesidades medias diarias

de nitrógeno puede situarse en 3 kg /há. Ya al segundo mes se produce una disminución en la velocidad de absorción del nitrógeno y una emigración del nitrógeno asimilado y acumulado hacia las semillas en formación.

Los granos son los que presentan concentraciones más altas de nitrógeno en la planta, contienen cerca del 2 % de nitrógeno sobre el peso de su materia seca. Los tallos y las hojas presentan concentraciones del 0,6-0,8 % de nitrógeno.

Las variedades híbridas seleccionadas por sus rendimientos en grano y su calidad nutritiva, tienen concentraciones más elevadas de nitrógeno en la semillas y las más bajas en sus órganos vegetativos.

Los híbridos de alto rendimiento requieren 30 kg de N por cada tonelada de grano producido.

Aproximadamente 3/4 del nitrógeno extraído del suelo es aprovechado por la planta en la formación de sus órganos reproductivos y semillas (Llanos Compay M., 1984).

En zonas donde es común la práctica del monocultivo y donde es nulo el aporte de fertilizantes nitrogenados, los rendimientos de los cultivos reflejan los procesos naturales de abastecimiento de nitrógeno (lluvias, fijación no simbiótica y eventual fijación simbiótica por leguminosas temporarias). Así rendimientos de trigo entre 600 y 1200 kg/há y de maíz de 800 kg/há pueden ser ejemplos de estas condiciones (Rabuffetti A., 1987).

Según este autor, aquí la extracción por el grano oscila entre 7 y 16 kg/há y valores cercanos al aporte promedio esperado por lluvias y fijación no simbiótica.

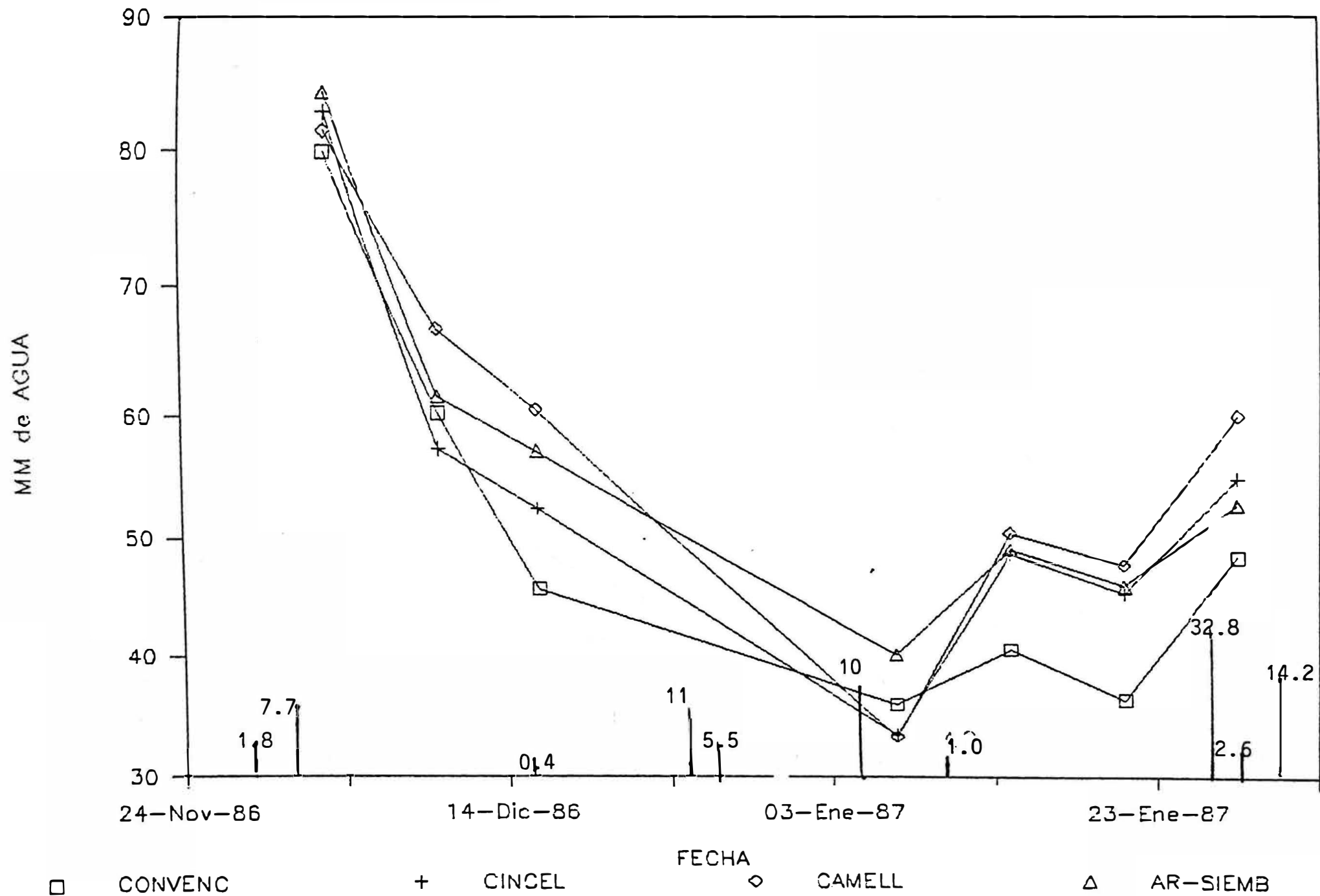
Stojanovic et al (1965) citados por Ferres y Malet (1982), encontraron que el contenido de nitrógeno en el grano fue dos a tres veces el del tallo. El maíz sin fertilizar recuperó entre 100 y 115 kg de N/há; mientras que el maíz fertilizado recuperó entre 30 y 40 % más de nitrógeno, fósforo y potasio que el no fertilizado.

Mengel et al (1982) en su trabajo sobre aplicación de fertilizantes nitrogenados para no laboreo y laboreo convencional del maíz, encontraron que la aplicación superficial del fertilizante para el no laboreo y en menor medida para el laboreo convencional resultó significativos altos rendimiento en grano y contenido de nitrógeno en las hojas.

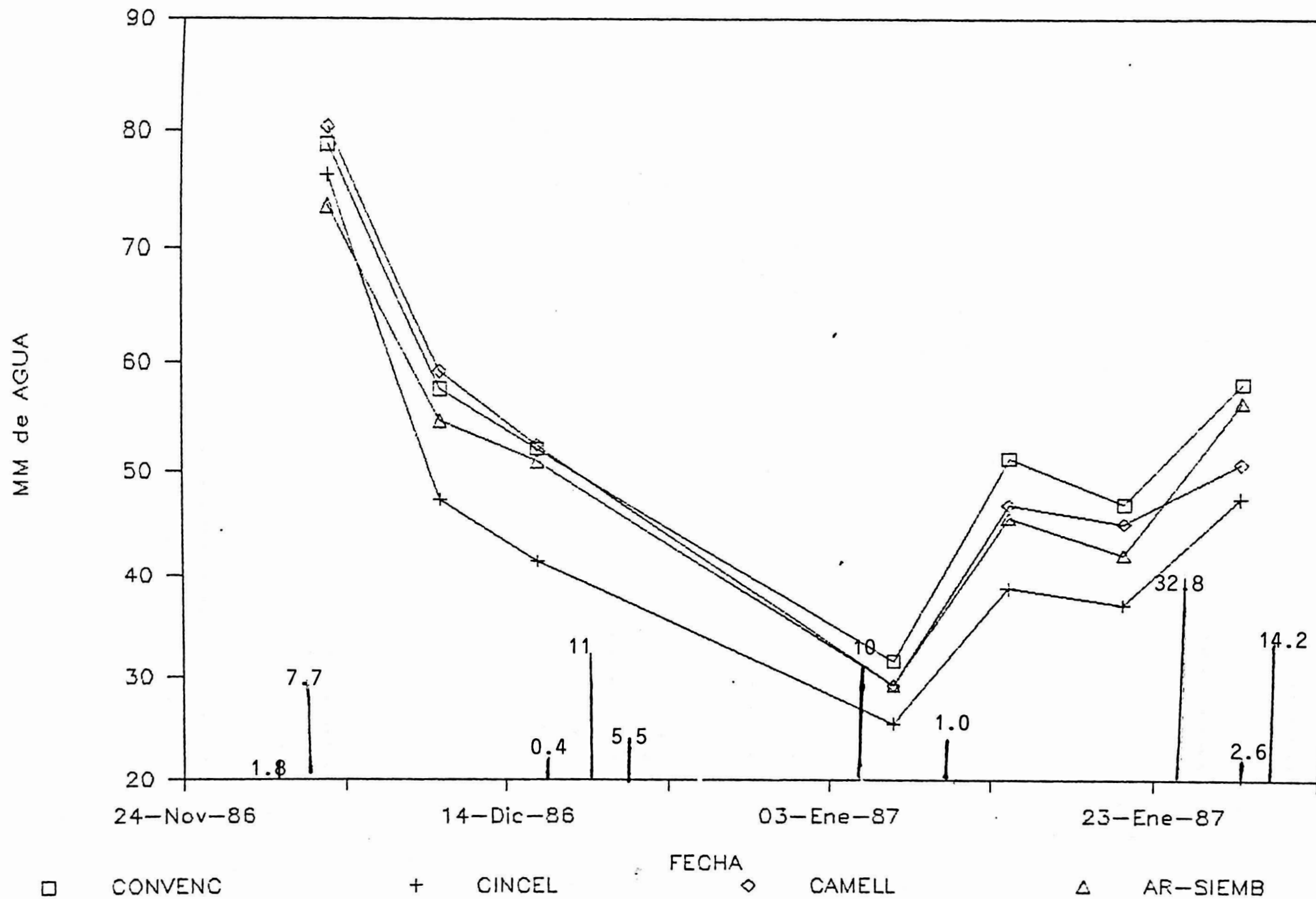
También concluyen estos autores, que el porcentaje de nitrógeno en el grano y en las hojas reflejó una eficiencia en el uso del fertilizante nitrogenado aplicado subsuperficialmente. El porcentaje de nitrógeno en las hojas fue significativamente alto cuando el NH₃ o la solución UAN fueron inyectadas, comparadas a la aplicación superficial de la solución UAN o de la urea.

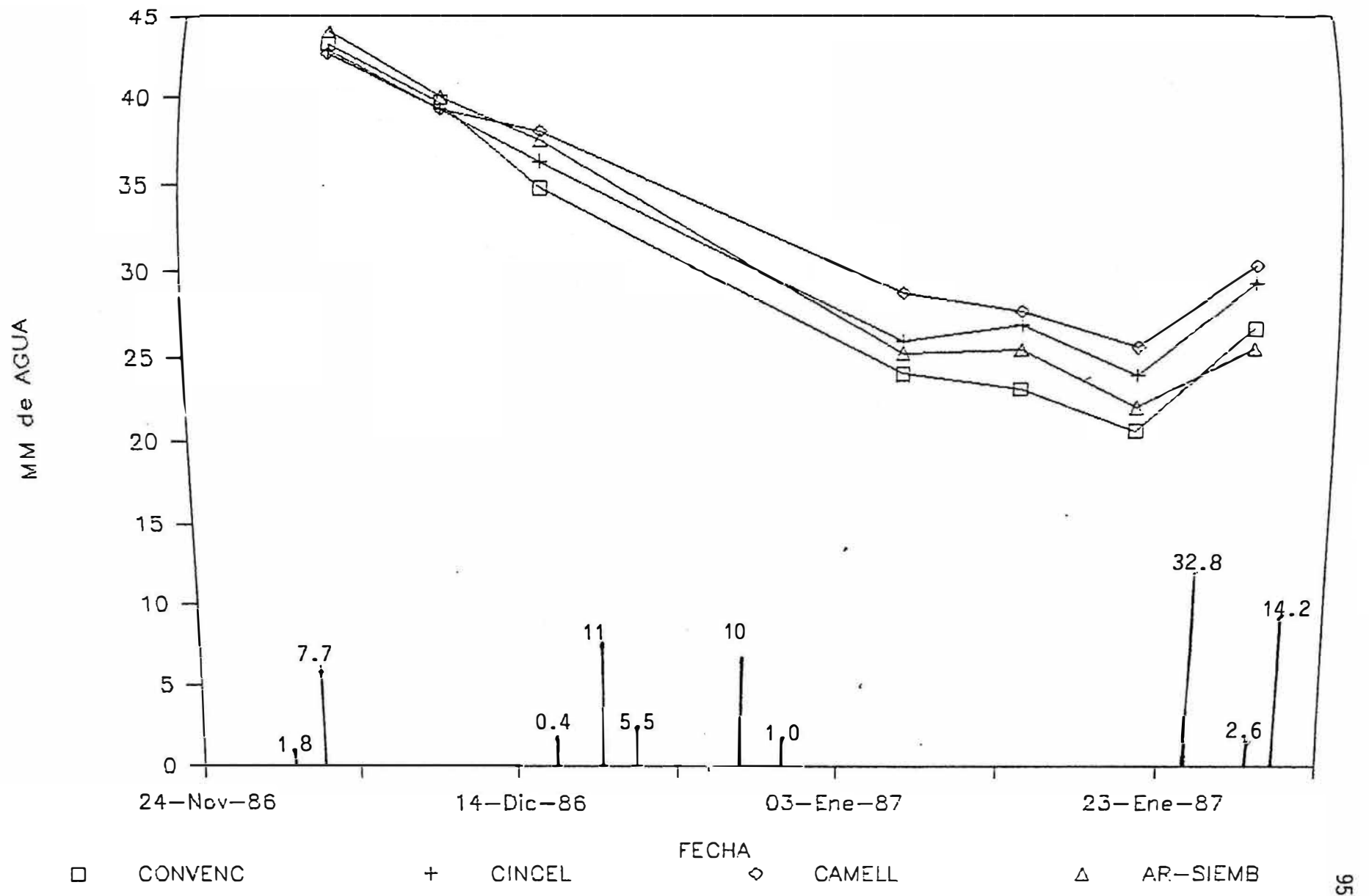
VI. APENDICE

GRAF. 3 = CONTENIDO DE AGUA EN EL SUELO (NV) PROF: 0=20 CM



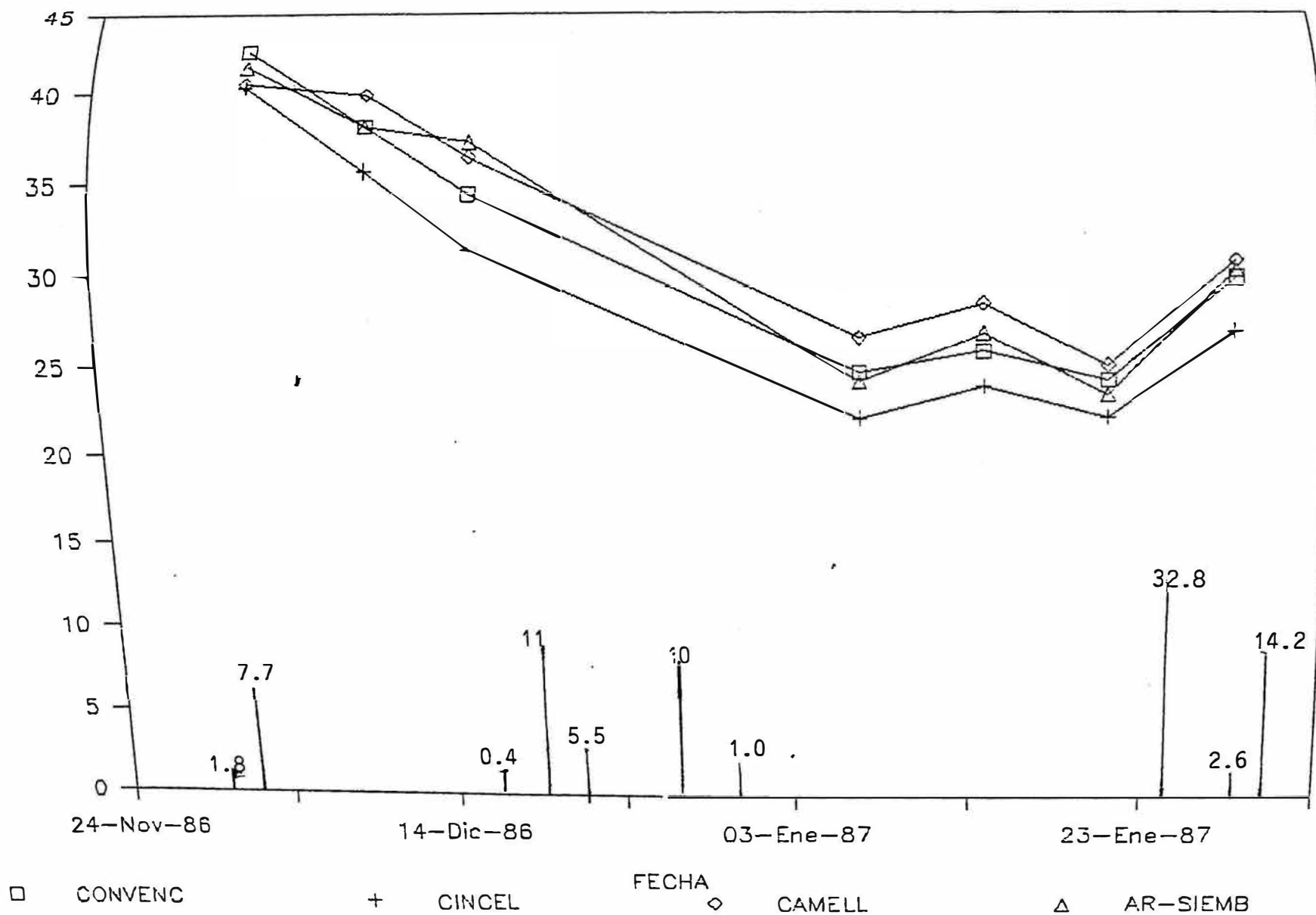
GRAF. 4 - CONTENIDO DE AGUA EN EL SUELO (NB) PROF. 0-20 CM



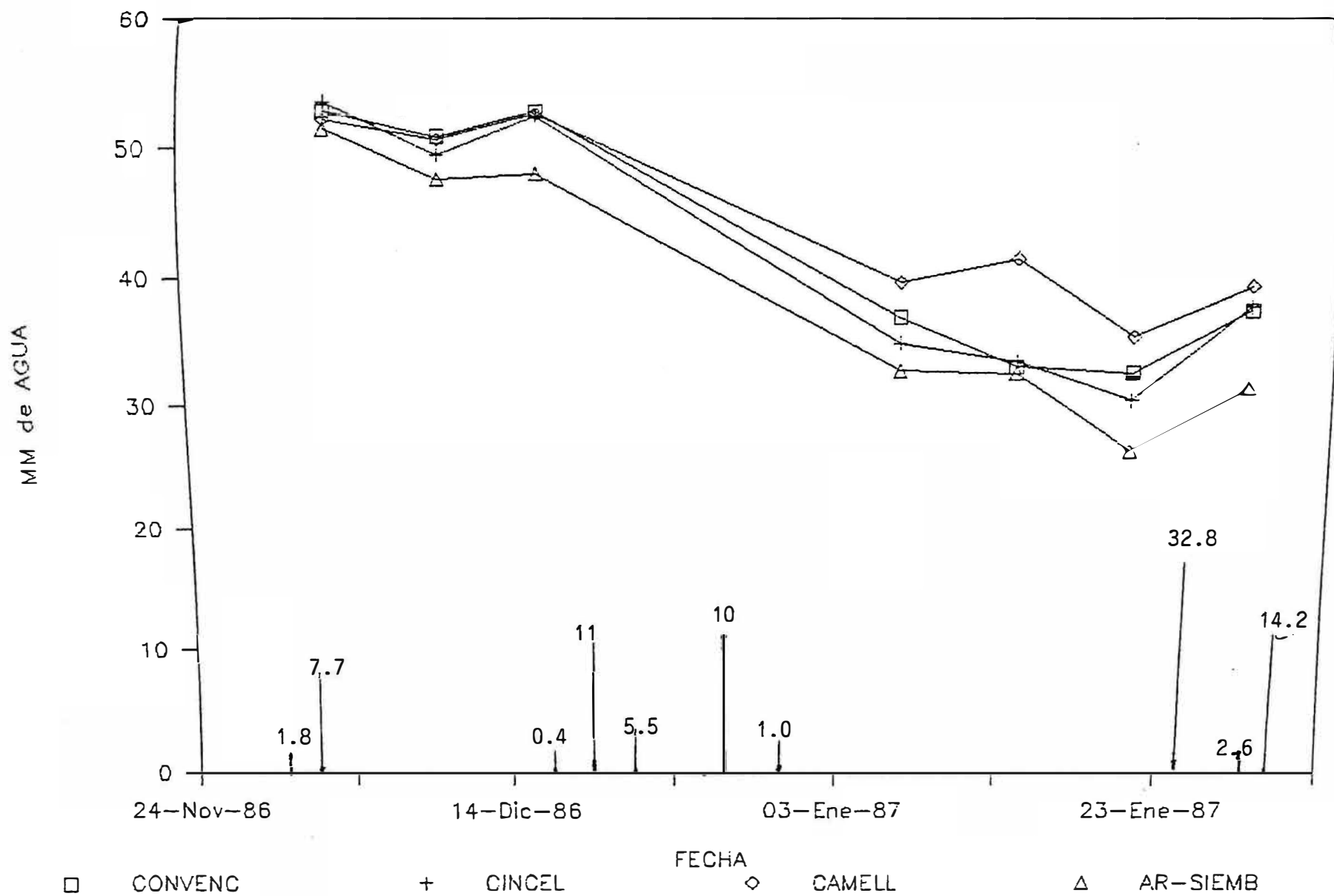


GRAF. 6 — CONTENIDO DE AGUA EN EL SUELO (NB) PROF. 20-40 CM

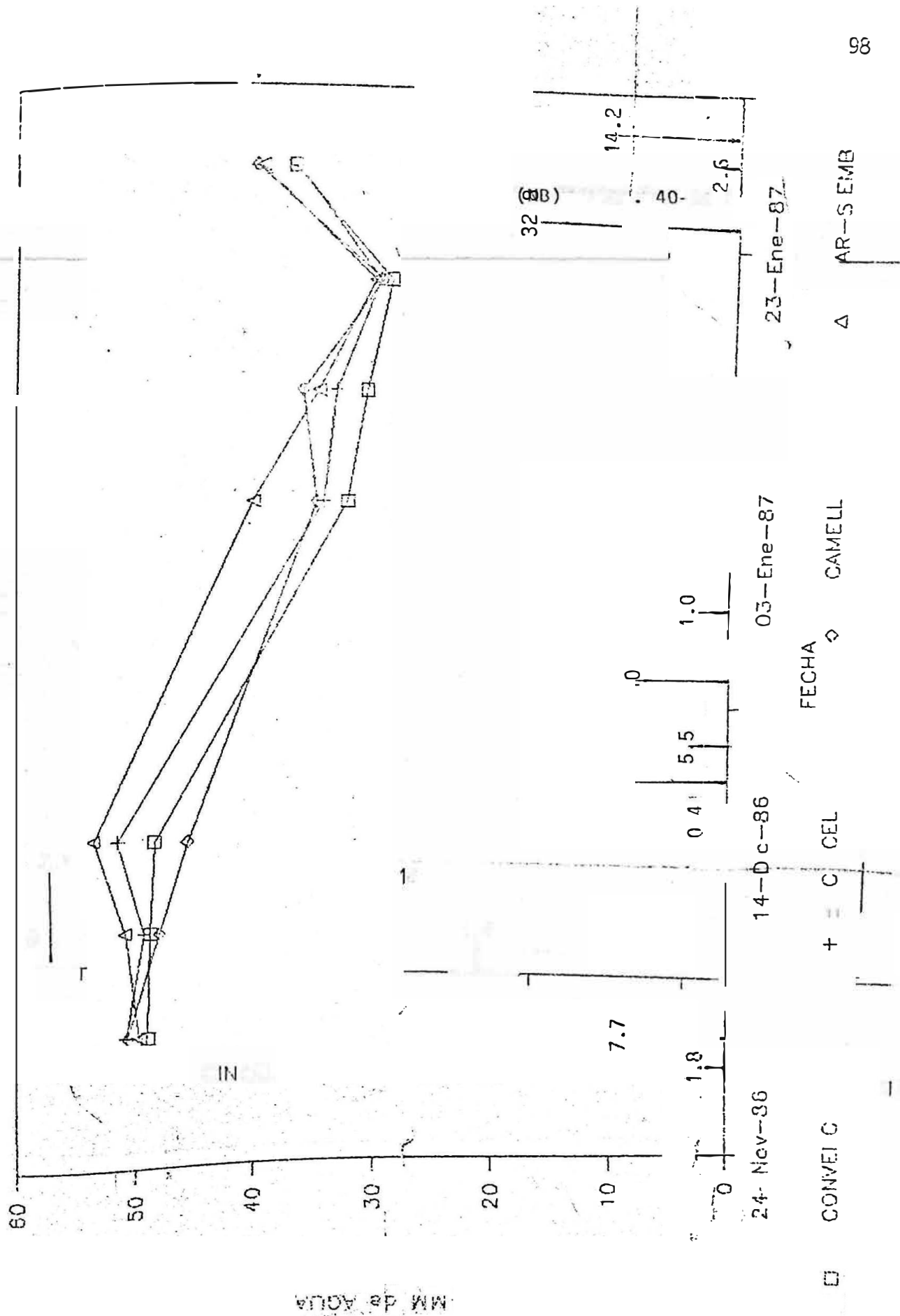
MM de H₂O

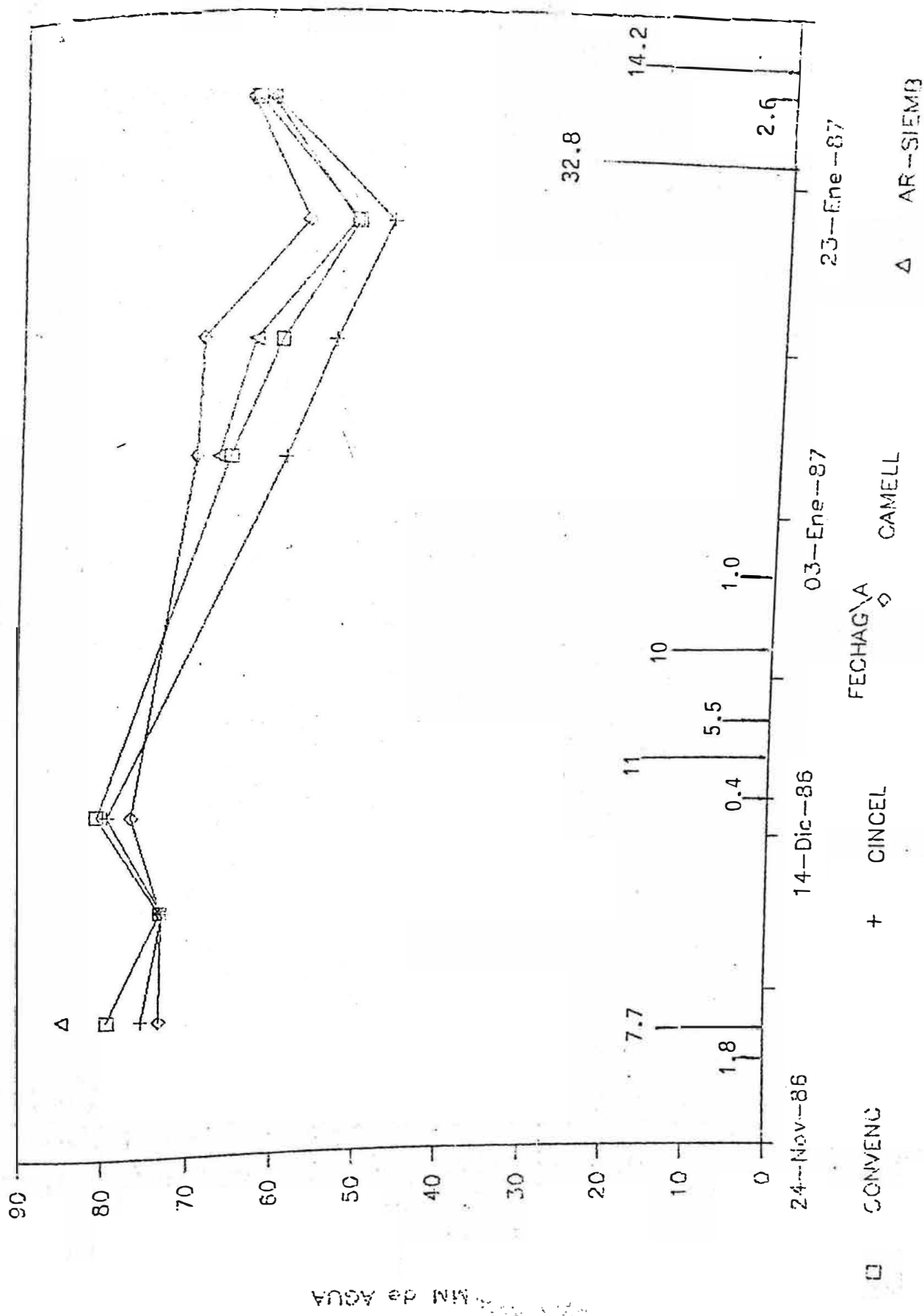


GRAF. 7— CONTENIDO DE AGUA EN EL SUELO (NV) PROF. 40-60 CM

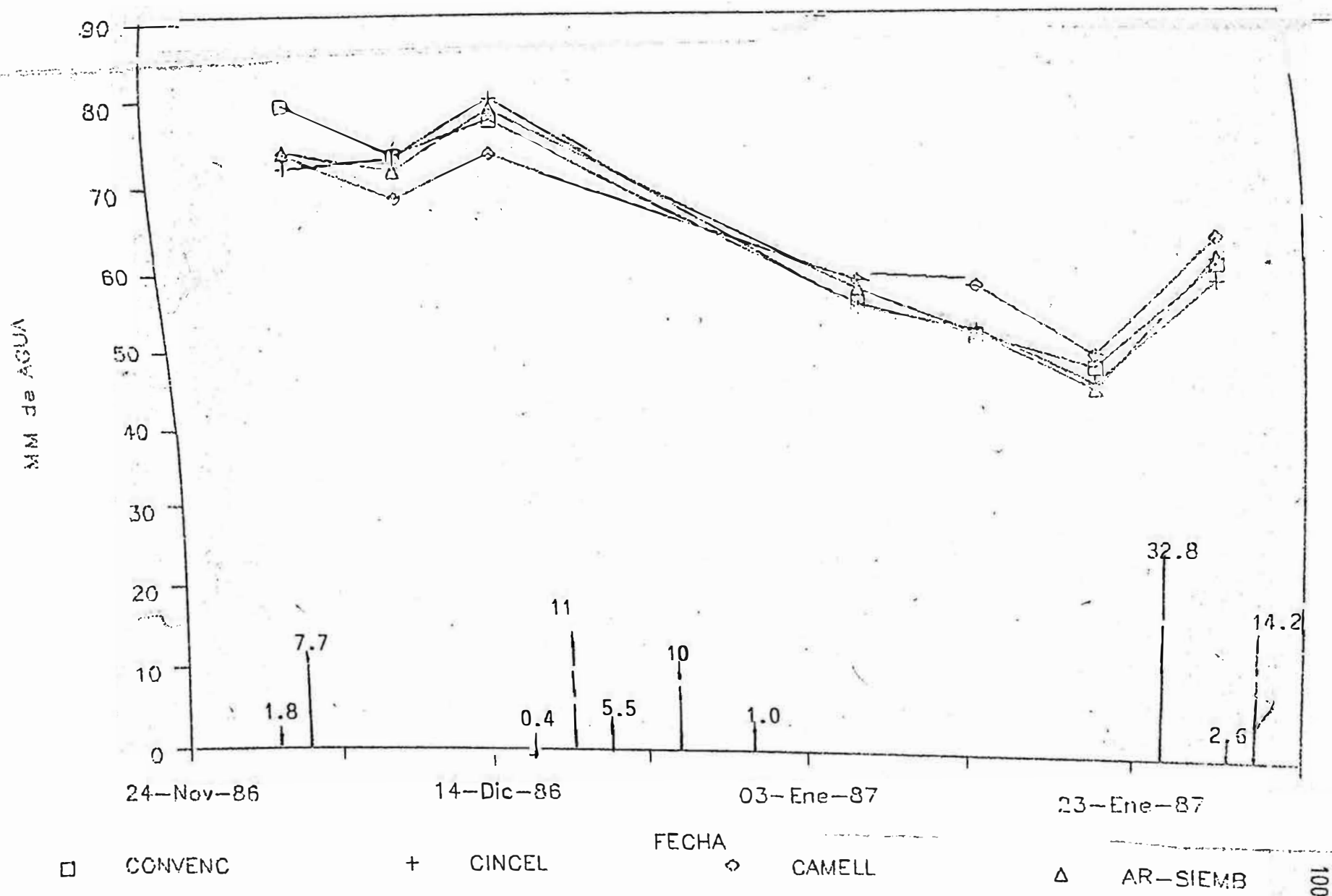


GRAF 3 — CONTENIDO DE AGUA EN EL SUELO PROF 50 CM

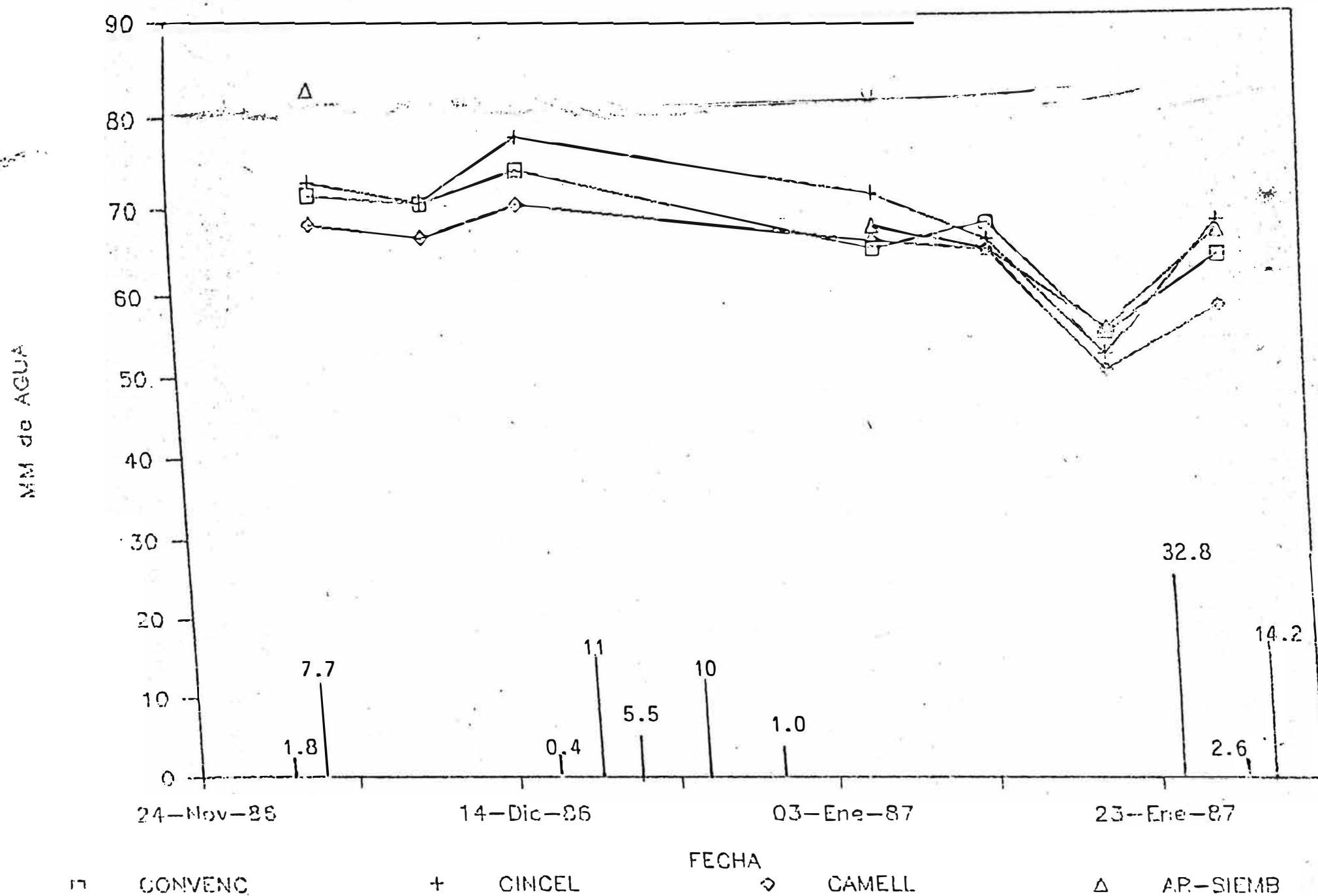


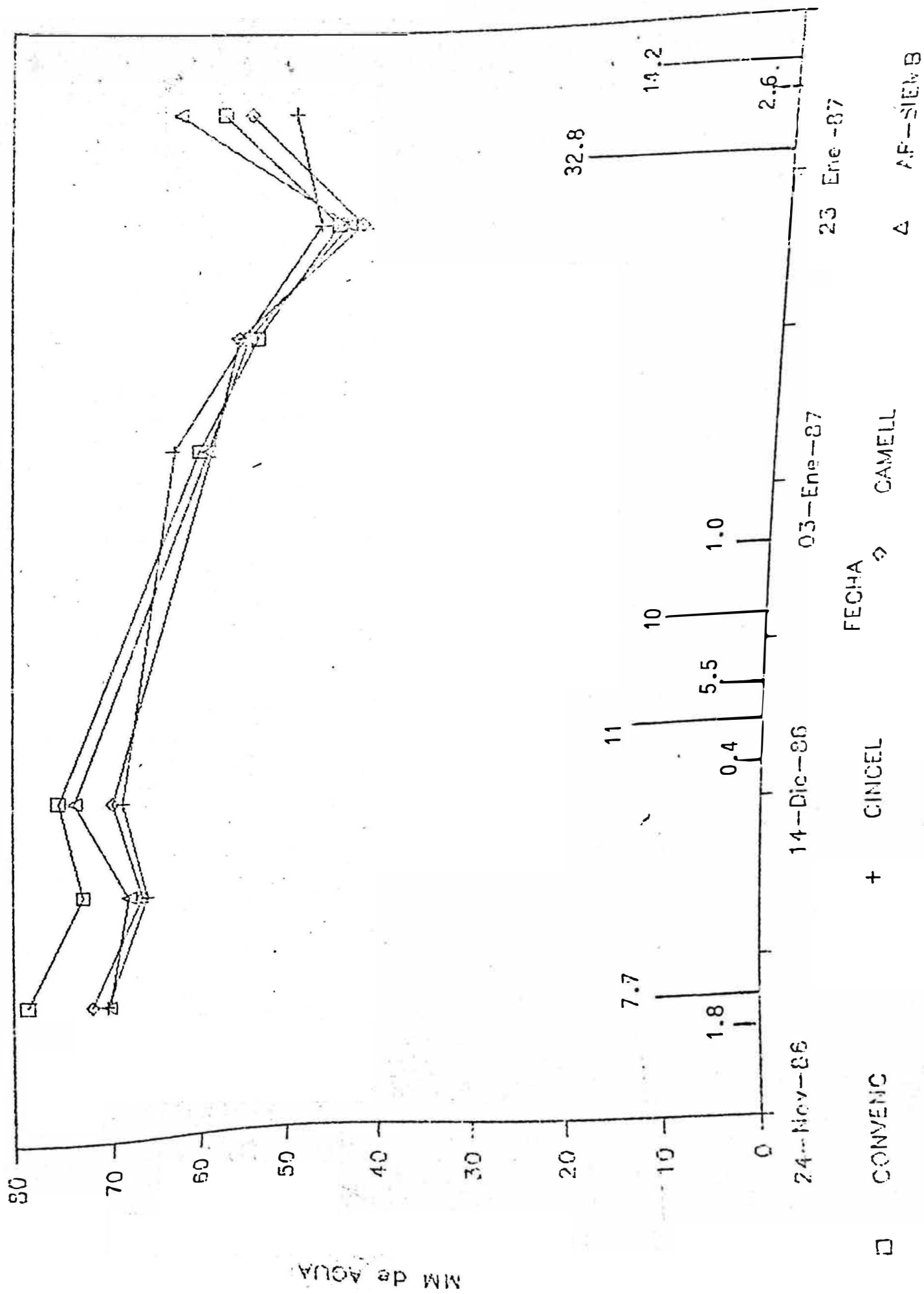


GRAF. 10 — CONTENIDO DE AGUA EN EL SUELO (NB) PROF. 60-80 CM



GRAF 11 - CONTENIDO DE AGUA EN EL SUELO (NV) PROF. 80-100 CM





Cuadro 22. ANALISIS DE VARIANZA: Rendimiento real de grano
al 15 % de humedad

FTE. DE VARIACION	GL	SC	CM	Fo
BLOQUES	4	2.278.270,05	569.567,51	2.45
TRATAMIENTOS				
Laboreo:	3	12.622.913,30	427.637,00	18.08
a. AS vs Cn, C, cm	1	6.935.357,53		29.80 ***
b. C vs Cn, Cm	1	2.567.752,93		11.03 ***
c. Cn vs cm	1	3.119.800,51		13.41 ***
ERROR 1	12	2.792.585,65	232.715,47	
Nitrógeno	2	3.787.341,99	1.893.670,99	6.70
a. No vs Nv, Nb	1	2.375.348,05		8.40 ***
b. Nv vs Nb	1	1.411.993,35		4.99 **
INTERACCION	6	1.222.476,03	203.744,00	0.72
ERROR 2	32	9.044.740,34	282.648,13	

*** Significativo al 1 %

** Significativo al 5 %

Cn - Convencional
C - Cíncel
Cm - Camellón
Gl - Grados de libertad
Sc - Suma de cuadros
Cm - Cuadro medio

Cuadro 23. ANALISIS DE VARIANZA: Rendimiento potencial de grano
al 15 % de humedad

FTE. DE VARIACION	GL	SC	CM	Fo
BLOQUES	4	2.174.259,47	543.564,86	1.55
TRATAMIENTOS				
Laboreo:	3	19.154.049,38	6.384.663,12	18.87
a. AS vs Cn, C, cm	1	12.394.991,45		35.27 ***
b. C vs Cn, Cm	1	1.251.171,30		3.56 ns
c. Cn vs cm	1	5.507.879,00		15.67 ***
ERROR 1	12	4.216.725,86	351.393,87	
Nitrógeno	2	5.518.026,72	2.759.013,35	6.05
a. No vs Nv, Nb	1	2.801.850,80		6.75 ***
b. Nv vs Nb	1	2.716.161,60		6.50 **
INTERACCION	6	2.001.131,86	333.521,97	0.08
ERROR 2	32	13.280.162,48	415.005,07	

*** Significativo al 1 %

** Significativo al 5 %

* Significativo al 10 %

Ns No significativo

Cn - Convencional
C - Cíncel
Cm - Camellón
Gl - Grados de libertad
Sc - Suma de cuadros
Cm - Cuadro medio

Cuadro 24. ANALISIS DE VARIANZA: Numero de coclos por planta.

FTE. DE VARIACION	GL	SC	CM	Fo
BLOQUES	4	0.050	0.011	0.850
TRATAMIENTOS				
Laboreo:	3	0.040	0.012	0.920
ERROR 1	12	0.160	0.013	
Nitrógeno	2	0.060	0.029	3.020
a. No vs Nv. Nb	1	0.030		3.340 *
b. Nv vs Nb	1	0.028		3.110 *
INTERACCION	6	0.050	0.008	0.870
ERROR 2	32	0.300	0.009	

Cn - Convencional
 C - Cíncel
 Cm - Camellón
 GL - Grados de libertad
 Sc - Suma de cuadros
 Cm - Cuadro medio

*** Significativo al 1 %
 ** Significativo al 5 %
 * Significativo al 10 %
 Ns No significativo.

Cuadro 25. ANALISIS DE VARIANZA: Porcentajes de chochos acertados
(transformados por el $\arcsen \sqrt{V}$ %)

FTE. DE VARIACION	GL	S	CM	Fo
BLOQUES	4	1.080	0.269	9.770
TRATAMIENTOS				
Laboreo:	3	0.300	0.099	3.610
a. AS. vs Cn, C., cm	1	0.180		6.420 **
b. C vs Cn, Cm	1	0.001		0.042 ns
c. Cn vs cm	1	0.110		3.920 *
ERROR 1	12	0.330	0.028	
Nitrógeno	2	0.030	0.013	0.700
INTERACCION	6	0.180	0.031	1.600
ERROR 2	32	0.610	0.019	

*** Significativo al 1 %

** Significativo al 5 %

* Significativo al 10 %

NE No significativo

Cn - Convencional

C - Cíncel

Cm - Camellón

GL - Grados de libertad

Sc - Suma de cuadros

CM - Cuadro medio

Cuadro 26. ANALISIS DE VARIANZA: Rendimiento de materia seca (chale)

FTE. DE VARIACION	GL	SC	CM	Fo
BLOQUES	4	31.260.020,60	7.815.005,15	7.04
TRATAMIENTOS				
Laboreo:	3	36.511.429,12	12.170.476,37	10.96
a. AS vs Cn,C,cm	1	21.765.136,80		19.77 ***
b. C vs Cn,Cm	1	12.613.805,60		11.35 ***
c. Cn vs cm	1	1.532.494,11		1.74 ns
ERROR 1	12	13.329.820,60	1.110.816,38	
Nitrógeno	2	14.662.167,57	7.331.083,75	6.02
a. No vs Nv, Nb	1	12.802.053,80		10.52 **
	1	1.860.102,01		1.53 ns
INTERACCION	6	7.934.159,53	1.322.359,92	1.09
ERROR 2	32	38.941.245,00	1.216.913,91	

*** Significativo al 1 %

** Significativo al 5 %

* Significativo al 10 %

Ns No significativo

Cn - Convencional

C - Cíncel

Cm - Camelión

gl - Grados de libertad

sc - Suma de cuadros

cm - Cuadro medio

Cuadro 27. ANALISIS DE VARIANZA: Población de plantas a la cosecha.
 (miles de pl/há)

FTE. DE VARIACION	GL	SC	CM	Fo	
BLOQUES	4	468,71	117,17	5,63	
TRATAMIENTOS					
Laboreo:	3	7.606,00	2.535,33	121,84	
a. IS vs Cn.C.cm	1	3.250,74		156,2	***
b. C vs Cn.Cm	1	4.251,22		204,3	***
c. Cn vs cm	1	103,84		4,99	**
ERROR 1	12	249,70	20,80		
Nitrogeno	2	57,22	28.610,00	0,24	ns
INTERACCION	6	270,80	45.013,00	0,37	
ERROR 2	32	3.892,54	121,64		

*** Significativo al 1 %

** Significativo al 5 %

* Significativo al 10 %

ns No significativo

Cn - Convencional

C - Cíncel

Cm - Camellón

Gl - Grados de libertad

Sc - Suma de cuadros

Cm - Cuadro medio

Cuadro 28. ANALISIS DE VARIANZA: Peso seco de restos secos.

FUENTE DE VARIACION	GL	SC	CM	Fo
BLOQUES	4	2.773,770	693,440	1.22
TRATAMIENTOS				
Laboreos:	3	4.069,040	1.356,340	2.36
a. C vs Cn, AS, Cm	1	2.443,370		4.28 *
b. Cm vs Cn, AS	1	1.624,600		2.05 ns
c. Cn vs AS	1	0.897		0.0015 ns
ERROR 1	12	6.840,390	570,030	
Nitrógeno	2	1.108,990	544,490	0.93
INTERACCION	6	2.365,110	394,184	0.66
ERROR 2	32	19.065,430	595,790	

*** Significativo al 1 %

** Significativo al 5 %

* Significativo al 10 %

Ns No significativo

Cn - Convencional

C - Cíncel

Cm - Camellón

Gl - Grados de libertad

Sc - Suma de cuadros

Cm - Cuadro medio

Quadro 29. ANALISIS DE VARIANZA: Peso seco de parte verde de malezas.

FTE. DE VARIACION	GL	SC	CM	Fo
BLOQUES	4	3.097,17	774.290	0.91
TRATAMIENTOS				
Laboreo:	3	4.692.71	1.564.230	1.83
a. AS vs Cn, C, cm	1	4.287,47		5.02 *
b. C vs Cn, Cm	1	223,11		0.26 ns
c. Cn vs cm	1	182,06		0.21 ns
ERROR 1	12	10.234,56	852.820	
Nitrógeno	2	145,73	72.860	0.14
INTERACCION	6	3.696,48	616.081	1.14
ERROR 2	32	17.264,10	539.500	

Cn - Convencional
 C - Cíncel
 Cm - Camellón
 Gl - Grados de libertad
 Sc - Suma de cuadros
 Cm - Cuadro medio

*** Significativo al 1 %
 ** Significativo al 5 %
 * Significativo al 10 %
 Ns No significativo

Cuadro 30. ANALISIS DE VARIANZA: Porcentaje de incidencia de avena sp

FTE. DE VARIACION	GL	SC	Cm	Fo
BLOQUES	4	0.43	0.10	0.37
TRATAMIENTOS				
Laboreo:	3	6.11	2.037	6.91
a. AS vs Cn, C, cm	1	3.57		12.11 ***
b. C vs Cn, Cm	1	2.71		9.20 **
c. Cn vs cm	1	0.015		0.05 ns
ERROR 1	12	3.53	0.295	
Nitrógeno	2	0.33	0.163	1.41
No vs (Nv; Nb)	1	0.006		0.05 ns
Nv vs Nb	1	0.32		2.76 ns
INTERACCION	6	0.62	0.103	0.89
ERROR 2	32	3.71	0.116	

Cn - Convecional
 C - Cíncel
 Cm - Camellón
 Gl - Grados de libertad
 Sc - Suma de cuadros
 Cm - Cuadro medio

*** Significativo al 1 %
 ** Significativo al 5 %
 * Significativo al 10 %
 Ns No significativo

Cuadro 31 ANALISIS DE VARIANZA: Porcentaje de incidencia de gramíneas anuales (*Linolium Multiplorum* y *Digitaria Sanguinalis*)

FTE. DE VARIACION	GL	SC	CM	F ₀
BLOQUES	4	1.25	0.313	0.70
TRATAMIENTOS				
Labores:	3	3.79	1.263	2.83
a. Cm vs Cn, C, AS	1	1.69		3.80 *
b. Cn vs C, Cm	1	1.33		2.98 ns
c. C vs As	1	0.75		1.70 ns
ERROR 1	12	5.35	0.446	
Nitrógeno	2	0.78	0.389	1.45
N ₀ vs (N _v , N _b)	1	0.74		1.48 ns
N _v vs N _b	1	0.03		0.057 ns
INTERACCION	6	3.04	0.506	1.89
ERROR 2	32	8.57	0.268	

Cn - Convencional
 C - Cíncel
 Cm - Camellón
 GL - Grados de libertad
 Sc - Suma de cuadrados
 Cm - Cuadro medio

*** Significativo al 1 %
 ** Significativo al 5 %
 * Significativo al 10 %
 Ns No significativo

Cuadro 32. ANALISIS DE VARIANZA: Índice de área foliar. 07.12.86

FTE. DE VARIACION	GL	SC	CM	Fo
BLOQUES	2	0.13	0.067	6.53
TRATAMIENTOS				
Laboreo:	3	0.51	0.17	16.61
a. AS vs Cn.C,cm	1	0.405		40.5 ***
b. C vs Cn.Cm	1	0.102		10.21 **
c. Cn vs cm	1	0.0007		0.07 ns.
ERROR 1	6	0.06	0.01	
Nitrógeno	2	0.58	0.29	5.94
No vs (Nv,Nb)	1	0.27		5.61 **
Nv vs Nb	1	0.30		6.19 **
INTERACCION	6	0.13	0.022	0.46
ERROR 2	16	0.78	0.049	

Cn - Convencional
 C - Cíncel
 Cm - Camellón
 Gl - Grados de libertad
 Sc - Suma de cuadros
 Cm - Cuadro medio

*** Significativo al 1 %
 ** Significativo al 5 %
 * Significativo al 10 %
 ns No significativo

Cuadro 22. ANALISIS DE VARIANZA: Índice de área foliar. 30.12.56

FTE. DE VARIACION	GL	SC	CM	Fo
BLOQUES	2	0.02	0.01	0.07
TRATAMIENTOS				
Laboreo:	3	11.69	3.89	26.26
a. AS vs Cn, C.cm	1	5.72		38.68 ***
b. C vs Cn, Cm	1	4.401		29.74 ***
c. Cn vs cm	1	1.55		10.47 **
ERROR 1	4	0.29		0.148
Nitrógeno	2	4.15	2.076	4.65
iv vs (Nv, Nb)	1	2.88		6.45 **
iv vs Nb	1	1.28		2.87 ns
INTERACCION	6	0.17	0.029	0.06
ERROR 2	16	7.14	0.0446	

n - Convencional
 - Cíncel
 n - Camellón
 l - Grados de libertad
 - Suma de cuadros
 - Cuadro medio

*** Significativo al 1 %
 ** Significativo al 5 %
 * Significativo al 10 %
 Ns No significativo

Cuadro 34. ANALISIS DE VARIANZA: Índice de área foliar 13-14.01.67

FTE. DE VARIACION	GL	SC	CM	
BLOQUES	3	0.79	0.263	
TRATAMIENTOS				
Labores:	3	16.30	5.433	30.99
a. AS vs Cn, C, cm	1	8.95		51.44
b. C vs Cn, Cm	1	7.03		40.17
c. Cn vs cm	1	0.05		0.28 ns
ERROR 1	9	1.58	0.175	
Nitrógeno	2	3.40	1.696	3.95
No vs (Nv, Nb)	1	2.40		5.58
Nv vs Nb	1	0.99		2.30 ns
INTERACCION	6	1.82	0.304	0.71
ERROR 2		10.32	0.43	

Cn Convencional
 C Cíncel
 Cm Camellón
 GL - Grados de libertad
 Sr Suma de cuadros
 Cm Cuadro medio

*** Significativo al 1 %
 ** Significativo al 5 %
 * Significativo al 10 %
 Ns No significativo

Cuadro 35. ANALISIS DE VARIANZA: Indice de área foliar. 29.01.87
03.02.87

FTE. DE VARIACION	GL	SC	CM	Fo
BLOQUES	3	012	0.041	2.06
TRATAMIENTOS				
Labores:	3	3.09	1.030	51.22
a. AS vs Cn, C, cm	1	1.63		81.9 ***
b. C vs Cn, Cn	1	1.22		61.15 ***
c. Cn vs cm	1	0.22		11.05 ***
ERROR 1	9	0.18	0.020	
Nitrógeno	2	0.16	0.081	1.67
No vs (Nv, Nb)	1	0.16		3.32 *
Nv vs Nb	1	0.0003		0.008 ns
INTERACCION	6	0.24	0.04	0.83
ERROR 2	24	1.16	0.049	

Cn - Convencional
C - Cíncel
Cm - Camellón
Gl - Grados de libertad
Sc - Suma de cuadros
Cm - Cuadro medio

*** Significativo al 1 %
** Significativo al 5 %
* Significativo al 10 %
Ns No significativo

Cuadro 36. ANALISIS DE VARIANZA: Altura de planta 07.12.86.

FTE.DE VARIACION	GL	SC	CM	Fo
BLOQUES	2	0.00	0.001	10.61
TRATAMIENTOS				
Laboreo:	3	0.01	0.002	17.92
a. Cm vs AS,C,Cn	1	0.005		55.47 ***
b. AS vs Cn,m	1	0.001		1.81 ns
c. Cn vs C	1	0.001		1.12 ns
ERROR 1	6	0.00	0.000	
Nitrógeno	2	0.02	0.009	12.65
No vs (Nv,Nb)	1	0.007		7.68 **
Nv vs Nb	1	0.010		10.58 ****
INTERACCION	6	0.00	0.001	0.90
ERROR 2	16	0.01	0.001	

Cn - Convencional
 C - Cíncel
 Cm - Camellón
 Gl - Grados de libertad
 Sc - Suma de cuadros
 Cm - Cuadro medio

*** Significativo al 1 %
 ** Significativo al 5 %
 * Significativo al 10 %
 .Ns No significativo

Cuadro 37. ANALISIS DE VARIANZA: Altura de planta 13 - 16.01.87

FTE. DE VARIACION	GL	SC	CM	Fo
BLOQUES	3	0.74	0.248	7.58
TRATAMIENTOS				
Laboreo:	3	0.26	0.086	2.59
a. AS vs Cn, C, cm	1	0.206		6.24 **
b. C vs Cn, Cm	1	0.03		1.07 ns
c. Cn vs cm	1	0.01		0.43 ns
ERROR 1	5	0.30	0.033	
Nitrógeno	2	1.10	0.552	30.98
No vs (Nv, Nb)	1	0.66		37.07 ***
Nv vs Nb	1	0.43		24.33 ***
INTERACCION	6	0.42	0.069	3.90
ERROR 2	24	0.43	0.018	

Cn - Convencional
 C - Cíncel
 Cm - Camellón
 GL - Grados de libertad
 Sc - Suma de cuadros
 Cm - Cuadro medio

*** Significativo al 1 %
 ** Significativo al 5 %
 * Significativo al 10 %
 ns No significativo

Cuadro 38. ANALISIS DE VARIANZA: Altura de planta 23.01.87
03.02.87

FTE. DE VARIACION	GL	SC	CM	Fo	
BLOQUES	3	0.02	0.007	0.96	
TRATAMIENTOS					
Laboreo:	3	0.17	0.056	7.60	
a. AS vs Cn.C. $\frac{1}{2}$ m	1	0.11		15.65	***
b. C vs Cn.Cm	1	0.05		7.04	**
c. Cn vs cm	1	0.01		1.58	ns
ERROR 1	9	0.07	0.007		
Nitrógeno	2	0.52	0.259	15.99	
No vs (Nv.Nb)	1	0.357		22.32	***
Nv vs Nb	1	0.161		10.08	***
INTERACCION	6	0.14	0.023	1.43	
ERROR 2	24	0.39	0.016		

Cn - Convencional
C - Cíncel
Cm - Camellón
Gl - Grados de libertad
Sc - Suma de cuadros
Cm - Cuadro medio

*** Significativo al 1 %
** Significativo al 5 %
* Significativo al 10 %
Ns No significativo

Cuadro 39. ANALISIS DE VARIANZA: Porcentaje de plantas en antesis
 Porcentaje transformado por $\arcsen \sqrt{V}$ % antesis 13 - 16.01.87

FTE. DE VARIACION	GL	SC	CM	Fo
BLOQUES	3	0.97	0.325	11.22
TRATAMIENTOS				
Laboreos:	0	0.05	0.017	0.60
a. AS vs Cn, C, cm	1	0.042		1.46 ns
b. C vs Cn, Cm	1	0.0003		0.01 ns
c. Cn vs cm	1	0.009		0.31 ns
ERROR 1	9	0.26	0.029	
Nitrógeno	2	0.97	0.486	13.79
Nc vs (Nv, Nb)	1	0.627		17.90 ***
Nv vs Nb	1	0.349		9.98 ***
INTERACCION	6	0.22	0.037	1.04
ERROR 2	24	0.85	0.035	

*** Significativo al 1 %
 ** Significativo al 5 %
 * Significativo al 10 %
 Ns No significativo

Cn - Convencional
 C - Cincel
 Cm - Camellón
 GL - Grados de libertad
 SC - Suma de cuadrados
 Cm - Cuadro medio

Cuadro 40. ANALISIS DE VARIANZA: Porcentaje de plantas en antesis
 Porcentaje transformado por $\arcsen V$ % antesis 23.01.87-03.02.87

FTE. DE VARIACION	GL	SC	CM	Fo
BLOQUES	3	0.29	0.096	1.96
TRATAMIENTOS				
Laboreo:	3	0.16	0.054	1.10
a. Cm vs AS, C, Cn	1	0.06		1.31 ns
b. Cn vs AS, C	1	0.07		1.58 ns
c. AS vs Cm	1	0.02		0.42 ns
ERROR 1	9	0.44	0.049	
Nitrógeno	2	0.03	0.013	0.37
No vs (Nv, Nb)	1	0.02		0.73 ns
Nv vs Nb	1	0.0002		0.008 ns
INTERACCION	6	0.12	0.020	0.57
ERROR 2	24	0.84	0.035	

Cn - Convencional
 C - Cíncel
 Cm - Camellón
 GL - Grados de libertad
 Sc - Suma de cuadros
 Cm - Cuadro medio

*** Significativo al 1 %
 ** Significativo al 5 %
 * Significativo al 10 %
 ns No Significativo

Cuadro 41. ANALISIS DE VARIANZA: Numero de mazorra por planta

13 - 16701.87

FTE. DE VARIACION	GL	SC	CM	Fo
BLOQUES	3	0.04	0.014	2.45
TRATAMIENTOS				
Laborer	3	0.02	0.008	1.40
ERROR 1	9	0.05	0.006	
Nitrógeno	2	0.08	0.041	8.67
Nb vs (NV, Nb)	1	0.05		9.57 ***
NV vs Nb	1	0.03		6.55 **
INTERACCION	6	0.05	0.008	1.79
ERROR 2	24	0.11	0.005	

Cn Convencional

C - Cíncel

Cm - Camellón

Gl - Grados de libertad

Sc - Suma de cuadros

Cm - Cuadro medio

*** Significativo al 1 %

** Significativo al 5 %

* Significativo al 10 %

Ns No significativo

Cuadro 42. ANALISIS DE VARIANZA: Número de mazorra por planta

29.01.87 - 03.02.87

FTE. DE VARIACION	GL	SC	CM	Fo.
BLOQUES	3	0.41	0.135	1.34
TRATAMIENTOS				
Labores:	3	0.31	0.105	1.04
a. C vs AS, Cn, Cm	1	0.17		1.67 ns
b. Cn vs Cm, AS	1	0.06		0.64 ns
c. Cm vs AS	1	0.08		0.79 ns
ERROR 1	9	0.91	0.101	
Nitrógeno	2	0.98	0.491	5.89
IV vs (Nv, Nb)	1	0.84		10.11 ***
IV vs Nb	1	0.14		1.75 ns
INTERACCION	6	0.80	0.133	1.59
ERROR 2	24	2.00	0.083	

r - Convencional
 - Cíncel
 n - Camellón
 l - Grados de libertad
 - Suma de cuadros
 - Cuadro medio

*** Significativo al 1 %
 ** Significativo al 5 %
 * Significativo al 10 %
 Ns No significativo

Cuadro 43. ANALISIS DE VARIANZA: Nitrógeno extraído por el grano.

FTE. DE VARIACION	GL	SC	CM	Fo
BLOQUES	4	208.07	52.017	2.80
TRATAMIENTOS				
Laboreo:	3	1911.60	627.207	34.29
a. AS vs Cn, C, cm	1	499.90		26.9 ***
b. C vs Cn, Cm	1	569.70		30.66 ***
c. Cn vs cm	1	842.00		45.31 ***
ERROR 1	12	222.30	18.581	
Nitrógeno	2	999.30	499.668	12.97
No vs (Nv, Nb)	1	739.40		19.19 ***
Nv vs Nb	1	259.90		6.74 **
INTERACCION	6	706.48	117.746	3.06
ERROR 2	32	1232.77	38.524	

Cn - Convencional
 C - Cíncel
 Cm - Camellón
 Gl - Grados de libertad
 Sc - Suma de cuadros
 Cm - Cuadro medio

*** Significativo al 1 %
 ** Significativo al 5 %
 * Significativo al 10 %
 Ne No significativo

Cuadro 44. ANALISIS DE VARIANZA: Nitrógeno extraído por la chala.

FTE. DE VARIACION	GL	SC	CM	Fo
BLOQUES	4	1301.76	325.445	4.74
TRATAMIENTOS				
Laboreo:	3	964.50	321.525	4.69
a. AS vs Cn, C, cm	1	747.80		10.89 ***
b. C vs Cn, Cm	1	207.20		3.02 ns
c. Cn vs cm	1	9.50		0.14 ns
ERROR 1	12	823.30	68.608	
Nitrógeno	2	557.55	271.776	5.55
No vs (Nv, Nb)	1	443.90		8.84 ***
Nv vs Nb	1	113.57		2.26 ns
INTERACCION	6	376.67	62.779	1.25
ERROR 2	32	1605.97	50.186	

*** Significativo al 1 %
 ** Significativo al 5 %
 * Significativo al 10 %
 Ns No significativo

Cn - Convencional
 C - Cíncel
 Cm - Camellón
 Gl - Grados de libertad
 Sc - Suma de cuadros
 Cm - Cuadro medio

Cuadro 45. ANALISIS DE VARIANZA: Nitrogeno total extraido

FTE. DE VARIACION	GL	SC	CM	Fo
BLOQUES	4	1852.41	463.102	3.75
TRATAMIENTOS				
Laboreo:	3	4966.07	1655.356	13.40
a. AS vs Cn, C, cm	1	2470.75		20.00 ***
b. C vs Cn, Cm	1	1464.46		11.85 ***
c. Cn vs cm	1	1030.71		8.34 **
ERROR 1	12	1482.39	123.532	
Nitrógeno	2	3046.42	1523.209	14.34
No vs (Nv, Nb)	1	2328.83		21.92 ***
Nv vs Nb	1	717.40		6.75 **
INTERACCION	6	1611.75	268.625	2.53
ERROR 2	32	3399.46	106.233	

*** Significativo al 1 %
 ** Significativo al 5 %
 * Significativo al 10 %
 NS No significativo

Cn - Convencional
 C - Cíncel
 Cm - Camellón
 GL - Grados de libertad
 Sc - Suma de cuadros
 Cm - Cuadro medio

CUADRO 46. CONTENIDO DE AGUA EN EL SUELO (mm)
Profundidad: 0 - 20 cm

		F E C H A S							
		1	9	8	6	1	9	8	7
LABOREO	N	03.12	10.12	16.12	07.01	14.01	21.01	28.01	
CONVEN.	Nv	79.90	60.30	45.90	36.20	40.90	36.60	48.60	
	Nb	78.90	57.70	52.30	31.70	51.40	47.10	58.10	
CINCEL	Nv	82.80	57.50	52.70	33.60	48.90	45.60	55.00	
	Nb	76.30	47.5	41.50	25.60	38.90	37.30	47.60	
CAMELLON	Nv	81.40	66.80	50.60	33.40	50.70	48.00	57.90	
	Nb	80.40	59.30	52.60	29.40	47.00	45.20	50.80	
ARADO	Nv	84.20	61.60	57.30	40.40	49.30	46.20	52.90	
SIEMBRA	Nb	73.70	54.80	51.10	29.40	45.80	42.20	50.40	

CUADRO 47. CONTENIDO DE AGUA EN EL SUELO (mm)
Profundidad: 20 - 40 cm

		F E C H A S							
		1	9	6	6	1	9	8	7
LABOREO	N	03.12	10.12	16.12	07.01	14.01	21.01	28.01	
CONVEN.	Nv	43.20	39.70	34.80	24.10	23.20	20.70	26.70	
	Nb	42.50	38.00	34.30	24.50	25.60	24.00	29.40	
CINCEL	Nv	42.80	39.30	36.30	26.00	26.90	24.00	29.30	
	Nb	40.30	35.60	31.30	22.00	23.70	22.00	26.60	
CAMELLON	Nv	42.60	39.30	38.00	28.80	27.70	25.60	30.30	
	Nb	40.50	39.80	36.30	26.40	28.20	24.80	30.30	
ARADO	Nv	44.00	40.00	37.50	25.30	25.50	22.10	25.50	
SIEMBRA	Nb	41.50	38.00	37.10	24.00	26.60	23.20	29.80	

CUADRO 48. CONTENIDO DE AGUA EN EL SUELO
Profundidad: 40 - 60 cm

		F E C H A S							
		1	9	8	6	1	9	8	7
LABOREO	N	03.12	10.12	16.12		07.01	14.01	21.01	28.01
CONVEN.	Nv	52.80	50.80	52.70		37.00	33.01	32.80	37.40
	Nb	49.00	48.80	48.50		32.80	31.30	29.40	37.20
CINCEL	Nv	53.50	49.40	52.30		35.00	33.50	30.40	37.70
	Nb	50.80	49.30	51.50		34.80	33.80	30.30	37.00
CAMELLON	Nv	52.10	50.60	58.50		39.70	41.50	35.40	39.30
	Nb	50.70	48.10	45.80		35.30	36.50	30.20	40.20
ARADO	Nv	51.40	47.60	48.00		32.20	32.60	26.40	31.30
SIEMBRA	Nb	49.70	50.90	53.50		40.50	35.20	30.70	39.80

CUADRO 48. CONTENIDO DE AGUA EN EL SUELO (mm)
Profundidad: 60 - 80 cm

		F E C H A S				F E C H A S			
		1	9	8	6	1	9	8	7
LABOREO	N	03.12	10.12	16.12	07.01	14.01	21.01	28.01	
CONVEN.	Nv	79.30	73.10	80.40	65.00	59.30	50.60	62.00	
	Nb	80.00	74.20	78.10	56.80	52.80	46.20	60.30	
CINCEL	Nv	75.30	72.90	79.20	58.80	53.20	46.60	60.20	
	Nb	72.90	74.00	80.60	56.30	53.40	47.00	58.50	
CAMELLON	Nv	73.20	73.00	76.40	68.80	68.10	56.40	62.60	
	Nb	74.40	69.40	74.30	59.40	58.60	50.20	63.40	
ARADO	Nv	84.50			66.40	62.30	51.00	60.40	
SIEMBRA	Nb	74.70	72.50	79.40	58.50	53.00	46.20	61.20	

CUADRO 50. CONTENIDO DE AGUA EN EL SUELO (mm)
Profundidad: 80 - 100 cm

		F E C H A S							
		1	9	8	6	1	9	8	7
LABOREO	N	03.12	10.12	16.12	07.01	14.01	21.01	28.01	
CONVEN.	Nv	71.20	70.00	73.40	63.80	66.40	53.70	62.30	
	Nb	76.60	73.10	75.40	61.00	55.20	47.20	58.00	
CINCEL	Nv	72.60	70.20	77.00	69.70	64.50	51.30	66.10	
	Nb	70.60	66.50	69.00	63.50	56.40	48.90	51.20	
CAMELLON	Nv	68.00	66.30	69.60	64.70	63.40	49.40	56.60	
	Nb	72.20	67.00	70.00	59.80	57.00	45.00	55.4	
ARADO	Nv	82.70			66.30	63.5	54.3	65.00	
SIEMBRA	Nb	70.40	68.40	73.80	60.20	56.00	46.20	62.20	

CUADRO 51. VARIACION DEL CONTENIDO DE AGUA EN EL SUELO
03.12.86 - 07.01.87 - 07.01.87 - 21.01.87

Profundidad: 0 - 20 cm

REPETICIONES

		I		I I I		V	
		03.12.86	07.01.87	03.12.86	07.01.87	03.12.86	07.01.87
LABOREO	N	07.01.87	21.01.87	07.01.87	21.01.87	07.01.87	21.01.87
CONVEN.	Nv	-40.60	-7.70	-51.10	14.40	-39.50	-50.60
	Nb	-59.60	25.90	-5.50	23.40	-27.10	-3.00
CINCEL	Nv	-53.20	13.30	-54.50	25.50	-49.20	-2.80
	Nb	-56.20	18.20	-53.50	15.00	-57.70	1.70
CAMELLON	Nv	-47.90	19.70	-58.30	25.60	-37.80	-1.40
	Nb	51.50	25.40	-63.80	20.70	-37.50	1.10
ARADO	Nv	-51.50	6.10	-52.90	-12.70	-2.70	-1.90
SIEMBRA	Nb	-53.40	9.40	-51.90	28.70	-27.40	0.20

CUADRO 52. VARIACION DEL CONTENIDO DE AGUA EN EL SUELO
03.12.86 - 07.01.87 - 07.01.87 - 21.01.87

profundidad: 20 - 40 cm

REPETICIONES

		I		I I I		V	
LABOREO	N	03.12.86	07.01.87	03.12.86	07.01.87	03.12.86	07.01.87
		07.01.87	21.01.87	07.01.87	21.01.87	07.01.87	21.01.87
CONVEN.	Nv	-1.90	-5.75	-17.40	-1.50	-21.00	-3.00
	Nb	-16.00	0.90	-19.30	1.00	-18.50	-3.90
CINCEL	Nv	-17.20	-1.65	-18.30	-1.40	-16.00	-2.60
	Nb	-14.30	0.75	-20.50	3.70	-18.30	-4.40
CAMELLON	Nv	-14.30	-1.30	-14.40	1.00	-17.00	-3.10
	Nb	-15.00	-1.90	-17.70	0.20	-12.70	-1.90
ARADO	Nv	-14.20	-4.20	-19.60	-2.00	-17.80	-3.50
	Nb	-14.10	-2.60	-18.50	3.00	-15.70	-2.60
SIEMBRA							

EXPERIMENTO 53. VARIACION DEL CONTENIDO DE AGUA EN EL SUELO
03.12.86 - 07.01.87 07.01.87 - 21.01.87

Profundidad: 40 - 60 cm

REPETICIONES

		I		III		V	
LABOREO	N	03.12.86	07.01.87	03.12.86	07.01.87	03.12.86	07.01.87
		07.01.87	21.01.87	07.01.87	21.01.87	07.01.87	21.01.87
CONVEN.	Nv	-16.10	-7.90	-16.60	-3.70	-20.10	-4.10
	Nb	-11.50	-2.25	-17.20	-3.20	20.00	-4.80
CINDEL	Nv	-21.50	5.20	-16.00	-5.10	-18.50	-4.70
	Nb	-18.70	-5.40	-19.00	-2.60	-16.00	-5.50
CAMELLON	Nv	-9.50	-7.30	-9.70	-6.90	-18.10	1.40
	Nb	-15.70	-5.30	-14.90	-5.60	-15.40	-4.60
ARADO	Nv	-19.70	-9.20	-21.50	-5.60	-14.60	-4.60
	Nb	-14.60	-4.90	-13.10	-4.10	-16.60	-3.70
SIEMBRA	Nb	-14.60	-4.90	-13.10	-4.10	-16.60	-3.70

EXPER. 54. VARIACION DEL CONTENIDO DE AGUA EN EL SUELO
03.12.86 - 07.01.87 - 07.01.87 21.01.87

Profundidad: 60 - 80 cm

REPETICIONES

		I		I I I		V	
LABOREO	N	03.12.86	07.01.87	03.12.86	07.01.87	03.12.86	07.01.87
		07.01.87	21.01.87	07.01.87	21.01.87	07.01.87	21.01.87
CONVEN.	Nv	-7.30	-18.60	-16.50	-11.60	-19.40	-12.60
	Nb	-14.60	-6.70	-22.90	-8.10	-32.00	-9.30
CINCEL	Nv	-17.90	-15.40	-10.70	-14.60	-16.50	-6.50
	Nb	-15.90	-12.80	-8.40	-8.30	-16.60	-12.40
CAMELLON	Nv	1.50	-13.20	0.60	-17.10	-15.40	-7.00
	Nb	-17.00	-3.30	-16.50	-9.00	-11.40	-15.40
ARADO	Nv	-18.10	-19.80	-23.50	-11.10	-18.10	-15.40
	Nb	-12.30	-9.90	-14.50	-14.70	-21.70	-12.30
SIEMBRA							

CUADRO 55. VARIACION DEL CONTENIDO DE AGUA EN EL SUELO
03.12.86 - 07.01.87. - 07.01.87 - 21.01.87

Profundidad: 80 - 100 cm

R E P E T I C I O N E S

		I		I I I		V	
		03.12.86	07.01.87	03.12.86	07.01.87	03.12.86	07.01.87
		07.01.87	21.01.87	07.01.87	21.01.87	07.01.87	21.01.87
ABOVED	N						
	Nv	-3.50	-4.10	-7.20	-16.30	-14.40	-9.90
CONVEN.	Nb	-11.50	-14.90	-20.10	-14.90	-16.10	-11.40
	Nv	-4.20	-25.50	-4.10	-13.40	-2.90	-16.50
CINCEL	Nb	-3.20	-15.60	-5.40	-5.20	-7.10	-23.20
	Nv	2.50	-13.50	-5.10	-15.80	-7.10	-16.20
CAMELLON	Nb	-17.40	-11.60	-10.40	-17.40	-9.40	-15.50
	Nv	-16.40	-5.90	-17.30	-18.10	-16.40	-12.00
SIEMBRA	Nb	-1.50	-17.10	-17.40	-8.00	-11.60	-16.90

CUADRO 56. RENDIMIENTO REAL EN GRANO CON 15 % DE HUMEDAD (Kg./Ha)

REPETICIONES

LABOREO	N	I	II	III	IV	V
	No	1493.27	999.41	738.19	1424.02	1840.30
CONVEN.	Nv	1904.88	2334.35	1388.81	1897.29	2165.22
	Nb	2611.57	1253.67	2591.39	3274.34	2257.61
	No	1697.53	1140.67	1021.05	1826.88	1782.97
CINCEL	Nv	1545.35	968.08	618.29	2760.75	2055.03
	Nb	2316.89	1771.81	2621.93	1164.95	1840.38
	No	1844.10	2426.47	2489.47	2421.03	2084.57
CAMELLON	Nv	1163.23	2248.81	2196.67	3515.41	2958.75
	Nb	2800.26	2546.39	3005.69	3605.67	2742.20
	No	1542.66	622.41	1365.10	1243.67	1146.53
ARADO	Nv	546.09	2073.01	1412.50	1029.06	1254.65
SIEMBRA	Nb	1869.10	1390.36	826.42	1299.08	1279.83

CUADRO 57. RENDIMIENTO POTENCIAL EN GRANO CON 15 % DE HUMEDAD (KG./HA)

REPETICIONES

LABORES	N	I	II	III	IV	V
CONVEN.	Nb	1654.96	1125.33	761.07	1880.61	2226.76
	Nv	2038.22	2532.76	1467.97	2191.36	2353.59
	Nb	2862.80	1704.99	2832.38	3608.32	2943.92
CINCEL	Nb	1762.03	1364.24	1075.16	2508.30	2472.97
	Nv	2099.97	1600.79	918.16	3023.02	2531.79
	Nb	2974.86	4418.89	2700.58	1914.46	1923.19
CAMELLON	Nb	2200.01	2705.51	3179.05	3299.86	2668.24
	Nv	1784.39	2820.00	2523.97	3852.88	3210.24
	Nb	3307.10	2643.15	4096.75	3717.45	3032.87
ARADO SIEMBRA	Nb	1823.42	830.91	1367.83	1489.91	1368.95
	Nv	561.38	2205.68	1580.58	1034.20	1392.66
	Nb	2054.14	1564.15	830.55	1406.90	1589.54

CUADRO 56. FENDIMIENTO DE MATERIA SECA CHALA Kg./Ha.

R E P E T I C I O N E S

LABORES	N	I	II	III	IV	V
CONVEN.	Nb	4933.27	1252.75	1510.90	2308.29	2763.10
	Nv	7684.21	3376.31	4736.60	3204.09	1981.78
	Nb	5945.12	2073.11	5730.94	3521.34	4159.87
CINCEL	Nb	4240.98	1717.56	2524.39	1893.29	2465.74
	Nv	4107.57	2223.33	1949.90	2152.91	2407.69
	Nb	4041.72	1953.21	5184.92	3243.29	1835.57
CAMELLON	Nb	2769.79	4018.19	3411.60	3407.79	2480.39
	Nv	3903.82	3808.79	3461.33	4847.67	4134.56
	Nb	7706.93	3984.21	5989.74	5144.41	3546.38
ARADO SIEMBRA	Nb	2093.71	2054.21	1526.29	1995.12	1465.37
	Nv	1653.28	620.93	5733.69	2475.31	1893.36
	Nb	3538.53	1514.88	1849.01	1541.29	2278.65

CUADRO 59. NÚMERO DE CHOCLOS POR PLANTA

REPETICIONES

LABOREO	N	I	II	III	IV	V
	N ₀	0,819	0,787	0,702	0,813	1,358
CONVEN.	N _V	0,740	0,684	0,658	1,009	0,943
	N _b	0,899	0,539	1,047	1,199	0,820
CINCEL	N ₀	0,909	0,789	0,643	1,608	1,143
	N _V	0,746	1,279	0,536	1,208	1,084
	N _b	0,945	0,751	1,186	0,820	0,810
	N ₀	0,831	0,772	0,716	0,765	1,150
CAMELLON	N _V	0,943	0,660	0,742	1,097	1,053
	N _b	0,503	0,813	0,915	1,357	0,747
	N ₀	0,957	0,602	1,426	1,162	0,902
ARADO	N _V	0,736	0,952	1,056	1,154	1,038
SIEMBRA	N _b	0,850	1,168	0,961	1,013	1,082

CUADRO 60. PORCENTAJE DE CICLOS ABORTADOS

REPETICIONES

LABOREO	N	I	II	III	IV	V
CONVEN.	N ₀	69,50	55,10	95,40	34,40	59,60
	N _v	55,12	32,80	71,70	12,70	64,60
	N _b	23,50	44,40	52,90	34,30	52,10
CINCEL	N ₀	63,50	23,00	68,06	29,00	39,00
	N _v	53,60	48,30	43,40	48,70	44,20
	N _b	27,30	28,00	43,70	32,30	66,60
CAMELLON	N ₀	57,90	19,50	28,50	26,70	44,50
	N _v	42,10	36,40	61,60	16,10	42,30
	N _b	60,00	39,80	42,10	25,10	47,60
ARADO	N ₀	65,10	28,10	79,80	29,40	68,90
	N _v	92,40	35,00	79,50	38,00	54,20
SIEMBRA	N _b	62,40	40,50	87,30	32,70	51,20

CUADRO 21. PRODUCCION FINAL DE PLANTAS (milas de pl/ha.)

REPETICIONES

	N	I	II	III	IV	V
	No	75,61	71,65	75,61	68,60	50,30
	Nv	64,45	64,15	66,46	68,90	79,57
	Nb	57,62	66,59	64,33	65,85	77,75
	No	57,01	63,72	56,40	36,59	51,22
	Nv	62,50	37,20	58,54	51,22	50,91
	Nb	49,70	71,04	42,68	57,63	49,70
	No	74,09	65,55	76,22	88,11	63,11
EMELLEN	Nv	80,49	79,66	81,40	72,26	80,79
	Nb	86,59	82,93	67,99	55,49	78,35
	No	42,68	61,28	41,46	50,91	58,84
GRADO	Nv	38,11	57,62	53,69	39,63	46,78
SIEMBRA	Nb	62,80	39,94	59,15	47,87	44,51

CUADRO 62. PESO SECO DE RESTOS SECOS (Grs/0,5 m2)

REPETICIONES

LABORES	N	I	II	III	IV	V
CONVEN.	N ₀	0,000	17,700	9,100	17,500	16,000
	N _v	0,000	11,410	13,900	75,900	0,000
	N _b	44,700	12,900	29,800	0,000	16,600
CINCEL	N ₀	31,800	16,600	19,800	57,000	28,400
	N _v	0,000	56,900	9,200	38,600	28,100
	N _b	0,000	17,400	66,600	113,200	29,100
CAMELLÓN	N ₀	0,000	46,700	0,000	22,000	0,000
	N _v	15,800	53,300	25,800	32,000	27,400
	N _b	112,200	0,000	25,900	58,200	0,000
ARADO	N ₀	0,000	7,200	72,500	26,700	13,400
	N _v	17,000	3,100	23,000	7,300	2,500
SIEMBRA	N _b	15,000	16,100	9,500	7,500	9,500

CUADRO 64. PORCENTAJE DE INCIDENCIA DE AVENA SP.

REPETICIONES

LABOREO	N	I	II	III	IV	V
CONVEN.	Nb	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	Nv	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	Nb	5,000	0,000	0,000	0,000	0,000
CINCEL	Nb	3,000	0,000	5,800	0,000	100,000
	Nv	25,000	54,000	0,000	0,000	100,000
	Nb	32,000	79,900	0,000	77,500	40,400
CAMELLON	Nb	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	Nv	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	Nb	62,000	0,000	0,000	0,000	0,000
ARADO SIEMBRA	Nb	14,300	96,500	72,500	71,500	60,900
	Nv	0,000	60,900	54,700	3,000	0,000
	Nb	91,000	94,000	40,000	35,500	13,600

CUADRO 65. PORCENTAJE DE INCIDENCIA DE GRAMINEAS ANUALES.

R E P E T I C I O N E S

LABOREO	N	I	II	III	IV	V
	Nb	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
CONVEN.	Nv	100,000	0,000	26,600	0,000	0,000
	Nb	50,000	100,000	100,000	100,000	0,000
	Np	99,700	100,000	95,400	0,000	0,000
CINCEL	Nv	75,000	45,900	74,800	87,600	0,000
	Nb	67,900	20,000	100,000	18,600	18,600
	Nb	45,600	100,000	100,000	100,000	62,000
CAMELLON	Nv	7,400	100,000	100,000	100,000	100,000
	Nb	37,700	100,000	63,600	0,000	100,000
	Nb	82,200	0,000	24,500	26,300	0,000
ARÁDO	Nv	64,000	28,700	0,900	0,000	90,700
SIEMBRA	Nb	3,400	0,000	54,400	10,500	86,300

CUADRO 67. INDICE DE AREA FOLIAR 30.12.86

R E P E T I C I O N E S

LABOREO	N	I	II	III
CONVEN.	Nb	2.035	1,453	2,195
	Nv	2,885	2.161	2,033
	Nb	2,688	2,577	2,947
CINCEL	Nb	1.249	1,624	1,764
	Nv	2.126	0,694	2,057
	Nb	2.145	3.102	1,352
CAMELLON	Nb	2.253	2,803	2,432
	Nv	2,472	3,040	3,402
	Nb	3,707	3,865	2,497
ARADO SIEMBRA	Nb	0.722	1.181	1,066
	Nv	0.788	2,299	1,247
	Nb	2,483	0,998	2,179

CUADRO 69. INDICE DE AREA FOLIAS 29.01.87 - 03.02.87

R E P E T I C I O N E S

LABOREG.	N	I	II	III	IV
	No	1,070	0,617	0,791	0,666
CONVEN.	Nv	1,373	1,108	1,119	1,068
	Nb	0,927	1,210	0,856	1,037
	No	0,953	0,739	0,845	0,385
CINCEL	Nv	0,880	0,332	0,808	0,532
	Nb	0,773	1,070	0,527	0,653
	No	0,999	0,992	1,245	1,366
CAMELLON	Nv	1,128	1,247	1,250	1,325
	Nb	1,234	1,649	1,115	0,791
	No	0,387	0,496	0,371	0,357
ARADO	Nv	0,381	0,759	0,544	0,539
SIEMBRA	Nb	0,848	0,495	0,668	0,633

CUADRO 70. PORCENTAJE DE PLANTA EN ANTESIS 13-16, 01, 87

R E P E T I C I O N E S

LABOREO	N	I	II	III	IV
CONVEN.	No	19,39	10,01	70,44	12,47
	Nv	25,64	52,45	68,57	57,23
	Nb	57,72	61,94	84,05	33,38
CINCEL	No	8,62	39,63	68,41	11,56
	Nv	30,04	13,21	70,16	32,06
	Nb	57,23	82,48	86,25	78,28
CAMELLON	No	40,02	56,73	52,15	21,16
	Nv	12,60	58,41	68,13	60,88
	Nb	68,04	79,01	54,35	24,08
ARADO	No	3,71	26,43	54,25	21,46
	Nv	6,07	64,49	49,06	38,46
SIEMBRA	Nb	61,45	57,23	67,57	60,57

CUADRO 71. PORCENTAJE DE PLANTA EN ANTEES 29.01-03.02.87

R E P E T I C I O N E S

LABOREO	N	I	II	III	IV
CONVEN.	Nb	83.31	76,61	92,74	77,03
	Nv	83.01	91,77	88.70	99.99
	Nb	74.11	65,69	86,86	91,05
CINCEL	Nb	71,26	92,47	88.31	99.99
	Nv	73,14	94,45	69.43	99,99
	Nb	99.99	74,37	86.25	91,72
CAMELLON	Nb	80,93	79,10	81,33	76.10
	Nv	77,03	82,71	83,61	91,44
	Nb	71,62	88,25	92,65	98,98
ARADO	Nb	97,62	66,35	99,99	85.84
	Nv	99.99	74,11	99.99	76,94
SIEMBRA	Nb	74,46	89,07	99.99	99,99

CUADRO 72. ALTURA DE PLANTA (m) 07.12.86

R E P E T I C I O N E S				
LABOREO	N	I	II	III
CONVEN.	Nb	0,15	0,17	0,21
	Nv	0,17	0,21	0,17
	Nb	0,25	0,22	0,22
CINCEL	Nb	0,14	0,16	0,20
	Nv	0,18	0,19	0,19
	Nb	0,26	0,27	0,23
CAMELLON	Nb	0,14	0,17	0,17
	Nv	0,12	0,16	0,18
	Nb	0,22	0,20	0,16
ARADO	Nb	0,13	0,20	0,20
	Nv	0,18	0,20	0,21
SIEMERA	Nb	0,21	0,21	0,21

CUADRO 73. ALTURA DE PLANTA (m) 13-16.01.87

REPETICIONES

LABORES	N	I	II	III	IV
CONVEN.	No	0,65	0,80	0,95	0,52
	Nv	0,66	1,38	1,10	0,93
	Nb	1,14	1,60	1,32	1,17
CINCEL	No	0,60	0,87	1,10	0,51
	Nv	0,89	0,88	1,08	0,57
	Nb	1,22	1,49	1,08	1,04
CAMELLON	No	0,63	1,37	0,90	0,74
	Nv	0,76	0,97	0,73	0,82
	Nb	1,17	1,35	1,17	1,02
ARADO	No	0,37	0,79	0,87	0,67
	Nv	0,63	1,07	0,95	1,05
	Nb	0,88	0,89	0,95	0,92
SIEMBRA					

CUADRO 74. NUMERO DE MAZORCA POR PLANTA 13-16.01.87

R E P E T I C I O N E S

LABOREO	N	I	II	III	IV
CONVEN.	No	0.00	0,00	0.11	0.13
	Nv	0.00	0,10	0,06	0.04
	Nb	0,12	0.11	0.19	0.03
CINCEL	No	0.00	0,03	0.11	0.00
	Nv	0.00	0,00	0.30	0.01
	Nb	0,38	0.26	0,21	0.11
CAMELLON	No	0,03	0,09	0,13	0.04
	Nv	0,00	0,15	0,14	0.05
	Nb	0,12	0,21	0.16	0.04
ARADO SIEMBRA	No	0,00	0,00	0.00	0.00
	Nv	0,00	0,14	0,12	0,12
	Nb	0,06	0,14	0.00	0.12

CUADRO 75. ALTURA DE PLANTA (m) 29.01.87 - 03.02.87

REPETICIONES

LABORED	N	I	II	III	IV
CONVEIJ.	No	1,05	0,73	1,04	0,89
	Nv	1,16	1,25	1,21	1,19
	Nb	1,31	1,30	1,37	1,11
CINCEL	No	0,88	0,93	1,16	0,89
	Nv	1,11	0,84	1,14	0,89
	Nb	1,24	1,43	1,16	1,26
CAMELLON	No	1,06	1,16	1,08	1,19
	Nv	1,10	1,10	1,18	1,09
	Nb	1,44	1,29	1,21	1,22
ARADO SIEMERA	No	0,63	0,90	1,04	0,85
	Nv	0,64	1,19	0,97	1,21
	Nb	1,23	0,99	1,05	1,13

CUADRO 76. NUMERO DE MAZORCA POR PLANTA 29.01.87 - 03.02.87

R E P E T I C I O N E S

LABOREO	N	I	II	III	IV
CONVEN.	Nb	0,43	0,18	0,59	0,66
	Nv	0,63	1,17	0,59	1,23
	Nb	0,58	0,68	0,77	0,80
CINCEL	Nb	0,43	0,36	0,44	0,54
	Nv	0,56	0,60	0,70	0,75
	Nb	1,15	0,90	0,53	0,84
CAMELLON	Nb	1,05	0,57	0,66	0,72
	Nv	0,85	0,57	0,87	0,69
	Nb	1,06	0,76	0,77	0,54
ARADO	Nb	0,24	0,49	0,83	0,57
	Nv	0,46	0,35	1,27	1,15
SIEMERA	Nb	2,07	0,51	1,28	1,28

CUADRO 77 PORCENTAJE DE NITRÓGENO EXTRAÍDO POR EL GRANO

R E P E T I C I O N E S

LABOREO	N	I	II	III	IV	V
CONVIEN.	Nb	1.62	1.32	1.46	1.46	1.40
	Nv	1.43	1.43	1.50	1.43	1.35
	Nb	1.49	1.49	1.49	1.46	1.42
CINCEL	Nb	1.54	1.35	1.35	1.34	1.33
	Nv	1.33	1.26	1.38	1.33	1.31
	Nb	1.61	1.61	1.63	1.60	1.49
CAMELLÓN	Nb	1.60	1.60	1.50	1.50	1.51
	Nv	1.56	1.55	1.53	1.54	1.53
	Nb	1.62	1.62	1.56	1.48	1.56
ARADO	Nb	1.40	1.41	1.41	1.42	1.40
	Nv	1.50	1.68	1.58	1.60	1.57
	Nb	1.56	1.55	1.53	1.55	1.56
SIEMBRA						

CUADRO 78. PORCENTAJE DE NITROGENO EXTRAIDO POR LA CHALA

R E P E T I C I O N E S

LABOREO	N	I	II	III	IV	V
CONVEN.	Nb	0,54	0,48	0,44	0,55	0,51
	Nv	0,48	0,54	0,67	0,61	0,45
	Nb	0,72	0,42	0,69	0,44	0,64
CINCEL	Nb	0,75	0,47	0,62	0,60	0,68
	Nv	0,75	0,40	0,56	0,48	0,56
	Nb	0,66	0,54	0,61	0,43	0,70
CAMELLON	Nb	0,48	0,42	0,60	0,51	0,60
	Nv	0,45	0,51	0,49	0,59	0,54
	Nb	0,42	0,42	0,74	0,43	0,77
ARADO	Nb	0,45	0,74	0,69	0,33	0,47
	Nv	0,48	0,42	0,50	0,69	0,70
SIEMBRA	Nb	0,48	0,48	0,43	0,67	0,72

VIII- BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- 1- ALDRICH S. y LENS E.R. Producción moderna de maíz. Ed. Hemisferio Sur, 1974.
- 2- ANCHIERI C. y MAGRINI A. Efecto residual de cuatro pastoreos de invierno en la producción de cultivos de verano sembrado con mínimo y cero laboreo. Tesis. 1981. Facultad de Agronomía. Uruguay
- 3- AMEZAGA J.J. y MATTIAUDA D. Efecto de la remoción del suelo durante el cultivo de maíz. Tesis. 1984. Facultad de Agronomía. Uruguay.
- 4- BANDEL V.A. Nitrogen management for no - till corn. Better crops/fall. 1985 : 8-9.
- 5- BANDEL V.A.; DZIENIA S.; STANFORD G. Comparision of N fertilizers for no - till corn. Agronomy Journal, vol. 72, march - april 1980 : 337-341.
- 6- BLACK C.A. Relaciones suelo-planta. Traducción de la primera edición americana por el Ing. Agr. Armando Rabuffetti. Montevideo. Ed. Hemisferio Sur. 1975.
- 7- BLEVINS R.B.; COOK DOYLE; PHILLIPS S.H and PHILLIPS R.E. Influence of no- till on soil moisture. Agronomy Journal, vol. 63, july - august 1971 : 593-596.
- 8- CANNEL R.G.; DONDELL R.J.; HALL K.C. and RACHEL CRESS. Effect of cultivation on soil nitrogen and the soil atmosphere. Agriculture Research Council Letcombe Laboratory Annual Report. 1974 : 57-59.
- 9- CRUSE R.M. Reporte no publicado. 1985
- 10- DIAZ E. y SANGUINETTI D. Distintas alternativas de laboreo para cultivos de verano. Tesis. 1981. Facultad de Agronomía. Uruguay.
- 11- DORAN J.W. and SMITH M.S. Organic matter management and utilization of soil and fertilizer nutrients. In. Soil Fertility and Organic Matter as Critical Components of Production Systems. S.S.S.A: Special Public. No. 19 : 53-72. 1987.
- 12- FERNANDEZ G. Maíz. Separata 526. Cátedra de Cereales y Cultivos Industriales. E.E.M.A.C.; Facultad de Agronomía. 1982. Paysandú. Uruguay.

13- FERRES A.F. y SILVA NOLET E. Efecto residual del laboreo del subsuelo en cultivo de maiz. Tesis. 1992. Facultad de Agronomía. Uruguay.

14- GARCIA F. Laboreo del suelo. In. Manejo de suelos. Curso de fertilidad y suelos. 1980. Facultad de Agronomía. Uruguay.

15- GARCIA F.; CARDELLINO G. y PANNONE. Combinaciones de laboreo para cultivo de maiz y respuesta a la fertilización nitrogenada. Avance de resultados. Jornadas Técnicas de la Facultad de Agronomía : 6-9. 1988.

16- GARCIA F.; CRUSE R.M.; BLACKMER A.M. Compaction and nitrogen placement effect on root growth, water depletion and nitrogen uptake. Soil Science Society. American Journal, vol. 52: 792-798. 1988.

17- GARCIA F.; CHIARA J.P.; CARDELLINO G. Calibración de una sonda de neutrones Troxler 3222 en un Brunosol éutrico típico de la Unidad Valle Aique. Informe interno, DUMA - MGAP. 1981.

18- LOCKE M.A. and HONS F.M. Fertilizer placement effects on seasonal nitrogen accumulation and yield of no tillage and conventional tillage Sorghum. Agronomy Journal, vol. 80 :180-185. 1988.

19- LLANOS COMPANY M. El maiz. 1984. España.

20- MALHI S.S and NYBORG M. Methods of placement for increasing the efficiency the N fertilizers applied in the fall. Agronomy Journal, vol. 77, january - february, 1985 : 27-32.

21- Mc GILL W.B. and MYERS R.J.K. Controls of soil and fertilizer nitrogen dynamics. IN. Soil Fertility and Organic Matter as Critical Components of Production Systems. S.S.S.A. ; Special Public. No. 19: 73-99, 1987.

22- MENGEL D.R.; NELSON D.W.; HUBER D.M. Placement of nitrogen fertilizers for no - till and conventional till corn. Agronomy Journal, vol. 72, march - april, 1980 : 515-518.

23- MINISTERIO DE GANADERIA, AGRICULTURA y PESCA. DREA. Cultivos de verano. Año Agrícola 1987-88; Estimación del área sembrada, producción y rendimiento. Boletín informativo No. 132; Julio. 1988.

- 24- PENA J.J. y TARALLO H.J. Causas morfo-fisiológicas de las diferencias de rendimiento en un ensayo varietal de maíz. Tesis. 1983. Facultad de Agronomía. Uruguay.
- 25- RABUFFETTI A. Nitrógeno. Cátedra de Fertilidad y Fertilizantes. 1987. Facultad de Agronomía. Uruguay.
- 26- RUSSELL R.S. Plant root systems. Mac Graw - Hill, 296 pp. 1977.
- 27- SANDELL FARM NITROGEN RIDGE - TILL STUDY. Report. 1987.
- 28- SHAW R.H. and LAING D.R. Moisture stress and plant response. IN. Symposium of Plant Environment and Efficient Water Use. Ames, IOWA; 1965. Papers, Madison Wis. American Society of Agronomy, 1966 pp 73-94.
- 29- SMITTLE D.A. and WILLIAMSON R.E. Effect of soil compaction on nitrogen and water use efficiency, root growth, yield and fruit shape of Pickling cucumbers. University of Georgia State of Agriculture. Coastal Plain Experimental Station. Journal American Society Horticulture Science; 102 (6) : 822-825, 1977.
- 30- TOUCHTON J.T. and HARGROVE W.L. Nitrogen sources and methods of application for no tillage corn production. Agronomy Journal, vol. 74, september - october, 1982 : 823-826.
- 31- VITHOSH M.L.; DARLINGTON W.H.; RICE C.W.; CHRISTENMSON D.R. Fertilizer management for conservation tillage. February 1984. Inc. in Preliminary Proceeding for a System Approach to Conservation tillage. Michigan State University. Department of Crop and Soil Sciences.
- 32- YODER R.E. The significance of soil structure in relation to the tilling problem. Soil Science Society Proceeding; 1937 : 21-23.