

12/42

UNIVERSIDAD DE GRANADA

FACULTAD DE CIENCIAS

DPTO. FISILOGIA VEGETAL

ANALISIS DEL CRECIMIENTO Y DE LA PRODUCCION DE GRANO
EN LOS CULTIVOS DE CEBADA (Hordeum distichon L. var. Pallas)
BAJO LAS CONDICIONES AMBIENTALES DE LA PROVINCIA DE
GRANADA

Isabel de la Morena Valenzuela

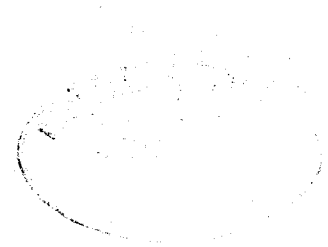


TESIS DOCTORAL

1984



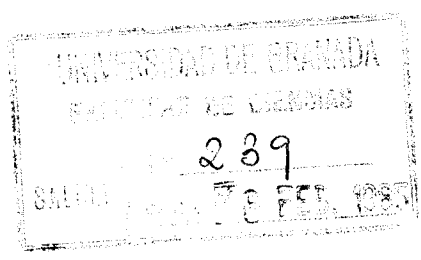
BIBLIOTECA	
FACULTAD DE CIENCIAS	
CIENCIAS	
CLASIFICACION	113
VOLUMEN	2
FECHA	18-11



17. 23.745

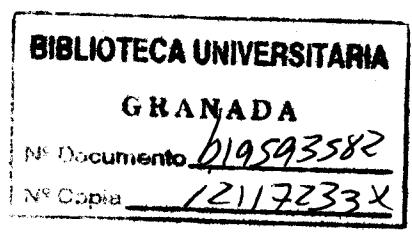
T
11
86

FACULTAD DE CIENCIAS
DEPARTAMENTO DE FISILOGIA VEGETAL



ANALISIS DEL CRECIMIENTO Y DE LA PRODUCCION DE GRANO EN LOS
CULTIVOS DE CEBADA (*Hordeum distichon* L. var. Pallas) BAJO
LAS CONDICIONES AMBIENTALES DE LA PROVINCIA DE GRANADA
ISABEL DE LA MORENA VALENZUELA
Tesis Doctoral

UNIVERSIDAD DE GRANADA
1984



Tesis doctoral dirigida por los Dres. D. Jose Ma Ramos Clavero y D. Luis F. García del Moral Garrido, profesores titulares de la Universidad de Granada. Fue leída el 19 de Diciembre de 1984 ante el tribunal formado por los profesores: Vicente Córdoba (Madrid); Esteban Velasco (C.S.I.C.Granada); Recalde Manrique (Granada); Ramos Clavero (Granada) y por el investigador Aguilar Villalvilla (C.S.I.C.Málaga). Obtuvo la calificación de Sobresaliente "cum laude".

La Memoria que presentamos ha sido realizada en el DEPARTAMENTO
INTERFACULTATIVO DE FISILOGIA VEGETAL de la Universidad de Granada

Quisiera hacer una mención especial al Dr. D. Luis Recalde Martínez, Catedrático Jubilado del Dpto. de Fisiología Vegetal como Director del Equipo de Fisiología de los Cultivos de este Dpto., por sus inestimables consejos y por la amabilidad y simpatía con que siempre me ha considerado.

Mi más sincero agradecimiento a los Dres. D. Jose María Ramos Clavero y D. Luis F. García del Moral Garrido, más que directores, compañeros en la realización de este trabajo. Su enorme calidad investigadora ha supuesto para mí un continuo estímulo de superación y una fuente inagotable de conocimientos; ello unido a la extraordinaria calidad humana de ambos ha hecho posible la creación de un excepcional ambiente de trabajo.

Al Dr. D. Luis Recalde Manrique, Catedrático de Fisiología Vegetal, por su apreciable ayuda.

Deseo hacer constar un recuerdo emocionado a mi abuelo, D. Eduardo Valenzuela de Cabo, que a sus 98 años mostró un enorme interés por el comienzo de estos ensayos de campo y no podrá asistir a su culminación. En su "Huerta" se realizaron los trabajos relativos al primer año de esta Memoria.

Mi agradecimiento se hace extensivo a D. Pedro Moreno Villalonga que nos cedió desinteresadamente la parcela del tercer año de estudio y a los agricultores que realizaron las labores de campo.

Así mismo expresar un profundo agradecimiento a mi incondicional amiga Lili por las horas que dedicó a la mecanografía de esta Tesis Doctoral. A Jose Miguel que amablemente luchó con las fotografías y

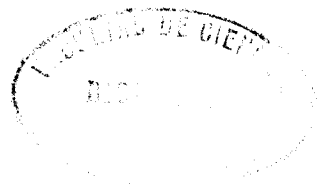
al Dpto. de Ecología que hizo posible que esta Memoria pudiera terminar de escribirse.

Por último agradecer el valioso apoyo moral de todos aquellos que me animaron en los momentos difíciles.

A la memoria de mi madre y de mi abuelo.

A mi padre y hermanos.

A Merche.



INDICE

	<u>Pag.</u>
1.- OBJETIVOS.....	1
2.- INTRODUCCION.....	3
2.1.- Importancia económica.....	3
2.2.- Origen y distribución de la cebada de dos carreras.....	4
2.3.- Clasificación botánica.....	5
2.4.- Descripción y desarrollo de la planta de cebada.....	6
2.4.1.- Descripción.....	6
2.4.2.- Desarrollo.....	12
2.4.2.1.- Periodo vegetativo.....	15
2.4.2.1.1.- Fase de germinación y arraigo de las plantas.....	15
2.4.2.1.2.- Fase de ahijamiento.....	16
2.4.2.2.- Periodo Reproductivo.....	19
2.4.2.2.1.- Fase de Encañado.....	19
2.4.2.2.2.- Fase de Espigado.....	21
2.4.2.3.- Periodo de Maduración.....	22
2.5.- Crecimiento y Desarrollo del cultivo.....	24
2.6.- Factores de Producción.....	27
2.6.1.- Número de espigas por planta.....	28
2.6.1.1.- Formación de tallos hijos.....	29
2.6.1.2.- Evolución y supervivencia de los tallos.....	31
2.6.1.3.- Influencia de los factores ambientales en el proceso de - ahijamiento.....	32
2.6.2.- Número de granos por espiga.....	36
2.6.2.1.- Inducción floral.....	37
2.6.2.2.- Desarrollo de la inflorescencia.....	37
2.6.2.3.- Influencia de los factores ambientales.....	39
2.6.2.4.- Control del tamaño de la espiga.....	42
2.6.3.- Peso medio de los granos.....	43
2.6.3.1.- Crecimiento del grano.....	43
2.6.3.2.- Origen de materiales en el grano.....	45
2.6.3.2.1.- Fotosíntesis previa a la antesis y constitución de las reservas.....	45

	<u>Pag.</u>
2.6.3.2.2.- Fotosíntesis después de la emergencia de la espiga.....	46
2.6.3.3.- Factores que regulan el llenado del grano.....	48
2.6.3.4.- Efecto de los factores ambientales.....	51
2.7.- Exigencias del cultivo.....	52
2.7.1.- Abonado fosfopotásico de fondo.....	53
2.7.2.- Fertilización nitrogenada.....	53
2.7.2.1.- Efecto sobre la cosecha grano.....	53
2.7.2.2.- Efecto sobre la calidad y cantidad de proteínas del grano.	54
2.7.2.3.- Factores que modifican la respuesta al nitrógeno.....	56
2.7.2.3.1.- Epoca de aplicación.....	56
2.7.2.3.2.- Tipo y dosis de fertilizante.....	57
2.7.2.3.3.- Factores ambientales.....	58
2.7.3.- En azufre en la fisiología de los vegetales.....	59
2.7.3.1.- Necesidades de azufre en las plantas.....	59
2.7.3.2.- Funciones del azufre y efectos de la fertilización azufrada	60
2.7.3.3.- Distribución del azufre en la planta.....	62
2.7.3.4.- El azufre por vía foliar.....	63
2.8.- El ethrel por vía foliar.....	64
3. METODOS Y TECNICAS EXPERIMENTALES.....	67
3.1.- Localización de las parcelas.....	68
3.2.- Análisis y tipo de suelo.....	68
3.3.- Características del cultivo.....	68
3.3.1.- Ensayo 1981-1982.....	74
3.3.2.- Ensayo 1982-1983.....	75
3.3.3.- Ensayo 1983-1984.....	76
3.4.- Determinaciones experimentales.....	77
3.4.1.- Procedimiento en el campo.....	77
3.4.2.- Procedimiento en el laboratorio.....	78
3.4.2.1.- Obtención de valores primarios.....	78
3.4.2.2.- Determinaciones de producción.....	79
3.4.2.3.- Análisis del contenido de N en el grano.....	79
3.5.- Cálculo de los índices de crecimiento.....	80
3.5.1.- Periodo de preantesis.....	81
3.5.1.1.- Índice de área foliar (Leaf Area Index, LAI).....	82
3.5.1.2.- Inversa de la proporción del área foliar(Inverse of Leaf - Area Ratio, 1/LAR).....	82

	<u>Pag.</u>
3.5.1.3.- Biomasa o peso seco del cultivo (Crop Dry Weight CDW).....	83
3.5.2.- Periodo de maduración.....	83
3.5.2.1.- Duración del área foliar (Leaf Area Duration, LAD).....	83
3.5.2.2.- Eficiencia asimiladora durante la maduración (Grain:Leaf - Ratio, G).....	84
3.6.- Climatología de la zona.....	85
3.7.- Estudio estadístico.....	86
4.- RESULTADOS Y DISCUSION.....	88
4.1.- Valores primarios.....	89
4.2.- Estudio de la producción de grano de los ensayos de 1982, 1983 y 1984 en función de los tratamientos.....	109
4.2.1.- Ensayo-1982.....	113
4.2.1.1.- Análisis de la cosecha grano (kg/100m ²) en función de los niveles y épocas de aplicación de nitrógeno y de las dosis de azufre foliar al final del ahijado.....	113
4.2.1.1.1.- Estudio del nivel NS ₁	113
4.2.1.1.2.- Estudio del nivel NS ₂	116
4.2.1.1.3.- Comparación entre los niveles NS ₁ y NS ₂	118
4.2.1.2.- Análisis de la cosecha planta y parámetros determinantes en función de los niveles y épocas de aplicación de nitrógeno y de las dosis de azufre foliar al final del ahijado.....	122
4.2.1.2.1.- Cosecha planta (g/planta).....	122
4.2.1.2.1.1.- Estudio del nivel NS ₁	122
4.2.1.2.2.- Estudio del nivel NS ₂	126
4.2.1.2.3.- Comparación entre los niveles NS ₁ y NS ₂	130
4.2.1.2.2.- Número de espigas por planta.....	134
4.2.1.2.2.1.- Estudio del nivel NS ₁	134
4.2.1.2.2.2.- Estudio del nivel NS ₂	138
4.2.1.2.2.3.- Comparación entre los niveles NS ₁ y NS ₂	141
4.2.1.2.3.- Número de granos por espiga.....	146
4.2.1.2.3.1.- Estudio del nivel NS ₁	146
4.2.1.2.3.2.- Estudio del nivel NS ₂	147
4.2.1.2.3.3.- Comparación entre los niveles NS ₁ y NS ₂	149
4.2.1.2.4.- Peso de mil granos (g).....	152
4.2.1.2.4.1.- Estudio del nivel NS ₁	152

	<u>Pag.</u>
4.2.1.2.4.2.- Estudio del nivel NS ₂	153
4.2.1.2.4.3.- Comparación entre los niveles NS ₁ y NS ₂	155
4.2.1.3.- Importancia relativa de los parámetros de cosecha en la pro- ducción final de grano.....	158
4.2.1.3.1.- Relación cosecha grano-parámetros.....	158
4.2.1.3.2.- Relación cosecha planta-parámetros.....	159
4.2.1.4.- Resumen general del ensayo-1982.....	161
4.2.2.- Ensayo-1983.....	162
4.2.2.1.- Análisis de la cosecha grano (kg/100m ²) en función de los - tratamientos de nitrógeno, azufre y ethrel.....	162
4.2.2.2.- Análisis de la cosecha planta y parámetros determinantes en función de los tratamientos de nitrógeno, azufre y ethrel..	168
4.2.2.2.1.- Cosecha planta (g/planta).....	168
4.2.2.2.2.- Número de espigas por planta.....	174
4.2.2.2.3.- Número de granos por espiga.....	180
4.2.2.2.4.- Peso de mil granos (g).....	183
4.2.2.3.- Importancia relativa de los parámetros de cosecha en la - producción final de grano.....	186
4.2.2.3.1.- Relación cosecha grano-parámetros.....	186
4.2.2.3.2.- Relación cosecha planta-parámetros.....	187
4.2.2.4.- Resumen general del ensayo-1983.....	188
4.2.3.- Ensayo-1984.....	189
4.2.3.1.- Análisis de la cosecha grano (kg/100m ²) en función de las - dosis y épocas de aplicación de nitrógeno y de los trata- mientos de azufre y ethrel.....	189
4.2.3.2.- Análisis de la cosecha planta y parámetros determinantes en función de las dosis y épocas de aplicación de nitrógeno y de los tratamientos de azufre y ethrel.....	196
4.2.3.2.1.- Cosecha planta (g/planta).....	196
4.2.3.2.2.- Número de espigas por planta.....	202
4.2.3.2.3.- Número de granos por espiga.....	208
4.2.3.2.4.- Peso de mil granos (g).....	211
4.2.3.3.- Importancia relativa de los parámetros de cosecha en la - producción final de grano.....	214
4.2.3.3.1.- Relación cosecha grano-parámetros.....	214

	<u>Pag.</u>
4.2.3.3.2.- Relación cosecha planta-parámetros.....	215
4.2.3.4.- Resumen general del ensayo-1984.....	216
4.2.4.- Estudio comparativo de la cosecha grano, cosecha planta y pa- rámetros determinantes en los ensayos de 1982, 1983 y 1984...	217
4.2.5.- Proteína bruta del grano en los ensayos de 1982, 1983 y 1984.	221
4.3.- Dinámica del ahijamiento durante el desarrollo del cultivo en fun- ción de los tratamientos.....	226
4.3.1.- Ensayo-1982.....	226
4.3.1.1.- Evolución de los ahijamientos.....	226
4.3.1.2.- Supervivencia de los tallos hijos.....	229
4.3.2.- Ensayo-1983.....	231
4.3.2.1.- Evolución de los ahijamientos.....	231
4.3.2.2.- Supervivencia de los tallos hijos.....	232
4.3.3.- Ensayo-1984.....	235
4.3.3.1.- Evolución de los ahijamientos.....	235
4.3.3.2.- Supervivencia de los tallos hijos.....	238
4.3.4.- Resumen general de los tres años de estudio.....	240
4.4.- Evolución de los índices de crecimiento durante los periodos ve- getativo y de maduración en función de los tratamientos y su in- fluencia sobre la producción final de grano.....	241
4.4.1.- Ensayo-1982.....	256
4.4.2.- Ensayo-1983.....	258
4.4.3.- Ensayo-1984.....	261
4.4.4.- Resumen general de los tres años de estudio.....	263
5.- CONCLUSIONES.....	264
6.- BIBLIOGRAFIA.....	268

1. OBJETIVOS

Las causas que determinan la producción de grano en los cultivos de cereales vienen siendo estudiadas por miembros del Equipo de Investigación del Dpto. Interfacultativo de Fisiología Vegetal de la Universidad de Granada desde el año 1975, coincidiendo con el aumento de la demanda de piensos com - puestos que en nuestro país ha originado la crisis económica mundial. Para obtener los máximos rendimientos de un cultivo es necesario comprender los fenó - menos relacionados con la producción y acumulación de materia seca, procesos regulados por los factores climáticos y del cultivo, en especial a través de las disponibilidades de luz, agua y sustancias nutritivas, así como del nivel y distribución de los reguladores del crecimiento.

En este sentido y como continuación de los trabajos de investigación sobre el Análisis del Crecimiento y Producción de los cultivos de cereales que realiza el Dpto. de Fisiología Vegetal, el objeto de la Memoria que presentamos ha consistido en :

a) Analizar las relaciones existentes entre la cosecha grano y sus componentes, así como la influencia que los periodos vegetativo y de maduración ejercen sobre la producción final de grano en los cultivos de cebada de nuestra región.

b) Averiguar en qué medida la cosecha grano y sus componentes se ven modificados por efecto de la dosis y su fraccionamiento en distintas épocas de aplicación, de los fertilizantes nitrogenados.

c) Estudiar las causas responsables de los efectos obtenidos sobre cosecha y componentes por la aplicación de azufre elemental, utilizando para ello diversas dosis y comparando su acción con la del ethrel, agente que desprende etileno.

Con estos fines, se ha abordado el estudio de algunos aspectos fisiológicos de la nutrición, crecimiento y desarrollo de la planta de cebada, a fin de contribuir al conocimiento de las causas que determinan la producción y rentabilidad de los cultivos de cebada en Andalucía.

2. INTRODUCCION

2.- Introducción.

2.1.- Importancia económica.

En los últimos años la crisis económica ha provocado un cambio paulatino en los hábitos alimenticios. El consumo de carnes caras procedentes de rumiantes (vacuno y ovino) se ha visto desplazado por otras más baratas de especies monogástricas (porcino y aves). Ello trae consigo un aumento en la producción de piensos y en la demanda de proteínas vegetales, hecho que ha provocado una extraordinaria escalada de las importaciones de grano (sobre todo de maíz y soja) pasando de un coste de 21.000 millones de pesetas en 1970 a 150.000 millones en 1981 lo que supone un aumento del 700%, y un desequilibrio muy importante en nuestra balanza de pagos. En 1983, representaba la segunda partida después del petróleo (1).

El Plan a medio Plazo del Ministerio de Agricultura para la ordenación de las producciones y los mercados intenta, si no anular, sí disminuir la dependencia exterior. Sin embargo, las limitaciones que el cultivo del maíz presenta en nuestro país han hecho pensar en su parcial sustitución por cebada para la fabricación de piensos. A pesar del aumento en la producción de este cereal en los últimos años, (desde 1968 se ha duplicado) los niveles son aún muy bajos y el rendimiento se encuentra lejos del óptimo para estos propósitos.

La calidad del grano de cebada no es tan buena como la del maíz; no obstante, la planta es menos exigente en lo que se refiere a condiciones climáticas, adaptándose bien a muy diversos ambientes y presentando menor demanda de fertilizantes por lo que su cultivo puede extenderse fácilmente incluso a zonas áridas o con escasa disponibilidad de agua y su producción resulta relativamente económica. Por todo ello, el cultivo de cebada ha sido desde antiguo de particular interés para la alimentación de los animales y del hombre así como para la fabricación de cervezas y maltas.

(1) Fuente: Agricultura 617. Diciembre 1983.

La producción de cebada en España en 1981, ha sido de 4,7 millones de toneladas lo que representa un 3,0% de la producción mundial (2). En lo que se refiere a rendimientos, en nuestro país se obtuvo una media de 1360 kg/Ha cifra que está por debajo de la conseguida en Europa (3322 kg/Ha) y de la media mundial (1987 kg/Ha).

En 1982 la provincia de Granada dedicó una superficie de 127.000 hectáreas al cultivo de cebada, la mayor parte bajo condiciones de secano (el 93%). En este mismo año los rendimientos en nuestra provincia se hallaron muy por debajo de la media nacional (2191,5 kg/Ha) obteniéndose 1200 y 2364 kg/Ha en secano y regadío respectivamente (3).

El interés económico del cultivo requiere por tanto un aumento de la producción, conseguido a través no sólo de su extensión en superficie sino también del conocimiento en profundidad de los mecanismos que lo regulan y los factores que pueden alterarlo. La Ecofisiología Vegetal o Fisiología de las plantas cultivadas estudia estos procesos y por tanto establece las bases para lograr un mejor aprovechamiento.

2.2.- Origen y distribución de la cebada de dos carreras.

Actualmente se considera (Briggs, 1978; Harlan, 1979) que las formas cultivadas de cebada de dos carreras proceden de la especie Hordeum spontaneum Koch, silvestre de dos carreras, distribuída en un amplio arco que se extiende desde Túnez hasta Afganistán. Este podría ser ampliado hasta Marruecos, puesto que en sus llanuras se han encontrado ejemplares de esta primitiva especie (Molina-Cano et al., 1982). Las principales modificaciones desde el tipo silvestre al cultivado han consistido en la adquisición de una mayor consistencia del raquis que impide la disgregación de la espiga en la madurez y permite soportar granos más gruesos, así como en un progresivo aumento de la cosecha y sus componentes, especialmente del número de espigas por planta y del peso de mil granos.

La cebada se ha establecido en casi todas las regiones templadas del mundo, además de las regiones secas y cálidas de Asia Menor y Nor-

(2) Fuente: Anuario de producción. FAO 1982.

(3) Fuente: Anuario de estadística agraria. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 1983.

te de Africa, sus centros primarios de origen. De esta forma, la cebada es el cereal más ampliamente distribuido, extendiéndose su cultivo desde las latitudes tropicales hasta las subárticas (Shands y Dickson, 1953). Sin embargo, es importante apreciar que, como sucede con otros cereales atemperados, la producción y calidad del grano se encuentran fuertemente afectadas por las condiciones ambientales y de cultivo.

2.3.- Clasificación botánica.

Desde el punto de vista botánico, la cebada es un cereal clasificado dentro del orden Graminales, familia Graminae, tribu Triticeae Dumort, género Hordeum L. Las formas cultivadas se encuentran incluidas en la sección Hordeum del género (Humphries, 1980). En su evolución no ha existido hibridación intergénica ni poliploidía, por lo que todas las variedades productoras de grano se presentan como diploides, con un número básico de cromosomas $n=7$ (Bell y Lupton, 1962). De acuerdo con Carson y Horne (1962), las cebadas de interés agrícola pertenecen principalmente a cuatro grupos:

H. vulgare L.: Las seis filas de espiguillas fértiles, similares en tamaño y aristadas o apendiculadas (seis carreras).

H. intermedium Kche.: Las seis filas de espiguillas fértiles. Las laterales marcadamente más pequeñas que la central y nunca aristadas o apendiculadas (seis carreras, incorrectamente denominadas de cuatro carreras por poseer espiguillas laterales desplazadas y parecer que sólo existen dos hileras de granos a cada lado de la espiga).

H. distichon L.: Sólo la espiguilla central fértil. las laterales reducidas a las glumas, lema, pálea y órganos sexuales rudimentarios (dos carreras).

H. deficiens Steud: Sólo la espiguilla central fértil. Las laterales reducidas a las glumas, lema muy reducida, raramente raquidío ni pálea y sin órganos sexuales (dos carreras deficientes).

Además de esta clasificación botánica se pueden agrupar por ciclos en cebadas tardías, de ciclo corto o de primavera y cebadas precoces, de ciclo largo o de invierno, atendiendo a la época en que deben ser sembradas para culminar el proceso de maduración. Por lo general, las cebadas de dos carreras suelen ser de primavera mientras que las de invierno corresponden a la de seis carreras; sin embargo, en la mayor parte de Andalucía y bajo condiciones de secano, ambos tipos presentan un comportamiento muy similar, distinguiéndose muy ligeramente en la precocidad del espigado (Civantos, 1980).

2.4.- Descripción y desarrollo de la planta de cebada.

2.4.1.- Descripción.

La cebada, al igual que el trigo, es una planta anual de tallo cilíndrico y nudoso, con hojas envainadoras situadas una en cada nudo (Figura 1). Su color suele ser más claro que el del trigo y su porte menos erguido en los primeros estadios de desarrollo.

El sistema radicular de la cebada es fasciculado y más bien superficial, localizándose aproximadamente el 60% del peso de las raíces en los primeros 25 cm del suelo y no superando, por lo general, los 120 cm de profundidad.

Hasta la fase de encañado, la planta de cebada no presenta verdaderos tallos sino pseudotallos formados por las vainas de las hojas que recubren las yemas terminales. Una vez desarrollado, el tallo consta de 7 a 8 entrenudos recubiertos por las vainas de las hojas originadas en sus bases. Una cavidad medular, formada por la destrucción del tejido central del tallo, se extiende a lo largo de todo el entrenudo siendo particularmente grande en la cebada, lo que determina que este cereal sea entre los más comunes, el menos resistente al encamado (Shands y Dickson, 1953). El número de tallos varía grandemente con la estación, variedad y condiciones de cultivo (Carson y Horne, 1962; Bunting y Drenan, 1966; Kirby y Jones, 1977; Briggs, 1978; Simmons y Rasmusson, 1982) siendo la capacidad de ahijamiento uno de los factores que controlan la cosecha (Watson, et al., 1958; Ryle, 1966; Thorne, 1966; Jones y Kirby, 1977; García del Moral et al., 1984).

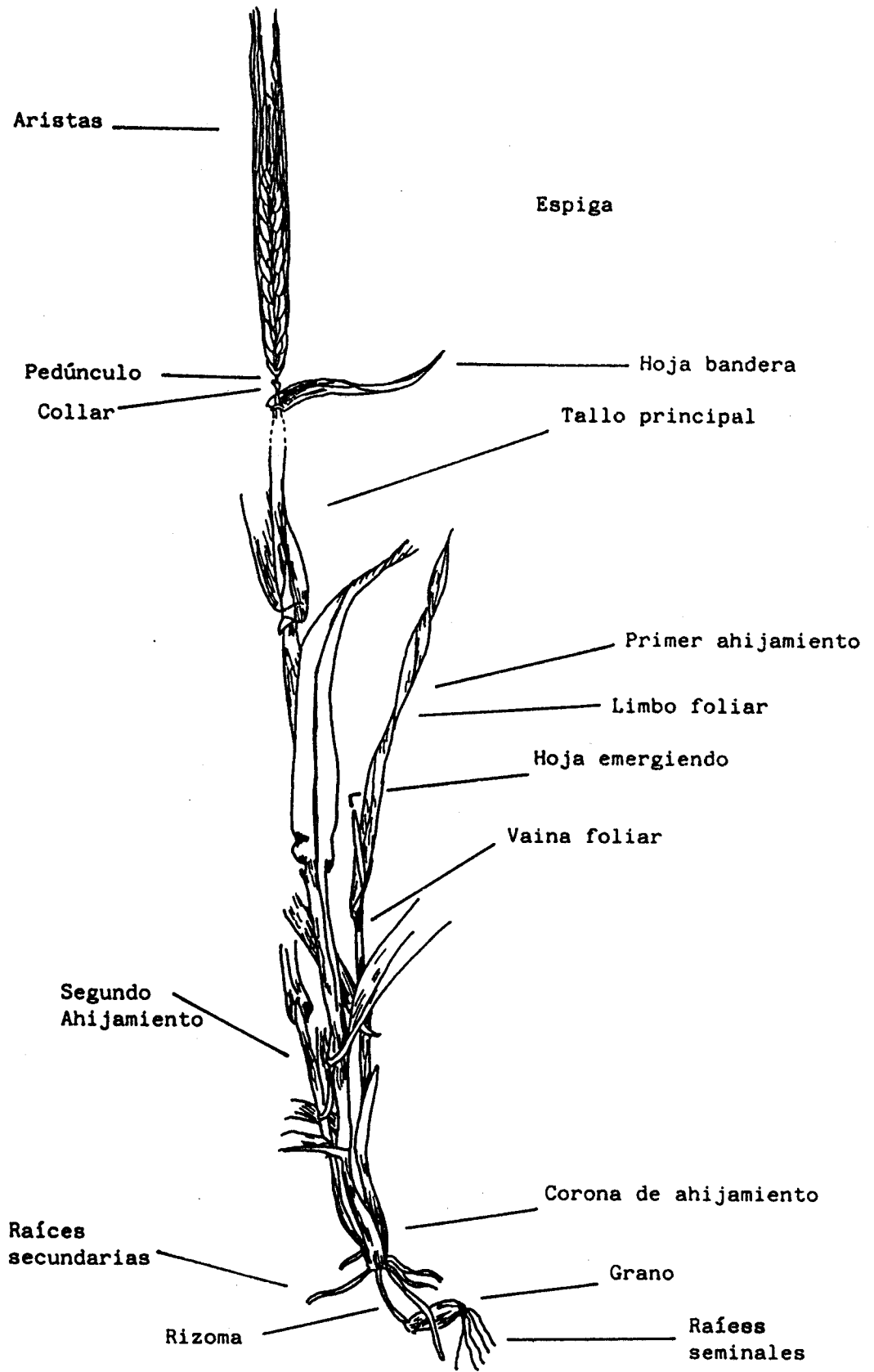


Figura 1.- Planta de cebada en la que se detallan sus distintos órganos.

Las hojas, de color verde oscuro, son anchas y van provistas de 16 a 24 nerviaciones que se anastomosan en el ápice. Surgen en lados opuestos del tallo sobre nudos alternos, estando formadas por dos partes: la vaina basal, arrollada alrededor del tallo, y el limbo, que forma con éste un ángulo más o menos agudo. En el punto de unión de la vaina y el limbo se desarrollan dos estípulas que se entrecruzan por delante del tallo, y una corta lígula dentada cuya misión es impedir que la lluvia o los insectos puedan alcanzar los tejidos meristemáticos de la base de la vaina. Morfológicamente la primera y la última hoja son diferentes del resto. De menor tamaño, la primera presenta el ápice obtuso y aurículas muy reducidas; la última u hoja bandera es similar a las inferiores pero de limbo más pequeño y vaina bien desarrollada que ofrece protección a la espiga antes de su emergencia (Figura 2).

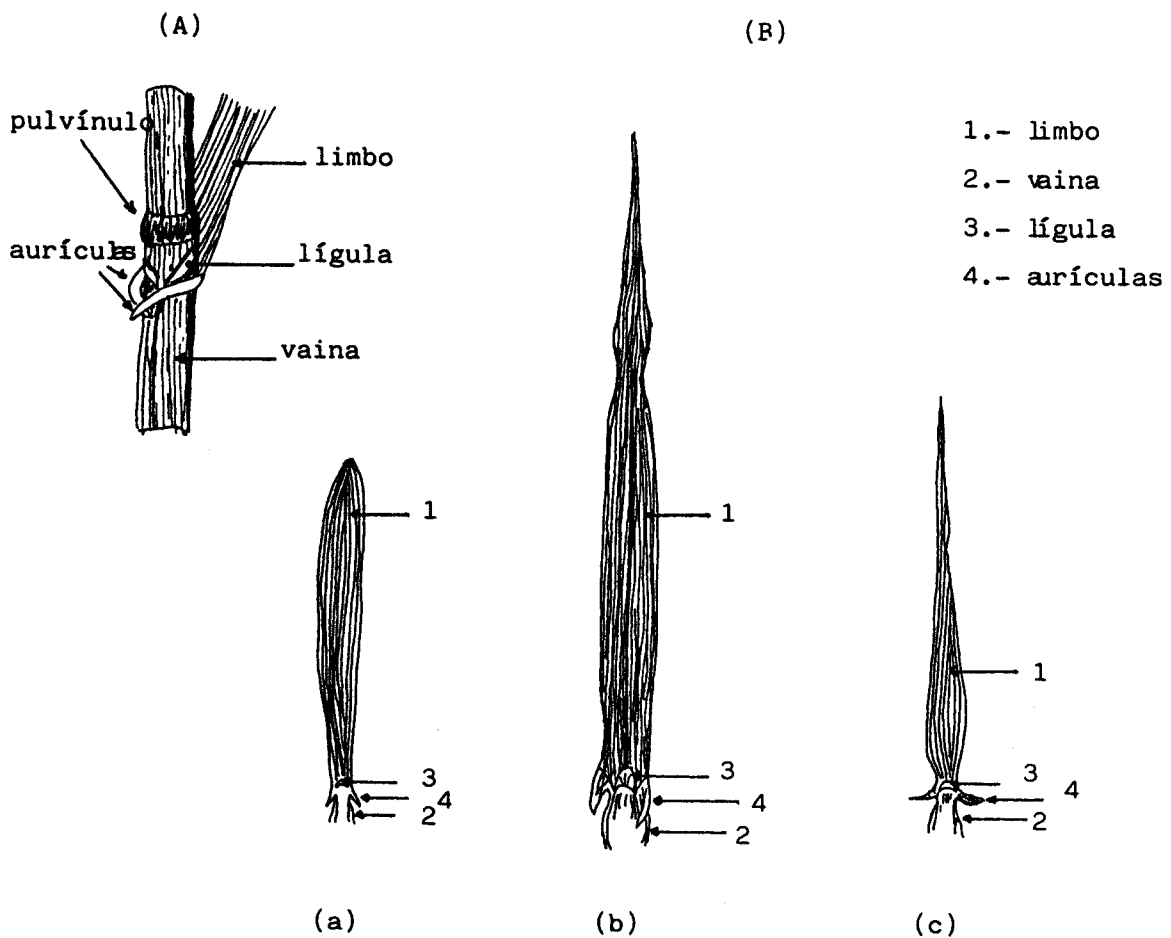


Figura 2.- Inserción en el tallo (A) y tipos de hojas (B):(a) primera hoja verdadera, (b) hoja media y (c) última u hoja bandera.

La espiga de cebada se ajusta al modelo general de la familia Gramíneas, aunque se caracteriza porque las espiguillas son muy simples conteniendo sólo una flor y el raquis, articulado, lleva dientes alternos en los que se insertan tres espiguillas de pedúnculos muy cortos; y cuya fecundidad constituye la base de la clasificación de las variedades cultivadas. En las espiguillas centrales las flores, que poseen tres estambres y un pistilo con dos estigmas plumosos, están protegidas por dos páleas de las cuales la inferior o lema se encuentra prolongada por una larga arista llamada "barba" o "raspa". Este apéndice es muy áspero debido a poseer numerosos dientecillos curvados y su función principal es protectora, aunque cuando el grano está madurando desempeña un importante papel fisiológico por su capacidad para excretar agua y disipar calor (Ferguson et al., 1973) a la vez que representa una fuente importante de asimilados (Scharen et al., 1983). La pálea superior o ventral es una bráctea de ápice más o menos obtuso y no terminado en arista. Por fuera y a los lados de la pálea dorsal aparecen dos brácteas estrechas, las glumas, insertas directamente sobre el raquis (Figura 3).

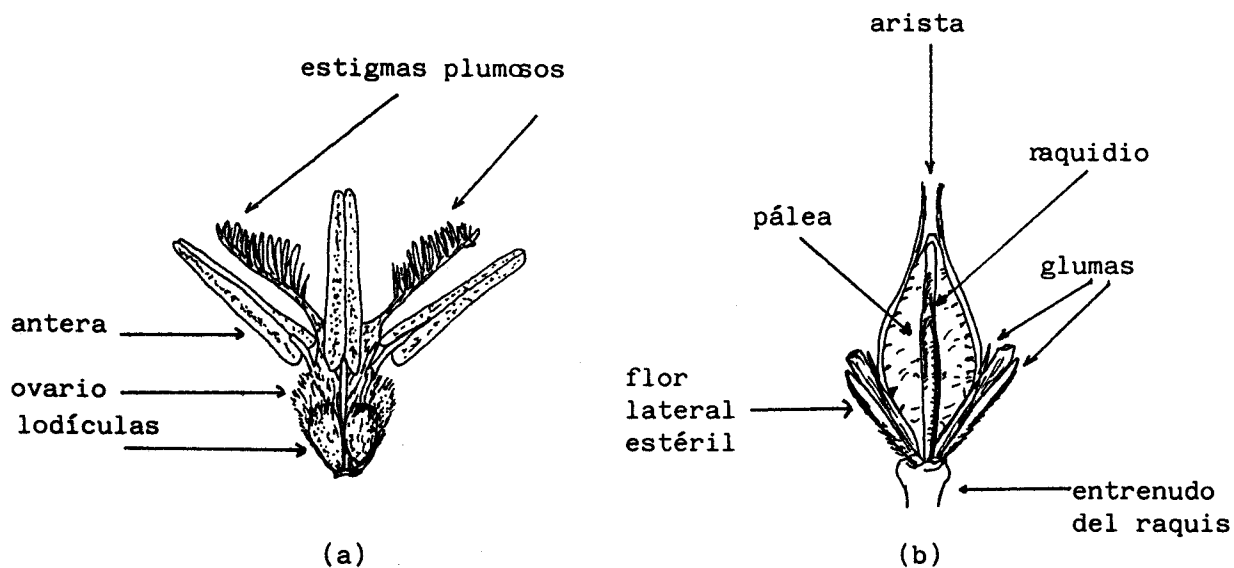


Figura 3.- Esquema de una flor media (a) y de una espiguilla en una cebada

de dos carreras en la que se puede apreciar la esterilidad lateral de estas (b).

En las cebadas de dos carreras, las espiguillas laterales se hallan reducidas a las glumas, páleas nunca aristadas, estambres capaces de formar polen fértil y ovario rudimentario que sólo muy ocasionalmente produce fruto (Fotografía 1).



Fotografía 1.- Tipos de espiguillas de cebada, de dos y seis carreras.

El grano de cebada es realmente un fruto monospermo, seco e indehiscente, conocido botánicamente como carióspside. En la mayoría de las variedades cultivadas en Europa las paredes del ovario se funden íntimamente con la superficie interior de las páleas, dando lugar a un grano vestido cuya base está ocupada por el embrión y el resto por

un endospermo amiláceo bien desarrollado (Figura 4). Además de almidón el endospermo contiene una serie de otras sustancias orgánicas que influyen en el posterior uso del grano. Las proteínas en forma soluble son esenciales para el crecimiento de la plántula, pero desplazan el almidón y si se presentan en cantidad excesiva, prolongan el proceso de malteado haciéndolo más difícil y costoso. Por otra parte, un exceso de proteínas solubles en la cerveza influye negativamente sobre su calidad y duración. De esta forma, las mejores cebadas son aquellas que poseen un bajo contenido en N total. Por el contrario, en las cebadas para alimentación del ganado, conviene obtener la máxima cantidad y calidad de proteínas en el grano (Hunter, 1962; Andersen, 1977).

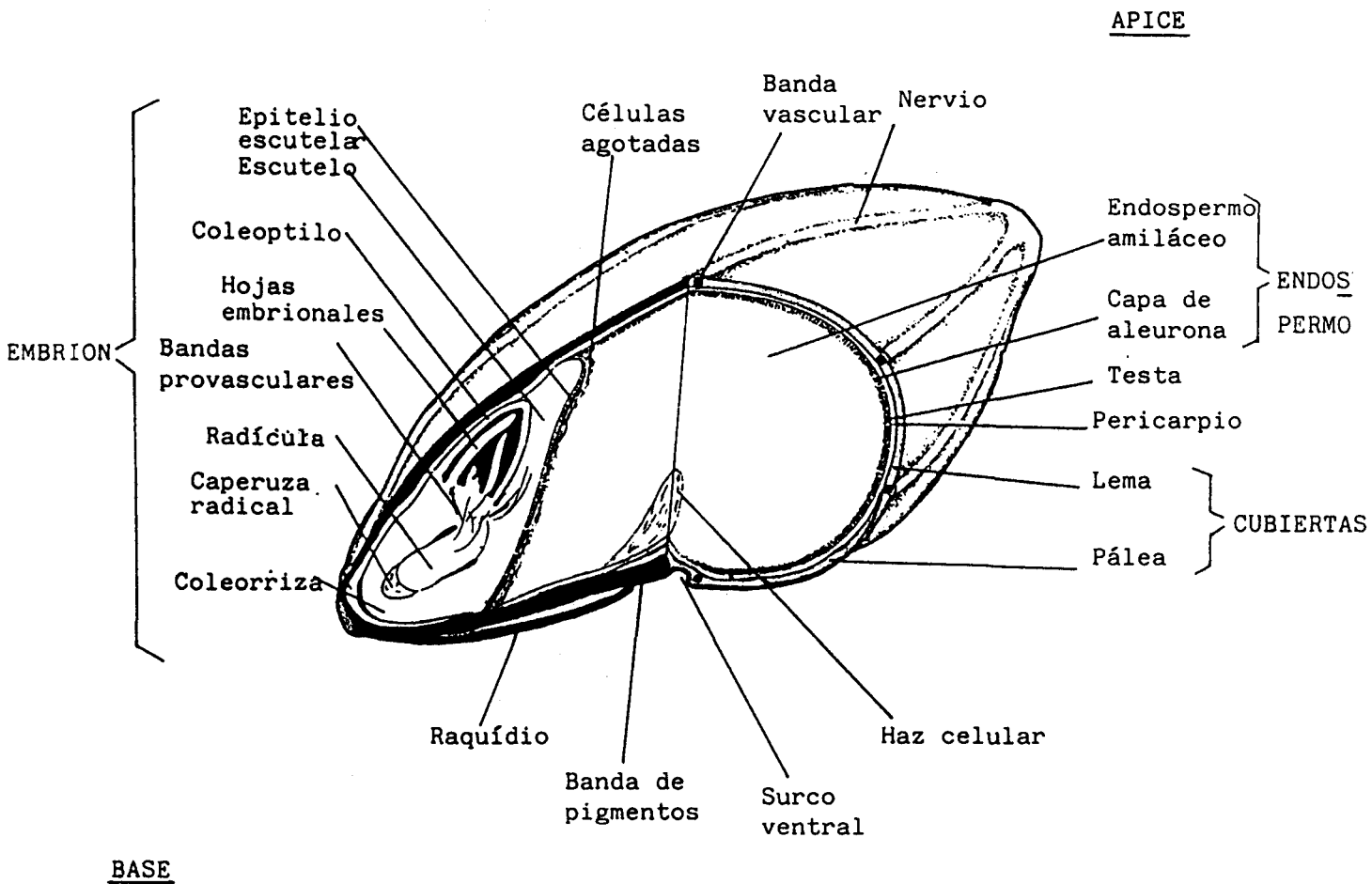


Figura 4.- Esquema idealizado del grano de cebada en el que se ha extraído una parte para mostrar la disposición de los distintos tejidos (Briggs, 1978).

2.4.2.- Desarrollo.

Las cebadas de ciclo primaveral presentan un período entre sementera y maduración de unos 120 días en las regiones de Europa con clima continental o semicontinental; algo más largo, aproximadamente de 140 días, en países como Gran Bretaña, Holanda o Dinamarca de clima oceánico, y se acorta a 90 ó 100 días en las zonas más Septentrionales, como Noruega, Finlandia o Suecia. Por el contrario, el ciclo de desarrollo de una cebada de invierno se extiende a unos 270 días, es decir, aproximadamente el doble que las de primavera (Bergal y Clemencet, 1962; Briggs, 1978). En nuestra región el período de crecimiento se acorta principalmente debido a la parada que impone las elevadas temperaturas y la escasez de agua en los últimos meses, Mayo y Junio, presentando un período medio de duración de unos 100 días para las variedades de primavera y de 220 días para las de invierno.

El desarrollo de los cultivos de cebada puede ser dividido en una serie de etapas que se suceden cronológicamente y donde cada una condiciona las siguientes:

I. Período Vegetativo, que comprende:

- a) Germinación y arraigo de las plantas, desde que la semilla comienza a germinar hasta que la cebada posee unas cuantas hojas y comienza a ahijar.
- b) Ahijamiento o formación de un número variable de tallos laterales, llamados hijos o ahijamientos, que podrán o no producir espiga.






II. Período Reproductivo, que recoge:

- a) Encañado, donde se produce el crecimiento de los tallos por alargamiento de los entrenudos.
- b) Espigado o período de formación de la espiga, que comprende desde la emergencia de las aristas hasta que el grano aparece formado pero con un contenido aún muy húmedo (grano acuoso). En esta etapa se produce la antesis o liberación de polen desde las anteras con la consiguiente fecundación y comienzo del desarrollo del grano.

III. Período de Maduración, durante el cual se lleva a cabo el crecimiento o llenado de los granos y la planta se marchita progresivamente hasta tomar su color típico de paja seca.

A lo largo de estas etapas se producen una serie de cambios morfológicos y fisiológicos que conducen al sucesivo establecimiento de los distintos componentes de la cosecha, número de espigas por planta, número de granos formados por espiga y peso medio de los granos. Aunque en el caso de la cebada aún no se dispone de una caracterización exacta de sus estadios de desarrollo, a efectos de su estudio en el campo puede utilizarse satisfactoriamente la escala de Feekes para el trigo, modificada por Large (1954) y adaptada a cebada por Briggs (1978) (Cuadro 1).

Cuadro 1.- Escala de Feekes modificada por Large y adaptada por Briggs (1978).

<u>ESTADIO</u>	<u>ESQUEMA</u>	<u>PERIODO VEGETATIVO</u>
0		<u>Germinación-nascencia</u> - Crecimiento inicial bajo la superficie del suelo.
1		- El coleoptilo alcanza la superficie. Nascencia. Aparecen las hojas y son numeradas secuencialmente. Se considera que una hoja es visible cuando aparecen sus aurículas.
2		<u>Ahijamiento</u> - Comienzo del ahijamiento. El tallo principal aparece a nivel del suelo.
3		- Los tallos secundarios crecen desde la corona. Hojas a menudo enrolladas. En algunas variedades la planta está más o menos posturada.
4		- Comienzo de la erección de los pseudotallos; vainas foliares empezando a elongar.
5		- Pseudotallos (formados por las vainas de las hojas) ampliamente erectos.

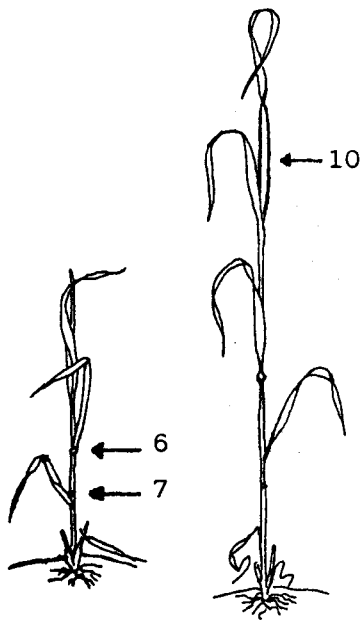
ESTADIO

ESQUEMA

PERIODO DE REPRODUCCION

Encañado

6
7
8
9
10



- Primer nudo visible en la base del tallo.
- Segundo nudo del tallo visible.
- Apice de la última hoja (hoja bandera) visible, limbo todavía enrollado.
- Lígula de la hoja bandera visible. Hojas basales comenzando a secarse. La meiosis normalmente ocurre en este estadio.
- Estadío de zurrón. la vaina de la hoja bandera es totalmente visible y se halla engrosada por la espiga.

Espigado

10.1
10.2
10.3
10.4
10.5



- Emergencia de los ápices de las aristas.
- Cuarta parte de la espiga visible.
- Mitad de la espiga visible.
- Tres cuartos de la espiga visibles.
- Toda la espiga fuera de la vaina y aún erecta. Grano formado y acuoso.

La antesis comienza en las flores centrales, frecuentemente con la espiga dentro de la vaina. Los estambres pueden o no sobresalir de la espiguilla.

PERIODO DE MADURACION

11.1
11.2
11.3
11.4

- Grano lechoso.
- Grano harinoso. Materiales blandos pero secos.
- Grano duro (dificultad para araarlo con la uña).
- Maduración para la recogida paja seca y quebradiza.

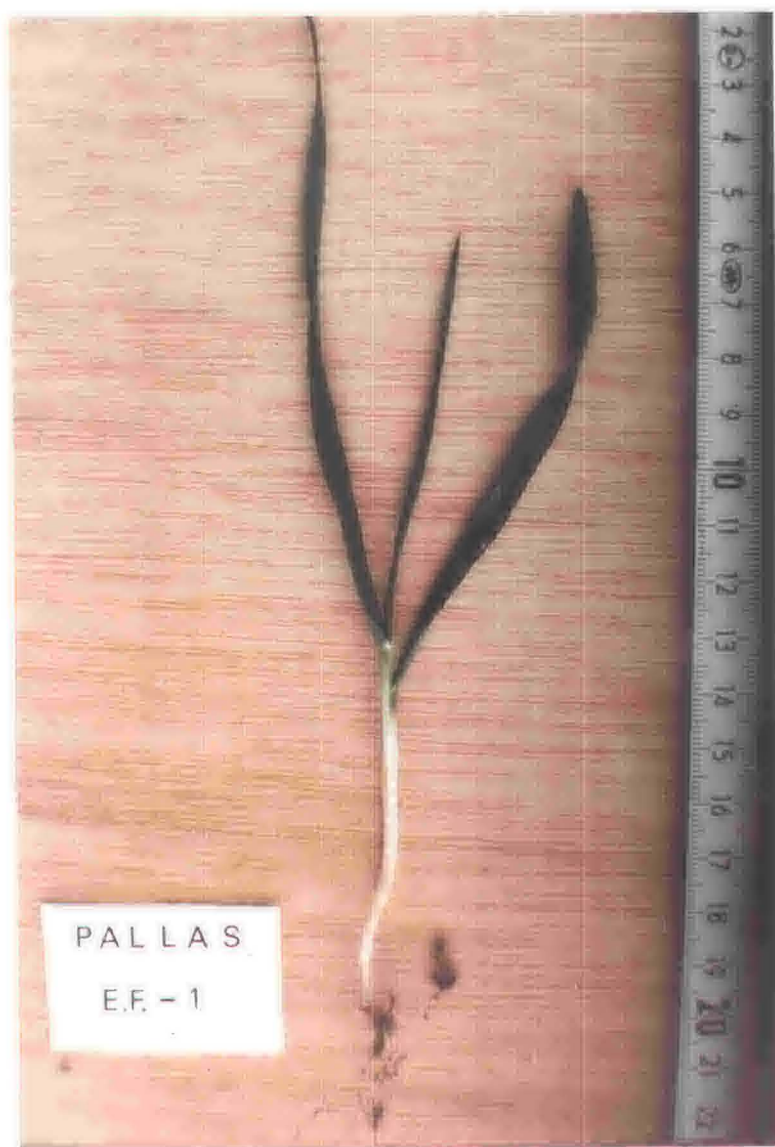
El pedúnculo se curva inclinando la espiga hacia el suelo.

2.4.2.1.- Período Vegetativo.

Se extiende desde la germinación de la semilla hasta el comienzo de la diferenciación de la espiga.

2.4.2.1.1.- Fase de germinación y arraigo de las plantas.

Período comprendido entre la germinación de las semillas y la formación de las plántulas que emergen de la superficie del suelo (Fotografía 2).



Fotografía 2.- Planta de cebada, (Var. Pallas), en el estadio fenológico 1: Nascencia.



La germinación comienza con la imbibición de las semillas, continúa con una fase de activación enzimática y finaliza con la elongación de la radícula; sin embargo, en términos agrícolas una definición satisfactoria debe incluir el crecimiento a través del suelo hasta la emergencia del coleoptilo (Wellington, 1966). El primer signo visible de la germinación ocurre aproximadamente al tercer día con la aparición de la coleorriza en la base del grano. Al mismo tiempo, el coleoptilo atraviesa la testa pero no las páleas, deslizándose bajo la lema a lo largo de la cara dorsal del grano y asomando finalmente en el ápice (De Clerck, 1962; Briggs, 1978). La nascencia sucede cuando el coleoptilo es visible a nivel del suelo, recubriendo la plúmula; posteriormente, la primera hoja atraviesa el coleoptilo y las raíces primarias crecen con lo que la plántula pasa a alimentarse a partir del suelo.

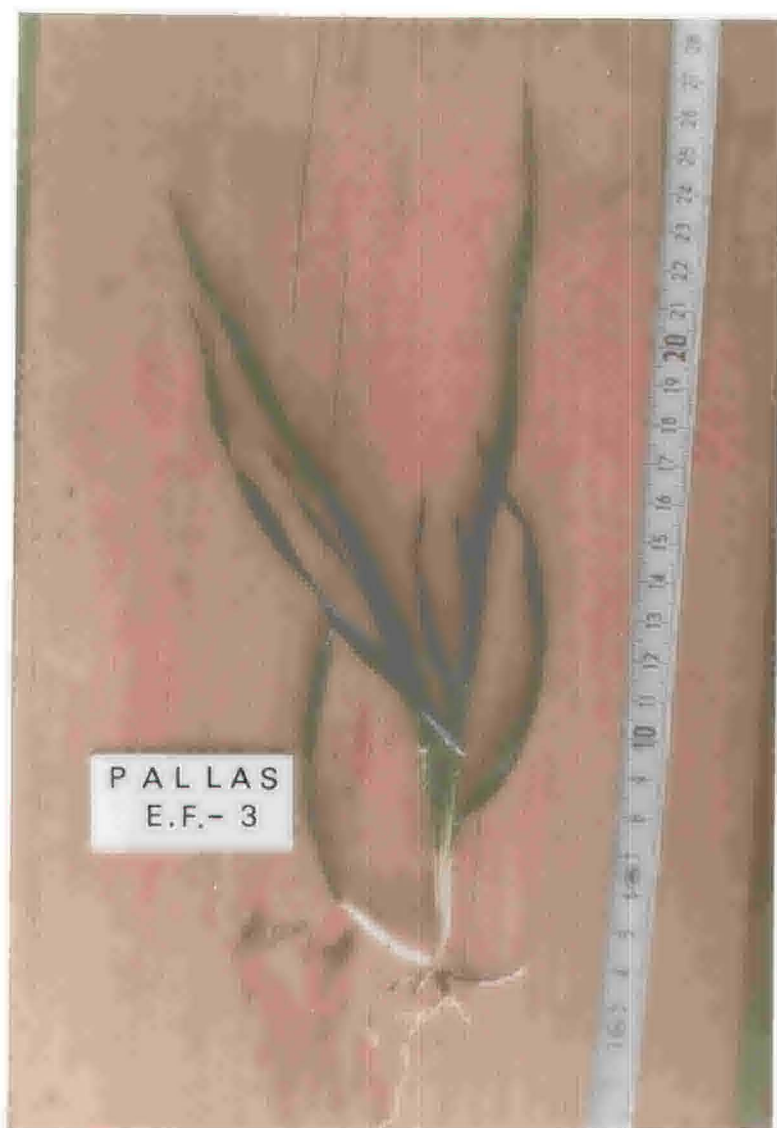
La duración de esta etapa suele ser de 20 días (Bergal y Clemencet, 1962) pero puede variar según una serie de factores internos (edad, constitución y estado fisiológico de la semilla) y externos (fertilidad del suelo, condiciones de siembra, humedad, aireación y temperatura del suelo).

2.4.2.1.2.- Fase de ahijamiento.

Comienza con la emergencia del coleoptilo finalizando cuando los pseudotallos formados por las vainas de las hojas se encuentran totalmente erguidos. Puede ser dividida en dos etapas:

a) Preahijamiento: Se inicia cuando la primera hoja, todavía enrollada, atraviesa el coleoptilo. Este se deseca y separa progresivamente, mientras que el grano casi agotado y desprovisto de reservas tiende a desprenderse y las raíces primarias se alargan. La emergencia del tallo principal y la aparición de la cuarta hoja marcan el final de esta etapa (Fotografía 3).

b) Ahijamiento: Con la cuarta hoja surge el primer brote hijo, y a partir de ésta, cada nueva hoja lleva consigo la formación de un tallo hijo. Tallos y hojas se producen a partir de una serie de yemas axilares que, en número variable, constituyen el nudo de ahijamiento



Fotografía 3.- Planta de cebada, (Var. Pallas), en el estadio fenológico 3: Preahijamiento.

situado en la base del tallo principal. En algunos casos estos tallos pueden a su vez desarrollar yemas axilares que darán lugar a tallos secundarios, los cuales originarán sólo brotes herbáceos débiles o ter-

minados por una pequeña espiga tardía. Eventualmente sobre estos últimos pueden desarrollarse pequeños tallos terciarios (Cannel, 1969a). Según la caracterización de Klepper et al. (1982), las hojas son numeradas acrópetamente, siendo el coleoptilo L0 y la primera LI; los tallos hijos llevan el número de la hoja con la que están asociados, es decir, T0 y T1, mientras que los ahijamientos secundarios llevan dos dígitos y los terciarios tres para su designación (Fotografía 4).



Fotografía 4.- Planta de cebada, (Var. Pallas), en el estadio fenológico 6: Ahijamiento.

Simultáneamente el nudo de ahijamiento o corona sufre un engrosamiento progresivo, pudiendo adivinarse los esbozos de las raíces secundarias que, pocos días más tarde, perforarán su base para desarrollarse muy rápidamente. Mientras el coleoptilo, completamente marchito, se desprende arrastrando las raíces primarias.

El ahijamiento termina con la elongación de las vainas foliares y la erección de los pseudotallos (Large, 1954).

La transición entre el período vegetativo y el reproductivo viene marcada por un aumento en la tasa de iniciación de primordios apicales, que dejan de producir hojas para comenzar a producir espiguillas (Baker y Gallagher, 1983b).

2.4.2.2.- Período reproductivo.

Comprende desde el inicio del encañado hasta que la espiga se encuentra totalmente fuera de la vaina con granos formados y acuosos. Dentro del período de reproducción se pueden considerar dos fases bien diferenciadas, encañado y espigado.

2.4.2.2.1.- Fase de encañado.

Durante esta etapa va a ser determinado el número de tallos hijos que producirán espiga, mientras que el resto retrasarán su crecimiento para posteriormente detenerlo sin llegar a florecer.

Cuando las condiciones climáticas son favorables, los entrenudos del tallo principal empiezan a crecer en longitud, desarrollando en cada nudo una hoja. Los ahijamientos elongan algo más tarde pero con mayor rapidez por lo que el estadio morfológico de todos los tallos se iguala cuando emergen las espigas (Bergal y Clemencet, 1962). La formación y elongación de nuevas células en los meristemas intercalares de la base internodal es la responsable del crecimiento de los tallos. Las vainas foliares se alargan y por reabsorción del tejido central del entrenudo aparece la cavidad medular. Los primeros elementos vasculares maduros del tallos, funcionales durante el período precedente, se desorganizan y son sustituidos por otros nuevos. Por este motivo, la planta es

muy sensible a la sequía en este momento (Bunting y Drenan, 1966), así como a la fertilización nitrogenada, que aumenta la supervivencia de los tallos y por tanto el número final de espigas por planta (Mahmoud y Osman, 1981).



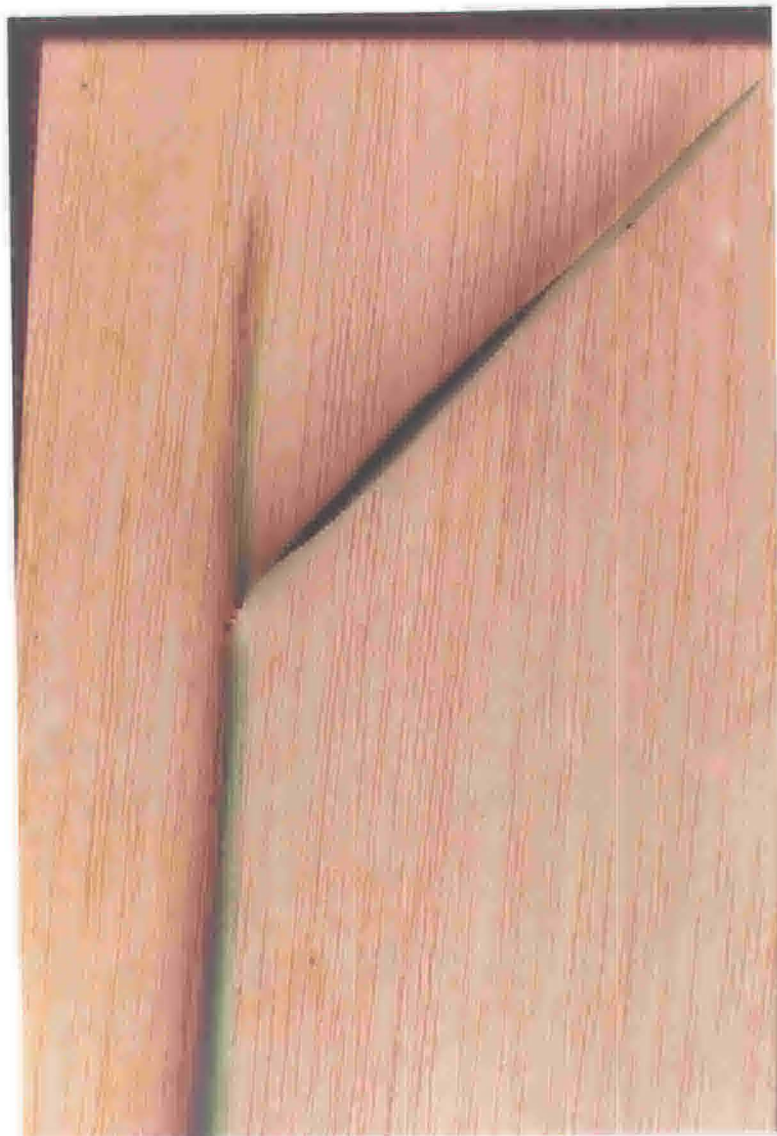
Fotografía 5.- Planta de cebada, (Var. Pallas), en el estadio fenológico 9: Encañado.

La duración de esta etapa es bastante estable, 30 días, siendo el crecimiento muy activo en tamaño y peso. La aparición de las aris-

tas de las espigas ya engrosadas y envueltas por la vaina de la última hoja, marca el final de la fase de encañado.

2.4.2.2.2.- Fase de espigado.

La emergencia de las aristas a nivel de las aurículas de la última hoja es seguida en uno o dos días por la de la espiga, dependiendo de las condiciones ambientales. En algunas variedades envainadoras, la espiga no llega a emerger completamente y, por este motivo Carson y Horne (1962) aconsejan registrar la fecha de emergencia de la espiga en el momento de visualización de los ápices de las aristas (Fotografía 6).



Fotografía 6.- Aparición de las aristas de la espiga a nivel de las aurículas de la última hoja. Estadío fenológico 10.1: Antesis.

La floración o antesis tiene lugar normalmente 3 ó 4 días después, pudiendo reducirse a 1 ó 2 días si el tiempo es cálido.

El área foliar y el número de tallos incrementan paralelamente alcanzando su valor máximo casi al mismo tiempo, para decaer después debido a la senescencia progresiva de las hojas y a la muerte de los propios tallos.

Igualmente el sistema radical se encuentra en este momento totalmente desarrollado (Briggs, 1978).

2.4.2.3.- Período de Maduración.

Una vez que la espiga ha emergido, el interior del grano que posee consistencia lechosa se endurece progresivamente, mientras que hojas y espigas amarillean y los tallos se secan, finalizando la transformación de azúcares en almidón y la incorporación de sustancias nitrogenadas en el endospermo y embrión. En este período se decide el tercer y último componente de la cosecha en cebada, el peso final de los granos, parámetro que se encuentra determinado por factores genéticos y presenta una estabilidad considerable a otros factores, estando directamente relacionado con el número de células endospermicas que en su crecimiento se originan (Cochrane y Duffus, 1983).

La acumulación de materiales en el grano se detiene cuando su contenido de humedad se sitúa alrededor del 45%. La humedad del grano, que en la antesis del 80% se reducirá hasta un 15% en la madurez, en función de la temperatura y humedad del aire (Andersen y Andersen, 1981; Smith et al., 1981). La cebada se considera madura cuando la planta está completamente seca, amarilla y el grano endurecido no muestra marcas al ser arañado. La madurez en el sentido anterior no corresponde a la fisiológica, en la que del 95 al 100% de los granos puede germinar en pocos días, sino a la madurez en el campo o disponibilidad para la recolección (Bergal y Clemencet, 1962). Este período suele durar un mes aproximadamente, siendo particularmente estable en nuestra zona debido a la escasa variación anual en los factores ambientales durante los meses de Mayo y Junio. En la Fotografía 7 se puede observar una espiga de cebada Pallas madura.



Fotografía 7.- Espiga de cebada (Var. Pallas) madura para la recolección.
Estadio fenológico 11.4.

2.5.- Crecimiento y desarrollo del cultivo.

El nivel de crecimiento del cultivo de cebada depende de los factores climáticos, del suministro hídrico y de la fertilidad del suelo; estando limitado por el grado de competición con malas hierbas y por la depredación producida por plagas o enfermedades. Una propiedad importante de los cereales consiste en que cada etapa de su desarrollo está caracterizada por el crecimiento de unos determinados órganos. Así, en el período vegetativo se produce el crecimiento de raíces y hojas, junto con el ahijamiento, fenómenos que están regulados por la distribución de asimilados dentro de la planta. El período reproductivo recoge la diferenciación de la inflorescencia y la rápida elongación de los tallos, que se convierten en los principales competidores por los asimilados, aunque el crecimiento radical continúa y se completa la expansión de las hojas superiores. El crecimiento de los tallos cesa pronto tras la antesis, y en el período de maduración serán los granos los únicos órganos que se desarrollen (Evans y Wardlaw, 1976).

Inicialmente, durante la germinación y arraigo de las plantas la velocidad de crecimiento del cultivo es pequeña; aumenta progresivamente en la etapa de ahijamiento, con la formación de tallos hijos, y se hace muy rápida en la fase de encañado, cuando los tallos se elongan y su peso seco incrementa de forma exponencial. Tras la antesis el crecimiento disminuye hasta quedar restringido únicamente a los granos en desarrollo (Briggs, 1978). El crecimiento desde un punto de vista fisiológico puede ser considerado como dependiente de la interceptación de radiación por la antena foliar; de la eficiencia con la cual es convertida en materia seca; y del reparto de asimilados entre los distintos órganos de la planta (Biscoe y Gallagher, 1977).

La fracción de radiación interceptada por un cultivo depende principalmente de su índice de área foliar (LAI) o superficie de las hojas presentes sobre una determinada área de terreno (Watson, 1952). En la cebada, el área foliar aumenta simultáneamente con la elongación de los tallos, alcanzando su valor máximo cuando emerge la hoja bandera (Watson et al., 1963). Posteriormente, la senescencia y muerte de las hojas, en progresión desde la base hasta el ápice del tallo, hace que el área foliar disminuya hasta $2/3$ del máximo en el momento de emer

gencia de la espiga (Watson 1947a). Sin embargo, si se añade el área verde de las vainas foliares y de los tallos al de los limbos, la superficie fotosintética total incrementa hasta el momento de la emergencia de la espiga para después decrecer rápidamente hasta cero (Watson et al., 1958). La magnitud alcanzada por el área foliar en los cereales es el resultado del número de primordios foliares presentes en el meristemo apical; de la longitud del período en el cual produzcan hojas; de su velocidad de crecimiento y del tiempo en que permanezcan activas (Watson, 1952; Milthorpe, 1956; Kitchen y Rasmusson, 1983). Los factores más importantes que regulan el desarrollo del área foliar son luz y temperatura (Blackman, 1956), encontrándose una correlación lineal entre la temperatura del aire y la velocidad de extensión de la hoja para cebada (Biscoe y Gallagher, 1977).

Hacia el final del período de crecimiento, la fotosíntesis de los tallos, vainas foliares y espigas tiende a adquirir cada vez mayor relieve sobre todo a medida que las hojas amarillean (Watson, 1952; Evans y Wardlaw, 1976). En cebada y bajo las condiciones ambientales de nuestra región, el crecimiento depende de la fotosíntesis de las láminas foliares hasta el final del encañado, mientras que a partir de este punto la influencia de los órganos citados aumenta progresivamente (Ramos et al., 1983). Con respecto a la geometría de la antena foliar, parece claro que las variedades con pocas hojas por tallo y dispuestas verticalmente son más eficientes en el aprovechamiento de la radiación que aquellas con hojas más abiertas, especialmente a elevados valores de LAI o de densidad de siembra, por permitir una distribución de luz más uniforme (Tanner et al., 1966; Donald, 1968; Duncan et al., 1967; Monsi, 1968; Monteith, 1981).

La producción de materia seca en un cultivo no depende exclusivamente de su capacidad de asimilación, sino que es el resultado del balance entre los procesos de fotosíntesis y de respiración. En términos generales, puede considerarse que la respiración total de una planta es el resultado de la suma de dos componentes: la respiración de mantenimiento, asociada con la renovación o sustitución de las estructuras celulares y directamente correlacionada con el peso seco de la planta; y la respiración de crecimiento, asociada con la producción de nuevo material vegetal. Mientras esta última depende principalmente del aporte de fotosintetizados y de la

temperatura, que regula la velocidad con que los materiales son sintetizados; la respiración de mantenimiento está influenciada casi exclusivamente por la temperatura y no parece hallarse limitada por la falta de sustrato en condiciones normales (Penning de Vries, 1972; Penning de Vries et al., 1979). Durante las primeras etapas del desarrollo de los cereales la respiración de mantenimiento es pequeña comparada con la de crecimiento, debido al escaso tamaño de las plantas y a las temperaturas moderadas del final del invierno y comienzo de la primavera. Más tarde, a medida que incrementa el peso seco del cultivo, la respiración de mantenimiento se hace cada vez mayor mientras que la de crecimiento se amortigua debido a que las plantas se aproximan al estado adulto (Biscoe y Gallagher, 1977). La respiración parece ser responsable de la pérdida de casi la mitad del carbono asimilado por los cereales a lo largo del desarrollo (Morgan y Austin, 1983), correspondiendo a la respiración de crecimiento más del 50% de esa cantidad (Biscoe y Gallagher, 1977). Por el contrario, la respiración de mantenimiento en los cereales parece ser más pequeña que en otros cultivos, tales como algodón o girasol (Evans y Wardlaw, 1976).

La distribución de asimilados entre los órganos de la planta depende en una considerable extensión de las condiciones ambientales y de su estado de crecimiento. En cebada, la sequía o las bajas temperaturas tienden a favorecer el crecimiento de las raíces en comparación con el de los tallos. Igualmente, el crecimiento radical es también más importante durante las primeras fases del desarrollo (Briggs, 1978). La contribución relativa de las diferentes partes verdes al peso seco final es función de sus niveles de fotosíntesis y de la cantidad de asimilado que pueden exportar al resto de la planta. En cereales, las hojas inferiores más viejas envían sus fotosintetizados predominantemente hacia las raíces y los tallos hijos. Incluso después de la antesis, las hojas basales del tallo principal continúan translocando gran parte de sus asimilados hacia los ahijamientos (Rawson y Hofstra, 1969). Tras la antesis las hojas superiores, el extremo del tallo y su espiga, al ser los órganos más cercanos a los granos en crecimiento se convierten en su principal fuente de carbohidratos, como ha sido puesto de manifiesto

en numerosos estudios de sombreado o defoliación y con el uso de ^{14}C (Asana y Mani, 1950, 1955; Stoy, 1963; Thorne, 1965, 1974, 1982; Saghir et al., 1968; Rawson y Hofstra, 1969; Yap y Harvey, 1972; Evans et al., 1975). No obstante, los cereales exhiben una gran flexibilidad en la distribución de asimilados. En trigo, por ejemplo, la escisión o el sombreado de las hojas superiores provoca que las inferiores adquieran el papel más importante en el suministro de carbohidratos a los granos en crecimiento; mientras que si se retiran la espiga y las hojas inferiores, raíces y tallos hijos son mantenidos ahora por la hoja bandera (King et al., 1967).

2.6.- Factores de Producción.

La cosecha en la mayoría de los cultivos puede ser considerada como el resultado del producto de ciertos parámetros o componentes. Este "análisis por componentes" permite estudiar con gran exactitud la contribución de las distintas partes de la planta a la producción de grano y las causas de variación en la cosecha final. Para los cultivos de cereales, la cosecha grano (Y) puede expresarse simplemente como (Biscoe y Gallagher, 1977):

$$Y = N_e \times N_g \times \bar{W}_g$$

donde N_e es el número de espigas por planta o por unidad de superficie; N_g , el número de granos por espiga, y \bar{W}_g el peso medio por grano en el momento de la recolección.

Los componentes se determinan normalmente a lo largo del desarrollo del cultivo, bien en el período vegetativo (número de espigas por planta), en la antesis (número de granos por espiga) o entre la antesis y la madurez (tamaño de los granos). En cebada el número de espigas depende, a su vez, no sólo de la cantidad de tallos hijos formados por la planta, sino del porcentaje de los mismos que producen espiga en la cosecha. Los granos por espiga resultan del número de espiguillas por espiga y de la proporción que se transformen en fruto en la antesis. Finalmente, el peso del grano es función tanto de la duración de la

etapa de maduración y de la velocidad de crecimiento como de la contribución que realicen las partes vegetativas desde sus reservas de carbohidratos. Esto proporciona a los cereales la capacidad de compensar efectos adversos sobre los primeros componentes de la cosecha, mediante elevación de los siguientes si las condiciones ambientales lo permiten. Precisamente esta es una de las razones que explican la elección de estas plantas como cultivos desde tiempo muy antiguo (Evans y Wardlaw, 1976).

Un adecuado equilibrio entre la duración relativa de las distintas fases del desarrollo es un requerimiento previo a la obtención de unos satisfactorios componentes de la cosecha. Se ha comprobado que la duración del período se preantesis ejerce una influencia positiva sobre el número de granos por espiga en cebada (Kitchen y Rasmusson, 1983). Bajo condiciones que acorten el período de maduración, la cosecha depende del período vegetativo a través de variaciones en el número de espigas por unidad de superficie (Ramos et al., 1982). En otros climas, como en el Norte y Centro de Europa, es el período de maduración el principal determinante de la cosecha, mediante variaciones en el peso final de los granos (Stoy, 1963; Welbank et al., 1966; Thorne, 1974). No obstante, se ha indicado que en cebada no existe una relación óptima de los períodos vegetativo y de llenado del grano para obtener los máximos niveles de producción, basándose principalmente en la ausencia de correlaciones estadísticas entre la duración de ambos (Rasmusson et al., 1979).

2.6.1.- Número de espigas por planta.

La capacidad de producción de tallos hijos en los cereales se puede entender como un mecanismo de compensación, destinado a un máximo aprovechamiento de las disponibilidades nutritivas del suelo. La densidad de siembra del cultivo influye decisivamente en el nivel de formación de tallos por lo que el ahijamiento se revela como un proceso de adaptación de la planta a las condiciones de competencia que se establecen en la comunidad vegetal en la que se está desarrollando.

El número final de espigas por planta resulta de la combinación de dos variables, el número de tallos producidos y la proporción de estos que dan lugar a espiga. Mientras que la primera depende principalmente de las características genotípicas, la segunda es el resultado de la competición por un sumidero limitado de asimilados dentro de la planta y por las disponibilidades de nutrientes en el suelo e interceptación de la luz, dentro de la comunidad (Langer, 1964; Innes et al., 1981).

Un elevado número de tallos hijos agrava la competencia por los factores nutritivos y por la luz siendo por tanto las condiciones ambientales y la densidad de población la que determinan el porcentaje de tallos que dará lugar a espiga y el que morirá sin hacerlo. Por otra parte un aumento en el número final de espigas por planta generalmente se acompaña de una disminución en el número de granos por espiga y en el peso medio de los granos (Cannel, 1969a; Pollhamer, 1981).

Bajo determinadas condiciones de densidad de siembra y ambientes muy equilibrados, la máxima cosecha parece ser obtenida por plantas que únicamente producen espiga en el tallo principal (Kirby y Faris, 1972). Sin embargo, cuando el período de maduración se lleva a cabo en condiciones adversas para la actividad fotosintética, la translocación de asimilados producidos en el período vegetativo y acumulados en los tallos, se hace fundamental para el llenado del grano (Ramos et al., 1982). Por este motivo, la capacidad de ahijamiento y la supervivencia de los tallos en estos ambientes (como en el caso del Sur de España) es primordial a la hora de seleccionar variedades de alta producción (Gallagher et al., 1975).

2.6.1.1.- Formación de tallos hijos.

Durante el desarrollo y crecimiento de la planta de cebada, como en otros cereales, un número variable de yemas caulinares son formadas en las axilas de las hojas más bajas del tallo principal (Kirby y Faris, 1972). Estas yemas pueden crecer y formar tallos laterales de los cuales -

unos viven hasta la maduración produciendo espiga, mientras que otros mueren cuando han formado dos o tres hojas (Kirby y Jones, 1977).

Numerosos estudios sobre la producción y supervivencia de los tallos hijos en los cereales han mostrado que independientemente de las condiciones ambientales y la variedad de que se trate, existe un patrón general para la evolución del ahijamiento (Bunting y Drenan, 1966). En cebada el número de tallos aumenta progresivamente hasta alcanzar un máximo en el período de ahijamiento después disminuye y por último se estabiliza en el momento de emergencia de las espigas manteniéndose hasta la recolección (Watson et al., 1958; Thorne, 1962 a; Kirby, 1967; Cannel, 1969a; García del Moral, et al., 1984). El nivel máximo de producción y la supervivencia de los tallos hijos dependen de la variedad, de la densidad de siembra y del aporte de nutrientes.

En el proceso de ahijamiento pueden ser consideradas una serie etapas; en la primera de ellas, el primordio que va a originar el tallo inicia su desarrollo dos o tres plastocronos (tiempo que transcurre entre la aparición de dos hojas consecutivas) después del desarrollo del primordio foliar adyacente (Bunting y Drenan, 1966). Este proceso parece estar poco influido por las condiciones ambientales siendo más bien dependiente del nivel endógeno de giberelinas en la planta (Kirby y Faris, 1972).

La segunda fase, durante la cual, los tallos emergen desde las vainas foliares en que se forman, se encuentra fuertemente afectada por los procesos de competición. El nivel de auxinas, modificado por el status nutritivo de las plantas, parece ser el responsable de regular el número de tallos en estos momentos (Kirby y Faris, 1972). El proceso de formación de tallos hijos se detiene cuando en el ápice del tallo principal se completa el desarrollo de los primordios de las espiguillas (Kirby y Riggs, 1978). En este momento el crecimiento del tallo principal y de su espiga se aceleran, lo que agrava la competencia e inhibe el desarrollo de nuevas yemas caulinares (Kirby y Appleyard, 1980).

En la última fase del desarrollo de los tallos se decide el porcentaje de estos que producirán espiga mientras que el resto degenera y muere.

2.6.1.2.- Evolución y supervivencia de los tallos.

Desde el momento en que los primordios caulinares inician su desarrollo están compitiendo por un suministro limitado de recursos. Los tallos hijos se hallan envueltos por las vainas foliares hasta que presentan un tamaño de 40 a 100 mm de longitud, y por tanto no contribuyen a la fotosíntesis total de la planta sino que dependen de la translocación de asimilados. Cuando se hacen visibles por encima de la vaina, empieza su actividad fotosintética, pero todavía requieren cierto tiempo de expansión para alcanzar un área verde suficiente que les permita independizarse del tallo principal (Kirby y Jones, 1977). Muy pocos carbohidratos se mueven entre los distintos vástagos de la planta después del encañado (Quinlan y Sagar, 1962; Lupton, 1966), sin embargo, circunstancias inusuales pueden inducir el transporte de carbohidratos entre los tallos maduros (Natr, 1967) ya que se ha observado que los tallos intactos pueden exportar asimilados a otros a los que se les ha sometido a un tratamiento de defoliación (Thorne, 1974).

Parece existir un período crítico en el que se decide el porcentaje de tallos que van a producir espiga (Cannel, 1969a). En un trabajo reciente, García del Moral, et al., (1984), observan que en el estadio 8-9 de Feekes, es decir, al final del encañado, los tallos hijos que no alcancen un tamaño mínimo (1/3 del tallo principal) degeneran sin producir espiga, lo que está de acuerdo con anteriores observaciones de Kirby y Faris (1972) que resaltaban la menor competitividad de los tallos más pequeños en favor de aquellos que pueden situar sus hojas en las primeras capas de la vegetación. El retraso en el desarrollo de los tallos hijos respecto al tallo principal ha sido explicado en términos de dominancia apical (Thorne, 1962a; Aspinall, 1961; Kirby y Faris, 1972) y de competición por los recursos disponibles (Kirby y Jones, 1977); aunque lo más probable es que ambos procesos se hallen

implicados (García del Moral et al., 1984).

Los tallos que mueren sin producir espiga suponen una pérdida de asimilados para los que sobreviven a pesar de la translocación que se produce entre unos y otros (Donald, 1968; Rawson y Donald, 1969; Austin y Jones, 1975; Innes et al., 1981). Algunos minerales y carbohidratos son recuperados por los tallos fértiles, pero parte de la materia seca queda en los tallos que mueren. Además el efecto competitivo de estos, mientras que están creciendo, respecto a la interceptación de la luz y consumo de agua es esencialmente irreversible y se agrava en casos de stress hídrico en los estadíos del desarrollo (Kirby y Jones, 1977; Innes et al., 1981). Por ello, la mortalidad de los tallos reduce la producción final del cultivo, lo que indica que un nivel medio de ahijamiento con elevado nivel de supervivencia es más conveniente que la producción de muchos tallos de los que un alto porcentaje muere antes de producir espiga (Simmons et al., 1982).

2.6.1.3.- Influencia de los factores ambientales en el proceso de ahijamiento.

Como ya se ha indicado, la influencia de los factores ambientales es decisiva tanto en la producción como en la supervivencia de los tallos hijos en la planta de cebada.

a) Disponibilidad de luz.

La producción de tallos hijos en la planta de cebada se halla influenciada por la intensidad de la luz. Aspinall y Paleg (1964) obtienen que el nivel de ahijamiento en plántulas de cebada se reduce para intensidades decrecientes de luz, y cuando estas son muy bajas sólo se producen tallos primarios. Por otra parte, Kirby y Appleyard (1980) trabajando con diez variedades de cebada observan que en la mayoría, la producción de tallos hijos es reducida al aumentar el fotoperiodo. Sin embargo, la influencia de la duración de la luz fue distinta en función de la variedad (Briggs, 1978) siendolos más afectados

los tallos de orden superior y el que se forma en la axila del coleoptilo (Kirby y Appleyard, 1980).

Las disponibilidades de luz al final del desarrollo de los tallos van a decidir la supervivencia de estos y la producción de espigas. Densidades de población y niveles de ahijamiento elevados agravan la competencia por el factor luz y provocan una mayor mortalidad de los tallos.

b) Temperatura.

En el campo, la elevación de la temperatura aparece normalmente como consecuencia de un aumento en la radiación total por lo que es difícil separar los efectos de ambos factores sobre el desarrollo del cultivo (Briggs, 1978). El efecto de la alteración de las temperaturas diurna-noturna, sobre el patrón de ahijamiento depende de la variedad (Cannel, 1969b).

En general, las temperaturas elevadas estimulan el nivel de formación de primordios foliares en el tallo principal lo que reduce en gran medida el número de tallos T_1 (Thorne, 1962a; Cannel, 1969a; Kirby y Riggs, 1978). Dado que el crecimiento de un tallo depende del aporte de asimilados procedentes principalmente de la hoja en la que se ha formado, la primera hoja siendo la de menor tamaño es la que va a suministrar los carbohidratos para el tallo principal y el T_1 . En regímenes de alta temperatura se observa un incremento en el área foliar de esta hoja pero no resulta suficiente para atender al aumento en la demanda de asimilados y en el nivel respiratorio provocado por la temperatura. De esta forma el crecimiento del tallo T_1 se ve disminuído mientras que tallos posteriores T_2 y T_3 , se ven menos afectados puesto que dependen de hojas de mayor tamaño (Cannel, 1969b).

Las bajas temperaturas aunque retrasan el desarrollo de los brotes no tienen el mismo efecto sobre el ahijamiento en cebadas de invierno, ya que son en general, muy resistentes al frío (Bell y Lupton, 1962).

c) Disponibilidad de agua.

Cuando el contenido hídrico del suelo aumenta, bien sea a causa de precipitación o de irrigación, la cosecha grano del cultivo de cebada se eleva, principalmente debido a un incremento en la producción y supervivencia de los tallos hijos (Kirby, 1968; 1969). Por este motivo, en condiciones de suministro hídrico no limitante, las variedades con elevada capacidad de ahijamiento dan mejores rendimientos (Innes et al., 1981).

La respuesta del cultivo a la irrigación depende del momento del desarrollo en que las plantas se encuentren. Si se realiza después de un período prolongado de sequedad, aunque eleva el número de tallos no tiene repercusión sobre la cosecha ya que los nuevos tallos son inmaduros, verdes y sin espiga (Briggs, 1978).

Un déficit hídrico puede reducir el peso de la planta, el número de hijos y su fertilidad, dependiendo del tiempo y severidad del "stress" (Jones y Kirby, 1977; Briggs, 1978). La falta de agua al principio del período de crecimiento puede disminuir el establecimiento de los tallos hijos y de las raíces. Períodos de sequía antes de la antesis reducen la cosecha, sobre todo en las plantas que presentan un nivel de ahijamiento elevado puesto que la superficie transpirante es mayor. Sin embargo, cuando se produce en el período de postantesis en el que el número de espigas está ya determinado, las variedades que presentan mayor número de hijos por planta producen mejores cosechas (Innes et al., 1981).

d) Nitrógeno y otros elementos nutritivos.

En general, la aplicación de fertilizantes nitrogenados aumenta la producción de tallos hijos y su supervivencia (Watson, 1947b; Thorne, 1966; Cannel, 1969a; Kirby, 1969; Power y Alessi, 1978; García del Moral et al., 1984).

El aporte de N aumenta la tasa de absorción radical y su efecto se halla en función de las condiciones de luz y humedad del suelo.



En condiciones de elevada precipitación y cuando se suceden los días nublados disminuyendo la producción fotosintética, la fertilización nitrogenada puede ser desfavorable al crear un desequilibrio entre los metabolismos glucídico y proteínico. La síntesis de materiales de sostén se ve reducida y los tallos se reblandecen por lo que el viento o el propio peso de la espiga puede tumbarlos, fenómeno que se conoce con el nombre de encamado y que reduce drásticamente la cosecha. Sin embargo, en condiciones normales de luz y agua, el aumento de la absorción nitrogenada como consecuencia de la fertilización, reduce la competencia entre los tallos suministrando la cantidad de metabolitos necesaria para su crecimiento y activando los sistemas enzimáticos esenciales para la supervivencia de los mismos (Power y Alessi, 1978).

La dosis y época de aplicación del N afectan a la formación y desarrollo de los tallos hijos. El aporte en sementera aumenta el nivel de ahijamiento favoreciendo a la vez el crecimiento de los hijos respecto del tallo principal, lo que aumenta la supervivencia de los mismos y el número de espigas por planta (Thorne y Watson, 1955; Spratt, 1974; Power y Alessi, 1978; Leyshon et al., 1980; Innes et al., 1981; García del Moral, 1982; García del Moral et al., 1984). Las aplicaciones tardías incrementan la competencia por este nutriente y el riesgo al encamado no traduciéndose en aumento de cosecha si se realizan en condiciones de secano y después de que se halla decidido el porcentaje de tallos que van a producir espiga (García del Moral et al., 1982 b).

El déficit de nitrógeno reduce el ahijamiento en cereales porque aletarga las yemas laterales (Hewitt, 1963) restringe el crecimiento de las raíces y conduce a tallos pequeños, débiles y con hojas de bajo contenido en clorofila y carotenoides (Briggs, 1978).

La influencia de otros elementos nutritivos en el proceso de ahijamiento no ha sido suficientemente estudiada. Nitrógeno y Fósforo parecen ser los nutrientes fundamentales (Watson, 1947 b) aunque Briggs (1978) señala que una falta de Potasio puede conducir a tallos enanos con entrenudos cortos y a un excesivo número de hijos que no darán lugar a espiga.

e) Condiciones de siembra.

El nivel de ahijamiento puede verse reducido por un retraso en la fecha de siembra sobre todo en variedades con alta capacidad para la formación de tallos hijos (Pfund, 1974).

La densidad de siembra y espaciado de los surcos influyen decisivamente en el número de espigas por planta. Kirby (1967) observa que una disminución de ocho veces en la densidad de siembra triplica el número de hijos; mientras que el aumento en el espaciado de los surcos incrementa el número de espigas por unidad de superficie (Finlay et al., 1971; Brinkman et al., 1979).

Las modificaciones ambientales causadas por diferentes densidades de siembra no afectan al desarrollo de las yemas caulinares ni por tanto al nivel de ahijamiento sino a la mortalidad de los tallos hijos cuando estos crecen y los procesos de competencia se agravan (Kirby y Faris, 1970; Leakey, 1971; Kirby y Faris, 1972; Simmons et al., 1982).

2.6.2.-. Número de granos por espiga.

En los cereales este componente de la cosecha se establece en el momento de la antesis, cuando una proporción variable de flores es fecundada y da lugar a frutos que comienzan su desarrollo (Gallagher et al., 1975). Condiciones ambientales desfavorables en este momento o en el período inmediatamente anterior pueden ejercer efectos negativos sobre el número de granos y, por tanto, sobre la cosecha final. Así, Willey y Holliday (1971a) encuentran que el sombreado de plantas de cebada desde el inicio de la espiga hasta la antesis, provoca la disminución no sólo del número de granos por espiga sino de los otros dos parámetros de la cosecha; fundamentalmente, debido a una menor cantidad de carbohidratos disponibles para el desarrollo de la espiga. Esto sugiere que la formación de un elevado número de granos depende del nivel de producción de materia seca, aproximadamente, el mes anterior a la fecundación. Aquellos factores ambientales que tiendan a disminuir el crecimiento del cultivo en este período limitarán el número

potencial de granos por espiga (Biscoe y Gallagher, 1977).

2.6.2.1.- Inducción floral.

La cebada, como la mayoría de los cereales atemperados, es una planta de fotoperíodo largo, aunque existen algunas diferencias entre variedades (Guitard, 1960; Kirby y Appleyard, 1980). La cebada de invierno, además presenta una necesidad muy pronunciada y absoluta de vernalización antes de que pueda responder al fotoperíodo; lo que le sirve para retrasar la iniciación floral hasta después del invierno. No obstante, también las variedades de primavera pueden ofrecer una marcada respuesta a vernalización retrasando así el desarrollo de la inflorescencia hasta sobrepasar el riesgo de heladas (Evans y Wardlaw, 1976).

La respuesta de los cereales al fotoperíodo no sólo determina la rapidez de la iniciación floral, sino su velocidad y la posterior evolución de la inflorescencia. La aplicación de elevados fotoperíodos a la cebada acelera el proceso de iniciación floral aunque no afecta a la duración del período de crecimiento de la espiga (Kirby y Appleyard, 1980). Por el contrario, la aplicación de fotoperíodos cortos después de la inducción de la inflorescencia conduce a esterilidad floral, probablemente por alteración en el balance hormonal de la espiga (Batch y Morgan, 1974).

2.6.2.2.- Desarrollo de la inflorescencia.

La evolución de la espiga comienza a partir de un simple estrangulamiento o arruga que se produce sobre la parte superior del cono vegetativo, y que posteriormente da lugar a otra segunda arruga u ondulación por debajo de la primera (estadio de doble arruga). La arruga superior crece rápidamente y da origen al primordio de la espiguilla mientras que la inferior parece formar el entrenudo del raquis. En este momento, las espiguillas de las variedades de 2 y 6 carreras son similares; pero posteriormente el desarrollo de las flores laterales se hace mucho más lento en aquellas (Briggs, 1978).

La diferenciación de las espiguillas comienza en la parte media de la inflorescencia, prosiguiendo hacia el ápice y la base. El número de primordios florales que se han iniciado cuando se forman los estambres de las espiguillas más avanzadas, determina en la cebada el número potencial de granos por espiga (Nicholls y May, 1963) y depende de la variedad y condiciones ambientales que prevalezcan después de la iniciación floral (Langer, 1972; Batch y Morgan, 1974; Appleyard et al., 1982). Dado que los nutrientes se utilizan por la inflorescencia en desarrollo simultáneamente para la formación de nuevas espiguillas y para el mantenimiento de las ya iniciadas se establece un gradiente nutritivo que provoca el cese de la iniciación de nuevos primordios en el ápice del meristemo cuando las espiguillas más avanzadas aumentan la demanda de asimilados (Kirby y Faris, 1970). De esta forma, las condiciones que aceleran la velocidad de desarrollo de la espiga tienden a reducir el número final de espiguillas.

La floración comienza en las espiguillas de la parte central de la espiga y se extiende hacia los extremos, completándose en 1 a 4 días. Dentro de cada espiguilla, polen y óvulo maduran simultáneamente. En condiciones normales, la fecundación ocurre 3 ó 4 días después de la emergencia de las aristas. Aproximadamente a los 5 minutos de adherirse los granos de polen a los estigmas, absorben humedad, germinan y el tubo polínico crece, alcanzando al óvulo en unos 40 ó 45 minutos (Briggs, 1978).

La tendencia hacia la sincronización en la floración y en el desarrollo del grano es una característica importante de muchos cereales ya que permite que un elevado número de frutos puedan competir dentro de la inflorescencia en condiciones relativamente iguales (Evans y Wardlaw, 1976). No obstante, la posición en la inflorescencia puede afectar el crecimiento y evolución de las espiguillas. De esta forma, en cebada, los granos que se desarrollan en la parte media de la espiga suelen ser más grandes y pesados que en los extremos, debido a ser los primeros en formarse (Kirby y Jones, 1977).

El tiempo que transcurre desde la iniciación de la inflorescencia

cia hasta la antesis puede oscilar desde pocas semanas hasta algunos meses, dependiendo de la variedad y condiciones ambientales. En los cereales atemperados, la diferenciación de la espiga no debe iniciarse demasiado tempranamente para evitar el riesgo de heladas, pero el periodo de llenado del grano sí es conveniente que comience lo antes posible, pues debe coincidir con los máximos niveles de fotosíntesis del cultivo y no debe prolongarse demasiado, para no sufrir las elevadas temperaturas y falta de agua del verano. Por tanto, el nivel óptimo de desarrollo de la inflorescencia constituye un compromiso entre la necesidad de desarrollar un número suficiente de granos para almacenar carbohidratos y la posibilidad de llenarlos durante el periodo de maduración, compromiso cuya solución varía con la secuencia de condiciones de cada ambiente.

2.6.2.3.- Influencia de los factores ambientales.

Las condiciones ambientales influyen marcadamente sobre el desarrollo de la espiga en los cereales, incluso desde los primeros estadios, a través de modificaciones en : (a) la velocidad y duración del periodo de diferenciación, afectados principalmente por temperatura y fotoperiodo y (b) el aporte de sustancias asimiladas, el cual depende fundamentalmente de la intensidad de la luz y de las disponibilidades de nitrógeno.

a) Luz.

En general, los fotoperiodos largos estimulan la velocidad de producción de primordios florales, aceleran la floración, reducen el número de hojas y disminuyen el número de granos por espiga en cebada (Johnson y Taylor, 1958; Kirby y Eisenberg, 1966; Faris et al., 1969; Fejer et al., 1979; Kirby y Appleyard, 1980; Kirby y Ellis, 1980; Appleyard et al., 1982). El tratamiento continuo con fotoperiodos cortos durante la diferenciación de la inflorescencia por el contrario, conduce a marcados incrementos en el número de primordios y de granos por espiga (Nicholls y May, 1963; Kirby y Appleyard, 1980). Sin embargo, los efectos producidos por breves exposiciones a fotoperiodos cortos son distintos dependiendo del estadio de desarrollo de la inflorescencia (Batch y Morgan, 1974, 1975). Los tratamientos -

aplicados desde el estadio de doble arruga hasta el inicio de los estambres incrementan el número de espiguillas formadas en el ápice del tallo principal, probablemente porque conducen a lentitud en la diferenciación floral. Si los fotoperiodos cortos se hacen coincidir con la iniciación de los estambres se produce, además, la inhibición y muerte de algunos tallos, lo que puede deberse a una alteración en el equilibrio de los reguladores del crecimiento, especialmente giberelinas (Kirby, 1974). Cuando el tratamiento es aplicado durante la diferenciación de las aristas no modifica el número de espiguillas formadas, pero sí su fertilidad. Esto es debido a que los días cortos perjudican al desarrollo de los granos de polen, conduciendo a esterilidad de los mismos por anormalidad nuclear (Batch y Morgan, 1974).

b) Temperatura.

La velocidad de desarrollo de la espiga de cebada aumenta con la temperatura, aunque si esta es excesiva puede dar lugar a espigas anormales (Kirby, 1973 b). El número final de flores por inflorescencia se reduce, posiblemente porque el incremento de temperatura acelera la diferenciación floral y estimula el crecimiento de hojas y tallos, lo que conduce a una mayor competencia reduciendo la cantidad de asimilados disponibles para la iniciación de nuevas espiguillas durante este periodo (Gallagher et al., 1976; Kirby, 1977; Ellis y Kirby, 1980). Por el contrario, las bajas temperaturas alargan el periodo vegetativo, reducen la velocidad de crecimiento apical y la competencia, por lo que los primordios florales aumentan su supervivencia conduciendo a un mayor número de granos por espiga, tanto en cebada (Ellis y Kirby, 1980; Kirby y Ellis, 1980; Russel et al. 1982) como en trigo (Bagga y Rawson, 1977; Kolderup, 1979 b; Frank y Bauer 1982).

Temperatura y fotoperiodo no son totalmente independientes; de esta forma el retraso en la iniciación floral por las bajas temperaturas puede ser compensado aplicando fotoperiodos elevados (Kirby y Ellis, 1980) A su vez, la disminución del número de granos por espiga inducida por los fotoperiodos largos puede ser amortiguada con temperaturas frescas (Fejer et al., 1979; Baker y Gallagher, 1983 b).

c) Agua.

Las deficiencias de agua durante el periodo vegetativo retrasan el inicio de la floración, pero si se producen durante la diferenciación de la inflorescencia conducen a espigas con pocas espiguillas (Nichols y May, 1963; Langer, 1972). Las deficiencias ligeras de agua en el suelo, que ejercen poco efecto sobre el crecimiento vegetativo, deprimen la formación de primordios florales en el ápice del tallo principal; deficiencias severas o más prolongadas, determinan el cese total de la diferenciación de la inflorescencia (Husain y Aspinall, 1970), conduciendo a que la mayoría de los tallos iniciados no produzcan espiga (Thorne, 1962 a; Kirby y Faris, 1972; Lawlor et al., 1981). La formación de los granos de polen es especialmente sensible a la falta de agua en el suelo, por lo que las deficiencias hídricas detienen la formación de polen fértil impidiendo la fecundación y dando lugar a espiguillas estériles (Ringham, 1966; Rachman, 1972; Jones y Kirby, 1977) sobre todo en el ápice y base de la espiga (Lawlor et al., 1981).

d) Fertilización.

La fertilización nitrogenada durante el desarrollo de la inflorescencia parece afectar más al crecimiento y desarrollo de los primordios florales que a su formación (Langer, 1966; Dale y Wilson, 1978). Un aporte suficiente de nitrógeno incrementa el número de granos por espiga, principalmente a través del aumento en la fertilidad de las espiguillas iniciadas en el ápice del tallo (Kirby y Jones, 1977; Dale y Wilson, 1978; Frank y Bauer, 1982), resultando más efectivas las formas nítricas que las amoniacales (Widdoson y Penny, 1969; Leyshon et al., 1980). Las deficiencias de nitrógeno, por el contrario, pueden provocar reducciones de hasta el 60% en el número de granos por espiga en cebada; sin embargo, a pesar de los estudios realizados, los mecanismos de respuesta de la inflorescencia a la fertilización nitrogenada aún no están suficientemente aclarados (Evans y Wardlaw, 1976; Dale y Wilson, 1978; Frank y Bauer, 1982).

e) Densidad de siembra.

La densidad de siembra eleva el número de espigas por unidad de superficie, pero disminuye el de granos por espiga (Finlay et al., 1971 ; Willey y Holliday, 1971 a; Baker y Briggs, 1982), presumiblemente porque obliga a una mayor cantidad de inflorescencias a competir por un suministro limitado de asimilados (Kirby y Jones, 1977).

2.6.2.4.- Control del tamaño de la espiga.

El desarrollo de la espiga de cebada ha sido explicado como un sistema en el que el balance entre el suministro de asimilados y la demanda por otras partes en crecimiento interaccionan en la respuesta a los factores internos y ambientales (Kirby y Faris, 1970) principalmente a través de modificaciones en los niveles endógenos de nutrientes, fotosintetizados, agua y sales minerales (Briggs, 1978).

Cada órgano posee un nivel máximo o potencial de crecimiento que casi nunca es alcanzado debido a la competición con los demás. De esta forma, si durante la diferenciación de la inflorescencia hay otras partes del vegetal creciendo activamente, la competencia por un suministro limitado de asimilados puede restringir el tamaño final de la espiga (Kirby, 1973a) Además, durante la fase de formación de primordios florales, el ápice del tallo carece de un tejido vascular diferenciado y los nutrientes deben moverse desde los tejidos subyacentes por difusión a través de las células meristemáticas. Esto crea un fuerte gradiente nutritivo dentro de la propia inflorescencia y obliga a competir entre sí a las espiguillas de la base y de los extremos (Kirby y Faris, 1970).

La iniciación floral se encuentra correlacionada con el comienzo de la elongación de los tallos y con la producción de hojas (Nicholls y May, 1963); los cuales, durante la mayor parte de la fase exponencial de crecimiento, dependen en gran medida de la translocación de asimilados, ya

que se encuentran encerrados por completo dentro de las vainas de las hojas más viejas y su fotosíntesis está muy restringida lo que los convierte en fuertes competidores frente a las espigas (Kirby, 1973 a). Experimentalmente, la competición por los asimilados puede disminuirse retirando órganos en crecimiento y observando las modificaciones producidas en los demás. Mediante esta técnica, Kirby y Jones (1977), encuentran que la retirada de un cierto número de ahijamientos en la planta de cebada conduce a un incremento en el número de granos en la espiga del tallo principal, proponiendo que la reducción en la competencia por los recursos permite que se inicien más espiguillas sobre la inflorescencia y que sobrevivan en mayor proporción. Hipótesis que está de acuerdo con el hecho de que la proporción de pocas hojas está bien correlacionada con un mayor número de granos por espiga en un elevado número de variedades de cebada, tanto de dos como de seis carreras (Daley Wilson, 1978).

No obstante, la escisión de un órgano no altera exclusivamente la competencia por los asimilados, sino que puede influir sobre la producción y distribución de fitohormonas, modificando el crecimiento potencial del resto de las partes de la planta (Kirby y Faris, 1970).

2.6.3.- Peso medio de los granos.

Tercer y último componente de la cosecha en cebada. Su magnitud se decide durante la fase de maduración, es decir desde la antesis hasta que la planta se encuentra completamente seca y lista para la recolección. Este periodo se caracteriza por el crecimiento del grano y la acumulación en él de diversas sustancias de reserva, cuya cantidad determina en qué medida la capacidad potencial de almacenamiento del grano se transforma en cosecha real.

2.6.3.1.- Crecimiento del grano.

El desarrollo del grano en los cereales sigue una gráfica sigmoideal que comienza por una etapa donde la velocidad de crecimiento es re

lativamente lenta; continúa con incremento casi lineal del peso seco en función del tiempo y, finalmente, cesa de forma más o menos brusca. Durante la fase lineal del crecimiento (que se inicia de una a dos semanas después de la antesis) tiene lugar la acumulación de la mayor parte del almidón en las células del endospermo (Martin et al., 1930; Evans y Wardlaw, 1976) y el grano crece exclusivamente en anchura, ya que su máxima longitud se alcanza bastante pronto, aproximadamente a los 7 días después de la polinización (Briggs, 1978). El nivel de crecimiento de cada grano es variable en función de las condiciones ambientales y de su posición en la espiga aunque no suele superar los 2,5 mg por grano y día (Evans y Wardlaw, 1976; Gallagher et al., 1976).

A efectos prácticos puede considerarse que el crecimiento del grano de cebada se hace lineal a partir de un peso de 6 mg., permitiendo estudiar su magnitud en términos de intensidad y duración. De esta manera, el peso medio final por grano (\bar{W}_g) puede ser calculado mediante la expresión (Gallagher et al., 1976):

$$\bar{W}_g = \bar{W}_i + (R \times D)$$

donde \bar{W}_i es el peso inicial del grano, R es el incremento en peso seco a lo largo de la fase lineal de crecimiento y D la duración de dicha fase.

El nivel de crecimiento del cultivo normalmente disminuye durante el periodo de maduración (Watson et al., 1963; Biscoe et al., 1975 b), mientras que el grano continúa creciendo. Cuando a causa de las condiciones ambientales, la producción de materia seca después de la antesis es insuficiente para permitir que el crecimiento del grano se mantenga a un nivel constante, el resto es obtenido mediante la translocación de las reservas acumuladas en el tallo (Gallagher et al., 1975; Biscoe y Gallagher, 1977; Austin et al., 1980; Lawlor et al., 1981).

Las causas que determinan el cese del crecimiento del grano no están suficientemente claras, pero no parece deberse a la falta de asimilados (Evans et al., 1976) sino a una caída en la capacidad de síntesis de almidón en el endospermo, en cuyo control parece ser más importante la

temperatura que las disponibilidades hídricas durante el periodo de maduración (Biscoe et al., 1976).

2.6.3.2.- Origen de materiales en el grano.

La mayor parte de la materia seca del grano proviene, en condiciones normales, de la actividad fotosintética posterior a la emergencia de la espiga. Lo que no es consumido por la respiración se dirige hacia el grano y sólo muy poco permanece en otras partes de la planta. El llenado del grano, por tanto, puede ser concebido como un balance entre ganancias (fotosíntesis de la espiga y de las diversas partes del tallo durante el día) y pérdidas (respiración de la espiga durante el día y la noche) (Thorne 1965, 1966). Pero la fotosíntesis no está limitada solo a la lámina foliar sino que otros órganos verdes tales como vainas, tallos, glumas, aristas y cubiertas del grano son también componentes del sistema fotosintético -- (Thorne, 1965; Evans y Wardlaw, 1976).

En el análisis del crecimiento del grano pueden distinguirse dos fuentes de suministro de asimilados: la fotosíntesis después de la emergencia de la espiga y la translocación de asimilados antes de la antesis y almacenados temporalmente en las partes vegetativas.

2.6.3.2.1.- Fotosíntesis previa a la antesis y contribución de las reservas.

Durante bastante tiempo se ha considerado que los materiales asimilados antes de la emergencia de la espiga contribuían entre el 10 y el 20% aproximadamente al peso final del grano (Archbold y Mukerjee, 1942; Thorne, 1965; Gallagher et al., 1975), evidencia indirecta basada principalmente en que tallos y raíces perdían muy poco peso seco y carbohidratos durante el llenado del grano (Thorne, 1966). Sin embargo, en trabajos recientes se ha puesto de manifiesto que dicho porcentaje es válido únicamente bajo condiciones favorables ya que años secos y calurosos aumenta notablemente, llegando a ser del 27 al 44% (Yoshida, 1972; Biscoe et al., 1975 b); Austin et al., 1980; Lawlor et al., 1981), presumiblemente porque la fo-

fotosíntesis después de la emergencia de la espiga se ve más limitada (Lawlor et al., 1981; Gallagher et al., 1976; Ramos et al., 1982). No obstante, Bidinger, Musgrave y Fisher (1977) mediante el uso de $^{14}\text{CO}_2$, encuentran valores del 12% para cultivos de cebada con buen suministro hídrico y no superiores al 22% bajo condiciones de sequedad.

La importancia de las reservas de la preantesis en el llenado del grano para los cultivos de cereales, viene apoyada también por las elevadas correlaciones encontradas entre la cosecha final de grano y el índice de área foliar en antesis para trigo (Simpson, 1968) o el peso seco del cultivo en el momento de máximo desarrollo del área foliar en cebada (Ramos et al., 1984).

Puesto que la acumulación en la preantesis parece contribuir sustancialmente a la cosecha grano en ambientes de escasa disponibilidad de agua como los de nuestra región, sería deseable que las variedades de cebada tuviesen una elevada capacidad de acumular reservas en los órganos vegetativos para, más tarde, poderlos utilizar en el llenado del grano, hecho ya señalado como criterio de selección por algunos autores (Donald, 1968; Gallagher et al., 1975).

La capacidad de translocar material asimilado antes de la emergencia de la espiga a los granos en crecimiento supone una ventaja adaptativa bajo condiciones ambientales en las que la fotosíntesis tras la antesis se encuentra restringida. Esto sugiere la existencia de un mecanismo de compensación que tendería a mantener estable el peso final de los granos, independientemente de las condiciones que prevalezcan durante la maduración (Gallagher et al., 1975,1976).

2.6.3.2.2.- Fotosíntesis después de la emergencia de la espiga

Numerosos estudios han demostrado que son los carbohidratos producidos en las partes verdes por encima del nudo de la hoja bandera, los que suministran la mayor parte de los carbohidratos para los granos en crecimiento bajo condiciones controladas o de buen suministro hídrico (Watson et al., 1958; Thorne, 1959, 1965; Stoy, 1963; Saghir et al., 1968; Biscoe

et al., 1975 a; Faris, 1978; Austin et al., 1980). Estos órganos comprenden el limbo y vaina de la hoja bandera, la espiga y su pedúnculo (Thorne, 1966; Simpson, 1968; Biscoe et al., 1975 b), contribuyendo al peso final del grano en función de la duración y tasa de fotosíntesis, así como de su capacidad para la translocación de asimilados (Thorne, 1969; Yap y Harvey, 1972 ; Grafius y Barnard, 1976).

La importancia de la fotosíntesis realizada por la inflorescencia es muy variable en los distintos cereales, dependiendo de cual sea su posición y estructura. En aquellos, como el trigo o la cebada, en que es terminal y se sitúa en la superficie del dosel foliar, la espiga se encuentra en inmejorables condiciones para la fotosíntesis, siendo sus asimilados directamente utilizados por los granos en crecimiento (Evans y Wardlaw, 1976). La máxima actividad fotosintética de la espiga de cebada tiene lugar en el periodo de tres semanas después de la antesis (Biscoe et al., 1975 b) contribuyendo a la fotosíntesis total del cultivo con valores que oscilan entre 13 y 14% (Thorne, 1962 b; Biscoe et al., 1975 b), 22 y 23% (Briggs, 1978), 26% (Watson et al., 1958), 10 y 41% (Thorne, 1962 a) e incluso superiores al 45% (Thorne, 1974). En gran medida la fotosíntesis producida por la espiga se debe a la reasimilación del CO_2 respiratorio, en la que tienen gran importancia el grano verde y sus cubiertas que se comportan como verdaderas "trampas" de carbónico (Abdul-Baki y Baker, 1970), reasimilando hasta el 60% del CO_2 procedente de la respiración (Thorne, 1974).

Las variedades aristadas de cebada y trigo son más eficientes productoras de grano que las apendiculadas o sin aristas, probablemente debido a que las hojas senescen y dejan de fotosintetizar antes que las aristas, efecto particularmente importante bajo condiciones áridas (Carr y Wardlaw, 1965; Saghir et al., 1968; Biscoe et al., 1973; Lawlor et al., 1981). Las espigas de cebada poseen aristas más largas que las del trigo y contribuyen con el 70-80% a la fotosíntesis total de la espiga (Biscoe et al., 1973; Lawlor et al., 1981), existiendo una elevada correlación entre el peso de un grano y la longitud de su arista, presumiblemente porque los asimilados de cada arista son consumidos por el grano que la soporta (Walpole y Morgan 1972). Las aristas de los cereales no sólo son activas en fotosíntesis, sino que también pueden incrementar la eficiencia en el uso del agua, modificar

el balance térmico y la turbulencia en la superficie del cultivo, y estimular el movimiento de citokininas a los granos (Benci et al., 1973; Ferguson et al., 1973; Michael y Seiler-Kelbitsch, 1972). Este último factor podría ser de importancia en la producción de un mayor número de células en el endospermo, incrementando así la capacidad de almacenamiento de los granos.

La hoja bandera y el pedúnculo de la espiga participan en el suministro de asimilados a los granos en crecimiento en una cantidad que puede oscilar entre el 40-70%, dependiendo de la variedad y condiciones ambientales (Watson et al., 1958; Thorne, 1966,1975) contribuyendo ambos órganos casi en la misma proporción (Saghir et al., 1968).

La importancia relativa de los distintos órganos en el llenado del grano de cebada varía a lo largo del periodo de maduración. Así, Riscoe et al., (1975 b) mediante determinaciones directas en el campo, encuentran que poco después de la antesis, la espiga y las hojas superiores constituyen las principales fuentes de asimilados. A medida que los tallos se secan este papel es adquirido por las aristas y el pedúnculo de la espiga y, finalmente, por la vaina de la hoja bandera, último órgano en marchitarse durante el periodo de maduración.

2.6.3.3.- Factores que regulan el llenado del grano.

Durante bastante tiempo se ha considerado a la magnitud del sistema forosintético como el principal factor limitante de la producción en los cereales (Watson, 1956; Thorne, 1966). Sin embargo, en época reciente se han ido acumulando pruebas de que la capacidad de la espiga para acumular los carbohidratos disponibles ("capacidad de sumidero") y la eficiencia del sistema de transporte de asimilados ("capacidad de translocación") pueden ser de tanta importancia como el suministro de fotosintetizados desde las partes de la planta ("capacidad de fuente") (Thorne, 1974; Evans y Wardlaw, 1976).

Los factores que controlan la "fuente" son el área y tasa de forosíntesis, mientras que el número, máximo nivel de crecimiento y tamaño final de los granos regulan el "sumidero".

El área del tejido vascular en el pedúnculo de la espiga y la velocidad de movimiento de asimilados en el floema o desde este hacia los granos parecen ser los principales reguladores de la capacidad de translocación de asimilados.

Existe controversia acerca de la extensión en que los factores indicados limitan la producción en los cereales. La cantidad de fotosintetizado disponible durante la maduración depende de las dimensiones del sistema asimilador (LAI), de su duración en el tiempo (LAD) y de su eficiencia en la producción de materiales para el grano (G) (Welbank et al., 1966). La hipótesis de que la cosecha grano se encuentra determinada por la "capacidad de fuente" se apoya en la estrecha correlación entre la producción de grano y la duración del área foliar después de la antesis (Watson, 1952; Welbank et al., 1966; Simpson, 1968; Yap y Harvey, 1972; Khalifa, 1973) y el hecho de que la variación en las cosechas bajo una diversidad de condiciones ambientales y de cultivo fuera debida en su mayor parte a diferencias en la fotosíntesis después de la antesis, especialmente en G (Thorne, 1966; Puckridge, 1971; Evans y Wardlaw, 1976). La importancia del suministro de fotosintetizados también parece venir sustentada por numerosos experimentos en los que disminuyendo la fotosíntesis, cubriendo o retirando hojas, decrece considerablemente la cosecha (Stoy, 1965; Welbank et al., 1968; Willey y Holliday, 1971). No obstante, esto ocurre únicamente en condiciones de buen suministro hídrico, cuando es la luz y no el agua el factor limitante del crecimiento; ya que en años secos, el sombreado ejerce poco efecto sobre la cosecha final de grano (Campbell et al., 1969; Evans et al., 1975).

Por el contrario, la hipótesis de que la cosecha grano en cereales está limitada principalmente por la "capacidad de sumidero" proviene del hecho de que, en condiciones normales, el suministro de hidratos de carbono después de la emergencia de la espiga parece estar en exceso de los requerimientos para el llenado del grano. Esto se encuentra apoyado porque la presencia de flores estériles no afecta al tamaño de los granos adyacentes (Kramer y Veyl, 1952); porque los tratamientos de sombreado o de defoliación, que disminuyen la fotosíntesis total por tallo deprimen la cosecha mucho menos de lo esperado, ya que existen movimientos compensadores de fotosintetizados desde otros órganos (Rawson y Evans, 1971; Bremner 1972; -

Jenner, 1979); porque el incremento del número de granos por espiga aumenta la cosecha aunque el área foliar decrezca (Rawson, 1970); y porque el crecimiento de los granos bajo una temperatura dada tiende a ser lineal independientemente de las oscilaciones en la radiación diaria (Biscoe y Gallagher, 1976). Además, algunas estimaciones indican que el crecimiento del grano puede ser sustentado por la asimilación de sólo una parte del tejido fotosintético presente durante la maduración (Donald, 1968; Thorne, 1974).

La capacidad del sistema de translocación de asimilados puede, bajo ciertas condiciones, convertirse en la principal limitante del llenado del grano. Cerca de la fuente, por ejemplo, la difusión de los azúcares hacia las venas foliares, su descarga en el floema o su movimiento a través de la vaina, el tallo o el pedúnculo de la espiga, podrían constituir una notable reducción en el movimiento de los asimilados hacia la inflorescencia (Evans, 1975). No obstante, las determinaciones de la velocidad de translocación de asimilados en el floema de algunos cereales sugiere que ésta es suficiente durante la mayor parte del período de crecimiento del grano (Evans y Wardlaw, 1976). Mucho más importante resulta la limitación impuesta por el movimiento de los asimilados desde el tejido vascular de la inflorescencia hasta la base de los granos y, desde aquí, a las células del endospermo. Considerando la longitud del grano y su forma, estos últimos pasos (en los que los asimilados se mueven exclusivamente por difusión) podrían restringir la velocidad de almacenamiento, particularmente a medida que aumenta la deposición de almidón en la base del grano (Evans, 1975; Evans et al., 1975).

Modernamente se considera que la importancia relativa de la "fuente" y el "sumidero", así como de la capacidad de translocación de asimilados, en la determinación de la cosecha en los cereales varía con el estado de desarrollo del grano y con el ambiente (Thorne, 1974; Evans y Wardlaw, 1976). En la mayoría de los casos, además, las comparaciones entre "fuente" y "sumidero" resultan oscurecidas debido a que la tasa de fotosíntesis de las hojas puede responder a cambios intermedios en la demanda de asimilados (Evans, 1975). En cereales, al principio del período de crecimiento del grano, cuando el área foliar está cercana al máximo, el movimiento de fotosintetizado estaría limitado por la "capacidad de sumidero", pero posteriormente, al disminuir la capacidad fotosintética, predominaría el control

ejercido por la "fuente", adquiriendo una importancia progresiva las limitaciones impuestas por el sistema de translocación (Bingham, 1967; Thorne, 1974; Evans, 1975). Igualmente, Martínez-Carrasco y Thorne (1979b) indican que el suministro de asimilados disponibles mientras el grano está creciendo regula el desarrollo del endospermo y su volumen final; pero cuando el fotosintetizado se encuentra en exceso, la capacidad de acumular carbohidratos parece ser el único factor que restringe el crecimiento del grano (Martínez-Carrasco y Thorne, 1979a).

2.6.3.4.- Efecto de los factores ambientales.

En general, los factores del ambiente modifican la velocidad y la duración del crecimiento del grano, en forma independiente y frecuentemente compensadora. De esta manera, un aumento de temperatura incrementa la intensidad del crecimiento del grano, pero acorta su duración. Igualmente, la intensidad luminosa no afecta a su duración pero, en cambio, sí modifica la velocidad del crecimiento; generalmente de forma compleja pues no suele limitar el aporte de sustancias asimiladas, excepto con intensidades luminosas muy bajas (Gallagher y Riscoe, 1976; Recalde Martínez, 1981).

La producción de grano aumenta al elevar la radiación total, bien en intensidad o duración (Thorne et al., 1968; Thorne y Ford, 1971). En los cereales, la luz influye directamente sobre el período de maduración al estimular la eficiencia fotosintética de las partes verdes y el suministro de carbohidratos a los granos en desarrollo (Welbank et al., 1968; Thorne 1974; Gallagher y Riscoe, 1978). Sin embargo, en cebada y debido a la sustancial contribución realizada desde las reservas almacenadas en los órganos vegetativos bajo condiciones adversas, la disminución de intensidad luminosa o fotoperíodo no afecta excesivamente al peso final de los granos (Willey y Holliday, 1971a; Gallagher et al., 1975), hecho que sí ocurre en el caso del trigo (Willey y Holliday 1971b; Evans et al., 1975).

Por regla general, el aumento de temperatura durante la maduración disminuye el peso final de los granos al acelerar la senescencia de las hojas (Kandera, 1971; Thorne y Ford, 1971; Thorne, 1974), disminuir la duración del desarrollo del grano (Kolderup, 1979a, 1979c; Ellis y Kirby, 1980; Wiegand y Cuellar, 1981), y aumentar las pérdidas de carbohidratos debidas a la respiración (Thorne 1974; Riscoe y Gallagher, 1977). La sequ

dad desde la antesis hasta la madurez provoca que tallos y hojas senezcan más rápidamente (Asana et al., 1958) aunque, en cebada, el peso final del grano tiende a mantenerse constante, porque bajo estas condiciones existe un movimiento compensador de reservas desde otras partes de la planta lo que se manifiesta por una intensa pérdida de peso seco en la paja (Gallagher et al., 1975, 1976; Riscoe y Gallagher, 1977). Por el contrario, la escasez de agua durante el período vegetativo limita el valor máximo del índice de área foliar que puede ser alcanzado, conduciendo a una disminución en la cantidad potencial de reservas en la preantesis y disminuyendo el peso final de los granos si las condiciones de sequedad se prolongan durante la maduración (Lawlor et al., 1981; Ramos et al., 1984).

Otro factor importante relacionado con la producción de grano es la fecha de antesis. En climas semiáridos una floración tardía perjudica la cosecha final, ya que las altas temperaturas y escasez de agua acortan el desarrollo del grano, limitando la producción final (Puckridge, 1971; Marcellos y Single, 1972; Ramos et al., 1982). En estas condiciones, la siembra temprana favorece una mayor producción de grano siempre que las condiciones ambientales no limiten el desarrollo vegetativo (Thorne, 1974; Ramos et al., 1984).

2.7.- Exigencias del cultivo.

La cebada tiende un coeficiente de transpiración superior al del trigo, aunque por ser de ciclo más corto, la cantidad de agua requerida es algo menor. Las necesidades hídricas son superiores en el inicio del desarrollo que al final por lo que el riesgo de asurado es menos frecuente que en el trigo, resultando a la vez más resistente a la sequía.

Aunque los rendimientos son mejores en tierras fértiles, la cebada puede dar buenas producciones en suelos poco profundos y pedregosos si no le falta el agua al comienzo de su desarrollo. Tolera bien el exceso de salinidad en el suelo y altas proporciones de calcio, vegetando mejor en terrenos de pH elevado que en suelos ácidos. Las tierras arcillosas que drenan mal en invierno no son apropiadas porque le perjudican los suelos encharcadizos (Guerrero, 1984).

El ritmo de absorción de materias minerales en la cebada es muy elevado durante el período vegetativo, acumulándose un 50% del total de nitrógeno y fósforo en las siete primeras semanas, mientras que la absorción de potasio es mayor en estadíos posteriores (Saciragic, 1976; Lawlor et al. 1981). Más tarde va disminuyendo hasta llegar a anularse, habiéndose observado incluso, excreciones radiculares al final de la vegetación.

2.7.1.- Abonado fosfopotásico de fondo.

Las aportaciones de fósforo y potasio deben realizarse antes de la siembra, al llevar a cabo las labores de preparación del suelo, con el fin de que se mezclen bien con todo el espesor de la capa arable.

La absorción del P por la planta se halla ligada a la del N - (Mehrotra et al., 1967). Las necesidades quedan cubiertas con 70-100 kg/Ha de ácido fosfórico, dosis que deberán ser superiores en terrenos calcáreos en los que el P sufre una retrogradación pasando a formas no asimilables. Las exigencias de K se estiman que son cubiertas con 60-80 Kg/Ha de óxido de potasa (Gros, 1966; Clément -Grancourt y Prats, 1969).

2.7.2.- Fertilización nitrogenada.

2.7.2.1.- Efecto sobre la cosecha grano.

La cantidad aplicada de N suele ser el factor que generalmente establece el nivel de cosecha en la mayoría de los cultivos, debido a su - gran movilidad en el suelo y fácil absorción por la raíz (Viets, 1965; Ol-son et al., 1976). Sin embargo, las respuestas al N se hallan muy influenciadas por el nivel estacional, el cual está determinado por los factores ambientales (Engelstad y Terman, 1966).

Los ensayos con dosis crecientes de nitrógeno demuestran que - la curva de respuesta puede ser caracterizada por un tramo inicial recto - fuertemente ascendente, un punto de inflexión y una porción final donde la cosecha decrece gradualmente. El punto de inflexión varía para cada tipo - de cereales pero Sparrow (1979) indica que no puede ser utilizado un único modelo matemático, debido a la cantidad de factores que modifican la res-- puesta al fertilizante, pudiendo encontrarse a parte del modelo bilineal, re

laciones cuadráticas directas e inversas, cúbicas, etc.

La fertilización nitrogenada produce un aumento gradual en los siguientes parámetros:

- Número de espigas por unidad de superficie o por planta (Thorne y Watson, 1955; Leyshon et al., 1980; García del Moral et al., 1982, - 1984).

- Número de granos por espiga (Kirby y Jones, 1977; Dale y Wilson, 1978).

- Cosecha paja (Kivi y Hovinen, 1971; Gupta et al., 1976).

- Cosecha grano (Bullen y Lessells, 1957; Gately, 1968; Khali-fa, 1973; Peric, 1976; Bayles, 1977c).

- Contenido de proteínas en paja y grano (Dubetz y Wells, 1968; Kirby, 1968; Johnson et al., 1973; Chery, 1979; Jenkins et al., 1979).

Por el contrario, disminuye:

- La altura de la planta (Mangas-Martín y Sánchez de la Puente, 1979).

- El peso de los granos (Ayoub, 1974; Batey, 1976; Needham y Royd 1976; Bayles, 1977a).

- El cociente grano: paja (Widdowson y Penny, 1969; McNeal et al., 1971).

2.7.2.2.- Efecto sobre la calidad y cantidad de proteínas del grano.

En cebada al igual que en otros cereales que se destinan al consumo animal o humano, la cantidad y calidad de proteínas del grano cobra un relevante interés. Ambos caracteres están controlados genéticamente pero se encuentran también influenciados por factores del ambiente, tales como riqueza del suelo y práctica de cultivo, condiciones climáticas y aplicación de fertilizante. Giese et al., (1983) de acuerdo con la hipótesis de Faulks et al., (1981) observan que existen diferencias en la expresión de los genes que codifican las distintas fracciones proteicas - en el grano de cebada en función del estado de desarrollo de éste y de la

nutrición nitrogenada. Ya que todas las proteínas de la planta se forman desde el N absorbido por las raíces, su disponibilidad en el suelo desempeña un papel dominante en la cantidad de proteínas presentes en el grano. P y K no son incorporados a las proteínas vegetales, pero actúan en la síntesis proteica y pueden bajo ciertas circunstancias afectar a su cantidad y calidad (Andersen, 1977).

La magnitud del crecimiento vegetativo regula la cantidad de N absorbido, lo que a su vez determina la que puede emigrar al grano (Williams 1955; Kirby, 1968; García del Moral et al., 1984b); por este motivo la proteína presente en los órganos vegetativos se halla en relación con la almacenada en el grano (McNeal et al., 1971; Kolderup, 1979c; Recalde Martínez, 1981).

Las respuestas de la cosecha grano y su contenido proteico a la fertilización nitrogenada son complejas y a veces contradictorias.

En tierras muy pobres en N la primera respuesta a la fertilización es el aumento de cosecha si los factores ambientales son adecuados; pero al mismo tiempo se produce un efecto de dilución que disminuye la concentración proteica del grano (Andersen, 1977; Recalde Manrique, 1978).

Para dosis superiores de abonado nitrogenado, los dos factores se elevan hasta un cierto punto en el que el N absorbido se halla en exceso de las necesidades vegetativas y determina un aumento exclusivo de las proteínas mientras que la cosecha grano comienza un retroceso (Reisenauer y Dickson, 1961; Terman et al., 1969; Walker, 1975; Gately y McAleese 1976; Orphanos y Kentos, 1980).

Las proteínas de los cereales se han clasificado según sus propiedades de solubilidad en albúminas, globulinas, glutelinas y prolaminas. El contenido en prolamina es el que más incrementa en respuesta a la fertilización nitrogenada, mientras que las glutelinas permanecen casi constantes y la porción soluble en sal disminuye (Lalluka et al., 1982).

El elevado contenido de lisina en la proteína de variedades de cebada con alta producción puede compensar parcial pero no completamente su bajo contenido de proteína. Es decir, el contenido en lisina de la harina es mayor en las variedades que producen menos, pero la cosecha de lisina,

sin embargo, es superior en las variedades con mayor producción de grano -- (Torp, 1979).

Un alto porcentaje de proteínas en el grano, aunque beneficioso para las variedades destinadas a pienso, en las cebadas dedicadas a cervecaría hace disminuir su valor tecnológico ya que desplazan al almidón, - prolongan el proceso de malteado y disminuyen su rendimiento en extracto - por lo que la aplicación de fertilizantes debe estar bien equilibrada (Reisenauer y Dickson, 1961; Hunter, 1962; Kivi y Hovinen, 1971).

2.7.2.3.- Factores que modifican la respuesta al nitrógeno.

Numerosos factores pueden alterar la efectividad del nitrógeno suministrado; época de aplicación, tipo y dosis de fertilizante y características del suelo y clima. Estos factores no son independientes, por lo - que es posible aumentar la cosecha grano y su contenido proteínico conjugando el tiempo, dosis y tipo de fertilizante (Pendleton y Dungan, 1960; Rhode, 1963; Gately, 1968; Kirby, 1968; Kandra, 1971; Recalde Manrique, 1978; Kolderup, 1979c; Cregan y Van Berkum, 1984).

2.7.2.3.1.- Epoca de aplicación.

En general, se admiten tres épocas de aplicación: sementera, - cobertera temprana y cobertera tardía.

En las cebadas de primavera o de ciclo corto debido a la rapidez de crecimiento no es aconsejable realizar aportaciones fraccionadas. Sobre la cosecha final parece influir más la cantidad total de N que su escalonamiento (Gros, 1966; Clément-Grandcourt y Prats, 1969).

Es conveniente escindir la aplicación de N en sementera y cobertera temprana en las cebadas de invierno, puesto que la primera estimula la producción de grano y la segunda incrementa la cantidad de proteínas - (Kivi y Hovinen, 1971; Khalifa, 1973; Briggs, 1978). En las variedades destinadas a maltería se aconseja evitar las aplicaciones en estado avanzado de crecimiento por su efecto negativo en el rendimiento y calidad de la - malta (Hunter, 1962; Gately, 1968; Kivi y Hovinen, 1971; Briggs, 1978).

Las coberteras tardías incrementan el contenido en proteínas - del grano (Andersen, 1977; Chery, 1979; Torp, 1979; Orphanos y Krentos, - 1980) sin embargo, el N absorbido después de la emergencia de la espiga se incorpora en aminoácidos no esenciales (Chery, 1979) convertidos en su mayoría en prolaminas; presumiblemente porque el N tardío llega al grano cuando la síntesis y almacenamiento de albúminas, globulinas y glutelinas está casi finalizada (Winkler y Schön, 1980) a pesar de ello en zonas de escasa o nula precipitación durante la etapa de maduración las coberteras tardías no son eficaces puesto que la falta de agua impide la absorción del N suministrado en esta época (García del Moral, 1982).

2.7.2.3.2.- Tipo y dosis de fertilizantes.

Se han realizado numerosas investigaciones comparando los - efectos del amonio y los nitratos (Street y Sheat, 1958; Viest, 1965; Hewitt, 1970; Kirby y Hedges, 1970; Leyshon et al., 1980) así como los de la urea (Devine y Holmes, 1963; Widdowson y Penny, 1969; Alessi y Power, 1973; Khalifa, 1973; Feyter y Cossens, 1977) en la nutrición de los cereales.

Generalmente se admite que la respuesta a las distintas fuentes nitrogenadas puede variar con la especie, las condiciones del suelo, ambiente y otros factores; y que la diferencia preferencial en la absorción de - N-nítrico o amoniacal, depende de la edad y la morfología de la planta, - así como de los factores anteriormente mencionados (Hewitt, 1970).

En la práctica agrícola se aplican sales amónicas en sementera para aumentar el ahijamiento y nitratos en cobertera para favorecer el desarrollo de la espiga y aumentar el contenido proteínico del grano. Las - aplicaciones de urea foliar no parecen aumentar el total de materia seca - por planta (cosecha biológica), pero sí contribuyen a incrementar la actividad fotosintética durante el período de formación de la espiga (Porter et al., 1950) y a prolongar la vida funcional de las hojas (Thorne y Watson, 1955).

El nitrógeno en la cebada es un factor de rendimiento, pero en menor grado que en el trigo; por lo que las dosis a emplear serán menores, ya que pueden producirse fenómenos de encamado. Además los órganos vegetativos (paja) aprovechan mejor que el grano las aportaciones nitrogenadas y el

aumento de éstas no siempre se traduce en una mayor rentabilidad de la cosecha.

Las dosis aconsejables están comprendidas entre 20 y 60 kg/Ha dependiendo del tipo de suelo y de la variedad, pudiéndose alcanzar los 80-100 Kg/Ha en las variedades de paja corta resistentes al encamado (Gros, 1966; Clément-GrandCourt y Prats, 1969).

2.7.2.3.3.- Factores ambientales.

El efecto de la fertilización nitrogenada está muy influenciado por las condiciones locales del ambiente y en particular por el suministro de agua (Scarbook, 1965; Kirby, 1968, 1969; Kivi y Hovinen, 1971; Feyer et al., 1977).

La irrigación durante el período vegetativo estimula la acción del N sobre el número de espigas, pero disminuye el peso de los granos al establecerse fenómenos de competencia (Kirby, 1968). Sin embargo, cuando el aporte se realiza tras la emergencia de la espiga, aunque se deprime el porcentaje de proteínas, mejora el llenado de los granos en experimentos con distintos niveles de fertilización nitrogenada (Kirby, 1968; Bayles, 1977c; Jenkins et al., 1979).

La temperatura modifica el contenido y composición de las proteínas del grano de manera distinta según el estadio de crecimiento (Thorne et al., 1968; Warrigton et al., 1977; Kolderup, 1979a, 1979b). Así, el porcentaje de N aumenta con la temperatura fundamentalmente en el espigado, mientras que la cosecha de N se incrementa con las bajas temperaturas en la fase vegetativa (Kandera, 1971; Kolderup, 1979c).

Las distintas formas de aplicación de los fertilizantes nitrogenados también influyen en el efecto de éstos sobre la producción; en años de lluvia abundante y bien distribuída la aplicación del abonado en profundidad o en solución parece dar los mejores resultados, mientras que en años de escasa precipitación la primera forma superó a la segunda y a la aplicación superficial. Así mismo la aplicación del fertilizante en profundidad mejoró en todos los casos la eficiencia en la utilización del agua disponible (Mahey y Cheema, 1984).

2.7.3.- El azufre en la fisiología del los vegetales.

2.7.3.1.- Necesidades de azufre en las plantas.

Las plantas presentan unas necesidades de azufre para su crecimiento aproximadamente iguales a las de P (Reisenauer et al., 1973 cit. - Martel y Zizka, 1977) y generalmente ligadas a las disponibilidades de N - (Reisenauer y Dickson, 1961).

El azufre absorbido por la planta puede proceder de las reservas del suelo, de los fertilizantes, del SO_2 atmosférico o del disuelto en el agua de lluvia.

En el suelo el S mineral aparece principalmente en forma de SO_4Ca , bastante soluble (1-2%), por lo que resulta fácilmente asimilable - aunque también se pierde fácilmente por lixiviación. Por esta razón el ión sulfato se acumula especialmente en el subsuelo, sobre todo en épocas de riego o precipitación, y el mejor medio de enriquecer la capa arable en este elemento es el empleo de abonos orgánicos (Baeyens, 1970). La disponibilidad del S orgánico depende de la mineralización microbiana que a su vez varía según las condiciones de humedad, temperatura, contenido en humus, - textura, aireación y pH del suelo.

Desde la atmósfera el S penetra en la planta a través de los estomas en forma de SO_2 (Thomas, 1958; Treshow, 1970; Rowlatt et al., 1978; Fowler y Unsworth, 1979). La velocidad de deposición de SO_2 en la superficie foliar parece depender del pH y grado de hidratación de ésta, así como de las condiciones atmosféricas que la rodean. Según Fowler y Unsworth (1979) la afinidad superficial por el SO_2 puede multiplicarse por cinco en cortos períodos de tiempo. Cuando las hojas se humedecen por el rocío, la velocidad de absorción de este gas depende únicamente de la concentración atmosférica y de la resistencia aerodinámica. Dado que ésta decae bajo condiciones de humedad el flujo de este gas incrementa durante los períodos de precipitación e inmediatamente después. La solubilidad del SO_2 en agua disminuye marcadamente para valores de pH inferiores a 3,5. El agua de la superficie foliar se acidifica progresivamente al disolver el dióxido de S, sin embargo, la posterior oxidación del S^{-6} a S^{-4} (facilitada quizás por catalizadores como Fe y Mn contaminantes superficiales), hace que la capa húme

da no llegue a ser muy ácida por lo que mantiene su capacidad de sumidero para el SO_2 atmosférico (Rowlatt et al., 1978). El S absorbido vía estomática puede llegar a representar hasta un 30% del contenido en este elemento en el momento de la recolección del cultivo.

En zonas de elevada contaminación ambiental los niveles de SO_2 en el aire pueden resultar tóxicos llegando a producir la muerte de comunidades vegetales enteras (Treshow, 1970). Los efectos tóxicos de este gas dependen de los niveles de concentración que alcance la atmósfera y de la variedad de que se trate. La cebada se encuentra entre las plantas más sensibles al SO_2 (Thomas et al., 1950).

Los requerimientos de S en los cereales son bastantes reducidos (entre 15 y 25 Kg/Ha según diversos autores) en comparación con los de otros cultivos por lo que no suelen aparecer síntomas de deficiencia. Sin embargo, presenta un "período crítico" en el que las necesidades aumentan considerablemente. Esto se produce en el momento en que la actividad microbiana, debido a las temperaturas invernales, no es muy elevada de forma que la mineralización y por tanto las disponibilidades de $\text{SO}_4^{=}$ para la planta son escasas (Coïc, 1961). Así, la nutrición puede ser insuficiente en una determinada etapa y excedente en el período inmediatamente anterior o posterior a ella (Coïc, 1961).

En cebada el período crítico para el S parece producirse poco antes del espigado. La carencia produce clorosis, delgadez en los tallos y raíces y disminución en la cosecha grano y paja (Gupta y Veinot, 1974). Durante este período las disponibilidades de S deben ser elevadas si se desea alcanzar un óptimo desarrollo del cultivo.

En general, los fertilizantes clásicos (sulfatos y nitrosulfatos) aportan cantidades de S suficientes para cubrir los requerimientos de las plantas, por lo que no suelen presentarse carencias nutritivas en este elemento excepto en suelos muy básicos o ambientes muy lluviosos.

2.7.3.2.- Funciones del azufre y efectos de la fertilización azufrada.

El azufre presenta en la planta una función típicamente plástica, ya que forma parte de los aminoácidos cistina, cisteína y metionina en

una proporción considerable. Además es un elemento esencial del coenzima A y de otros compuestos de menor importancia. En su ausencia, la síntesis proteica se detiene y disminuye la absorción de nitratos debido a la acumulación de moléculas solubles de N procedentes de la proteólisis interna (Baeyens, 1970). Por tanto el S representa un factor limitante para el desarrollo de la planta cualquiera que sea la cantidad del resto de los elementos presentes (Nason y McElroy, 1963; Thompson, 1967; Gauch, 1972).

El equilibrio S:N debe ser respetado en todo momento a lo largo del ciclo vegetativo de la planta, sobre todo en cereales y plantas forrajeras en las que el depósito de proteínas tiene una gran significación. Por otra parte el ión sulfato es almacenado más fácilmente que el nitrato y participa más activamente en el equilibrio aniones/cationes dentro de la planta (Coïc, 1961; Manuel Arrando, 1973).

Según Steward y Porter (1969) para que se produzca una proteosíntesis óptima se requiere una parte de S por cada 12-15 de N; encontrando que en varias especies de cereales la calidad y cantidad de la cosecha disminuyen en caso de deficiencia en la nutrición azufrada. La eficiencia en la absorción del N se ve incrementada por la adición de S observándose que la aplicación conjunta produce un efecto positivo en el contenido de aminoácidos azufrados de la cebada (Reisenauer y Dickson, 1961). Para niveles bajos de abonado nitrogenado la administración de S aumenta el contenido en metionina y cistina en el grano, lo que sugiere que dicha fertilización puede mejorar su calidad nutritiva (Eppendorfer, 1968). Por otra parte, Coïc et al., (1963), observan que déficits de S pueden alterar las proporciones de metionina y cistina a favor del primero aún en condiciones óptimas de aporte nitrogenado. Ello origina diferencias en los porcentajes de las distintas fracciones proteicas del grano.

Las aplicaciones de fertilización azufrada sólo producen incrementos de cosecha cuando van acompañadas de un nivel apropiado de N (Rabuffetti y Kamprath, 1977; Spencer y Freney, 1980). En estos casos incrementan las actividades enzimáticas aunque no modifican la calidad del grano y la cosecha proteica final (Rabuffetti y Kramprath, 1977).

2.7.3.3.- Distribución del azufre en la planta.

Mediante el uso de S radioactivo y técnicas de análisis fraccionado Thomas et al., (1944), estudiaron el metabolismo de este elemento en cebada, trigo y otras plantas. El S radioactivo, ^{35}S , añadido como sulfato a la solución nutritiva fué absorbido rápidamente y transformado en compuestos orgánicos en las hojas analizadas, duplicándose la concentración de azufre total a los ocho días de tratamiento. Posteriormente disminuyó debido al empobrecimiento del medio y a la dilución por efecto del crecimiento de la planta. Durante todo el desarrollo las cantidades de sulfato marcado en la hoja se mantuvieron en bajos niveles mientras que los incrementos en las fracciones de S orgánico, insoluble, soluble en ácido (metionina) y lábil (cistina), fueron semejantes, aunque la fracción insoluble disminuyó más despacio que las otras dos con el desarrollo de la planta. La incorporación de dióxido de S marcado por vía foliar parece sufrir una rápida conversión a las tres fracciones de S orgánico antes mencionadas, no pudiéndose registrar prácticamente sulfato marcado alguno en las hojas, ni siquiera en el primer análisis después del tratamiento. Por tanto, no existieron diferencias significativas entre las tres fracciones de S orgánico consideradas. Sin embargo, este mismo autor señala que las proporciones relativas de las formas orgánicas de S dependen de la actividad fisiológica de los tejidos estudiados.

Hasta el inicio de la floración las hojas son los órganos más ricos en S (Freney et al., 1978) localizándose en un 70% aproximadamente en los cloroplastos, lo que permite explicar su papel fundamental en la fotosíntesis (Thompson, 1967). A partir de la floración y durante el desarrollo del período de maduración gran parte del S emigra a las semillas (Coïc 1961).

En la recolección casi todo el S (60-90%) de la planta se encuentra en los granos, incorporado fundamentalmente a cistina y metionina (40%) y localizado en el embrión y capas periféricas del endospermo (Thomas et al., 1944).

2.7.3.4.- El azufre por vía foliar.

Tradicionalmente el azufre se ha venido utilizando como desinfectante y fungicida en la práctica agrícola. Sin embargo, su utilización por vía foliar puede causar alteraciones en el metabolismo vegetal si se aplica en determinados momentos del desarrollo, como ha sido puesto de manifiesto en trabajos recientes (Manuel Arrando et al., 1976; Recalde Manrique y Recalde Martínez, 1979; García del Moral et al., 1982b). El azufre es atacado en el aire para dar principalmente SO_2 y en menor medida SH_2 . Este SO_2 penetra por los estomas y es rápidamente metabolizado e incorporado a proteínas como se demuestra con ^{35}S (Turrel y Weber, 1955; Thomas, 1958; Treshow, 1970).

A pesar de que las plantas pueden ser dañadas por altas concentraciones de SO_2 en el aire, parece existir un nivel umbral por debajo del cual este gas no produce efectos negativos sobre el metabolismo vegetal (Lockyer et al., 1976; Cowling y Lockyer, 1978). Este nivel umbral depende de la especie considerada, de su estadio de desarrollo y de las condiciones ambientales que concurren en la aplicación del SO_2 (Cowling et al., 1973). Los daños producidos por el SO_2 han sido muy estudiados al ser un contaminante ambiental muy frecuente por proceder de las emanaciones gaseosas de numerosas industrias. Sin embargo, se ha prestado muy poca atención a sus efectos en condiciones de concentración no perjudiciales. No obstante, se ha observado que la tasa fotosintética medida como absorción de CO_2 , aumenta como consecuencia de la exposición de plantas a atmósferas de $486 \mu\text{g}$ de $\text{SO}_2 \cdot \text{m}^{-3}$ durante 66 h. y que la cosecha en peso seco de cultivos herbáceos se eleva por la aplicación de $20-100 \mu\text{g}$ de $\text{SO}_2 \cdot \text{m}^{-3}$ a través de un incremento en el número de tallos hijos (Lockyer et al., 1976; Cowling y Lockyer, 1978).

El SO_2 absorbido a través de los estomas es incorporado a las fracciones de S orgánico dentro de la planta favoreciendo el contenido en aminoácidos azufrados, cistina y metionina (Thomas et al., 1944; Thomas, 1958). El aumento de metionina podría incrementar la biosíntesis de etileno, dado su papel como precursor en este proceso (Peiser y Yang, 1979; Recalde Manrique y Díaz Miguel, 1981). La elevación de los niveles endógenos de etileno sería, según esta hipótesis, la responsable de las alteraciones en

el crecimiento y desarrollo de las plantas provocadas por la aplicación de acufre por vía foliar (Recalde Manrique y Recalde Martínez, 1979; García del Moral et al., 1982b).

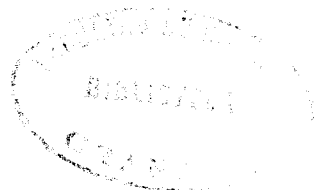
Como respuesta al tratamiento foliar con azufre elemental se han observado incrementos en el número de hojas en cebada (Recalde Manrique y Díaz Miguel, 1981) y en la cosecha de algunos cultivos, debido principalmente a un mayor número de frutos por inflorescencia (Turrel y Weber, 1955; Recalde Martínez y Martín, 1968, Lluch Pla et al., 1976; Manuel Arrando et al., 1976; Recalde Manrique y Gómez Ortega, 1979a, 1979b). En cultivos de cebada en campo, García del Moral et al., (1982b) han observado que la aplicación de S elemental al final del período de ahijamiento eleva la producción de grano cuando va acompañada de dosis relativamente bajas de fertilizantes nitrogenados. El efecto del azufre fué paralelo al del N aumentando el número de espigas por planta.

2.8.- El Ethrel por vía foliar.

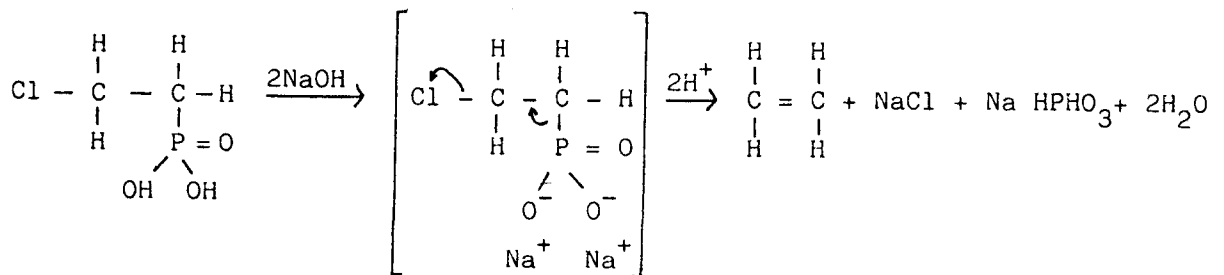
Las sustancias denominadas corrientemente "reguladores del crecimiento", tales como las fitohormonas y sus análogos, además de otras sustancias naturales o sintéticas, han suscitado notable interés en la investigación agrícola debido al elevado número de respuestas que su aplicación provoca sobre la fisiología de los vegetales. Distintas variedades e incluso distintos órganos dentro de una planta, responden de diferente manera frente al mismo regulador, en función de las condiciones ambientales, edad y estado metabólico, hormonal y nutritivo.

Entre estos productos, el ácido 2-cloroetil fosfónico, Ethrel o Etephón ha recibido gran atención recientemente, tanto desde el punto de vista científico como práctico, por las numerosas respuestas que induce en las plantas al ser un eficiente productor de etileno (Warner y Leopold, 1969; Nickell, 1978).

El Ethrel, derivado fosfórico del tipo fosfonato, es un sólido muy higroscópico con un punto de fusión de 74-75°C, muy soluble en agua y disolventes polares y ligeramente soluble en los no polares (Barbera, 1971). Sintetizado por Kabachnik y Rossiskaya en 1946, sus acciones no han sido estudiadas hasta la década de los 60.



Según Warner y Leopold (1969) el Ethrel o CEPA (2-chloroethylphosphonic Acid) es atacado en presencia de una base produciendo etileno - mediante una reacción de segundo orden que origina al mismo tiempo un fosfato y un cloruro. Estos autores sugieren que el grupo fosfórico se separaría como una sal y seguidamente se produciría una dehidroalogenación. Los grupos hidroxilos del fosfónico podrían ser disociados en el medio básico originando una fuerte carga negativa, el enlace entre el grupo fosfato y el carbono se rompería donando un electrón al doble enlace del alqueno, y el cloruro sería eliminado como proponen en la siguiente secuencia:



El pH mínimo al que Warner y Leopold (1961) detectan conversión de CEPA en etileno es de 5; por lo que tejidos vegetales de distinta acidez presentarían diferentes capacidades para la hidrólisis del Ethrel. El Ethrel - es tomado por las plantas como un ácido alifático y fraccionado posteriormente bajo el pH citoplasmático, desprende etileno que sería el responsable de los efectos observados sobre el crecimiento (Nickell, 1978; Recalde Manrique y Recalde Martínez, 1979). El desprendimiento de etileno no es súbito - sino gradual, lo cual permite mantener un nivel efectivo dentro de la planta a lo largo de los días en que se produce su acción (Tolbert, 1960; Barbera, 1971).

La acción del etileno resulta compleja, puesto que afecta a numerosos procesos de la fisiología de los vegetales. Según Lieberman y Kuni shi (1970) esta hormona actúa como efector secundario y modulador de un grupo de hormonas promotoras del crecimiento: auxinas, giberelinas y citoquininas. La concentración de estas tres hormonas en los tejidos y la interacción de sus efectos podría conducir a incrementos excesivos del crecimiento, pero el etileno resulta simultáneamente estimulado por los niveles de citoquininas y auxinas. El efecto antagónico e inhibidor del etileno -

junto con su acción represora en la síntesis o transporte de las auxinas - (Morgan y Gausman, 1966) restauraría el crecimiento a sus niveles normales. Respecto a las giberelinas, no estimulan la producción de etileno pero antagonizan su acción y se ha sugerido que el etileno formado por la inducción de auxinas y citoquininas, sería fisiológicamente equilibrado por la acción de las giberelinas (Tolbert, 1960).

Muchas respuestas han sido observadas por la aplicación de Ethrel a las plantas. Entre otras, adelanto de la maduración en varios cultivos (Russo et al., 1968; Nickell, 1978), inducción de la floración y excisión de los frutos (Lieberman, 1979), esterilidad masculina en el trigo (Rowell y Miller, 1971; Bennett y Hughes, 1972; Stoskopf y Law, 1972; Law y Stoskopf, 1973) y reducción de la longitud de los tallos en los cereales (Tolbert, 1960; Law y Stoskopf, 1973; Nickell, 1978; Dahnous et al., 1982).

El Ethrel ha sido utilizado en los cereales principalmente para disminuir la longitud de los tallos e incrementar su grosor, lo que permite incrementar la cantidad de fertilizante nitrogenado sin peligro de encamado (Tolbert, 1960; Murray y Dickson, 1970; Brown y Early, 1973; Dahnous et al., 1982). Al parecer, su aplicación incrementa la competitividad de los tallos hijos que crecen casi tan rápidamente como el tallo principal, aumentando su supervivencia y por tanto el número final de espigas por planta (Tolbert, 1960; Law y Stoskopf, 1973). Por otra parte Recalde Manrique y Recalde Martínez (1979) observan que el Ethrel incrementa el número de granos por espiga y el peso medio del grano en el trigo, obteniendo un aumento considerable de la cosecha.

En todos los casos la acción del Ethrel ha sido explicada en base a la elevación de los niveles endógenos de etileno en las plantas, lo que viene apoyado por el hecho de que la aplicación de giberelinas exógenas (antagonistas del etileno) revierta los efectos de la aplicación de Ethrel (Tolbert, 1960).

3. METODOS Y TECNICAS EXPERIMENTALES

3.- Métodos y Técnicas Experimentales.

3.1.- Localización de las parcelas.

Los ensayos han sido realizados en tres zonas distintas de la provincia de Granada. En la campaña agrícola 1981-82 el campo de experimentación se hallaba en el término municipal de Alhendín colindante con la carretera de Granada a Motril; en 1982-83 la zona escogida pertenecía al área de Valderrubio mientras que el ensayo de 1983-84 fué realizado dentro del término municipal de Albolote. La ubicación exacta de las parcelas puede observarse en el Mapa 1.

3.2.- Análisis y tipo de suelo.

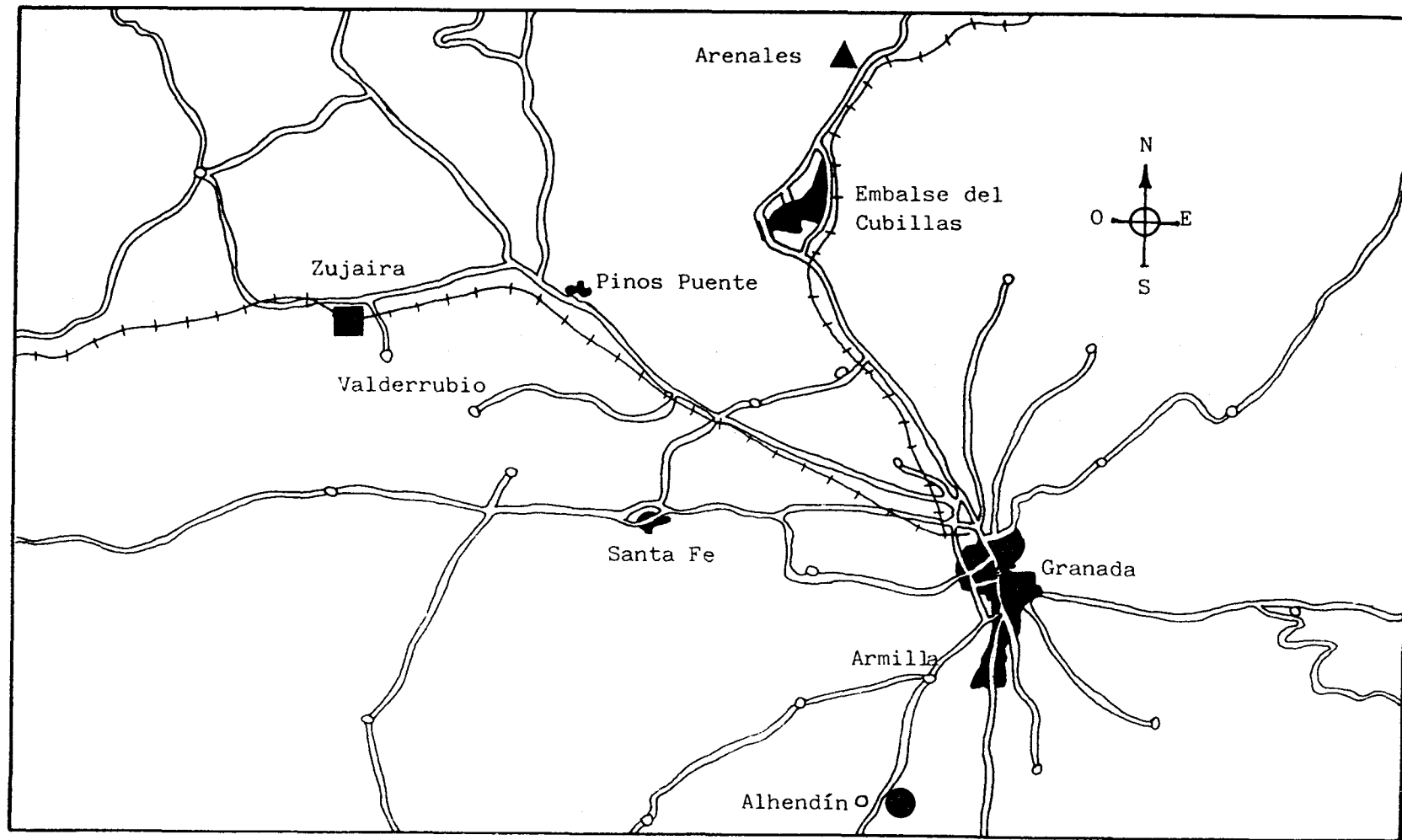
Según la clasificación de la FAO el suelo de la primera campaña pertenece al tipo de pluvisoles cálcáreos. Se trata de suelos desarrollados sobre materiales típicamente aluviales constituidos por arenas, conglomerados arcillas y limos, poco o nada consolidados. Son suelos profundos, poco diferenciados y con un contenido medio-bajo en materia orgánica. De estructura franco-limosa poseen fases más gruesas en ocasiones y contenido variable en carbonatos.

Los suelos del segundo y tercer año de estudio pertenecen al tipo cambisoles cálcicos sobre costra caliza, caracterizándose por presentar perfil A-B-C. Con una profundidad media de 40 a 100 cm. y textura de limo arcillo-arenosa, poseen valores medios de contenido en materia orgánica y generalmente son ricos en carbonato cálcico que puede aparecer en forma de nódulos cálizos o separaciones pulverulentas por debajo del horizonte B (Perez Pujalte y Prieto Fernandez, 1980).

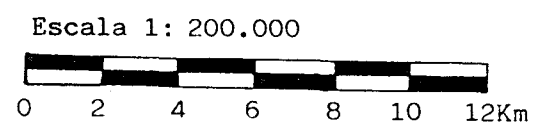
Los resultados del análisis de suelos correspondientes a los tres años de estudio se han recogido en el Cuadro 1.

3.3.- Características del cultivo.

En las tres campañas agrícolas se utilizó la variedad Pallas de dos carreras (Hordeum distichon L.). Fué escogida de un grupo de seis cebadas ensayadas en tres años de trabajos anteriores, por su alto rendimiento y bajo riesgo al encamado (García del Moral, 1982). Aunque es una variedad de Primavera, en Andalucía se utiliza como cebada de ciclo largo o de invierno ya que las siembras tardías desplazan el desarrollo de las plantas hacia la época en



- 1981-82
- 1982-83
- ▲ 1983-84



Mapa 1: Localización de los campos de ensayo dentro de la provincia de Granada.

Cuadro 1.- Composición granulométrica y análisis químico de los suelos.

ENSAYO	1982	1983	1984
Arena %	50,3	11,4	24,6
Limo %	39,0	52,0	41,4
Arcilla %	10,1	36,0	33,4
Clasificación	Franco	Franco-Arcillo- sa-Limosa	Franco- Arcillosa
pH en agua	7,6	7,5	8,6
Materia orgánica %	1,54	2,02	1,82
N total %	0,116	0,085	0,122
P asimilable ppm	17	10	22
K asimilable ppm	78	282	310
Caliza activa %	5,12	18,18	16,06
Carbonato %	11,9	58,4	34,4

que hay menos precipitaciones y cuando las altas temperaturas producen una mayor evapotranspiración sobre el cultivo. Por ello se recomienda que la siem - bra se efectue antes de que comience el periodo habitual de heladas (Civantos 1980).

Pallas fué producida por mutación de Bonus con Rayos-X en la Breed -Swedish Corporation, Svalof, Suecia en 1961. De tipo semiprecoz es muy resis - tente al encamado y presenta un nivel de ahijamiento aceptable. Responde bien en terrenos fértiles dando altos rendimientos y grano con buena disposición - para maltería.

Sus caracteres distintivos son los siguientes (Aufhammer et al., 1968) :

La espiga, de dos carreras, presenta densidad media a densa y longitud por debajo de la media; aristas tan largas como la espiga y espiguillas estériles en línea recta o poco divergentes con ápices más o menos redondea - dos. Lodículas grandes y lema con base biselada. El primer segmento del - raquis es de longitud media o corta y moderadamente curvo; el resto de los segmentos, bastante cortos y con escasa pubescencia en los márgenes.

El grano es rómbico, de tamaño medio y de color amarillo grisáceo, más oscuro sobre el embrión. Los nervios presentan poca o ninguna pigmentación en la madurez y el surco ventral es glabro.

Antes del encañado el crecimiento de la planta es semierecto, las hojas son de longitud y anchura media presentando una coloración no -- muy intensa. Las vainas foliares glabras, están poco pigmentadas en -- las hojas más bajas. Aurículas pigmentadas. Extremos de las aristas débilmente coloreados. La planta en el espigado es escasamente glauca y de paja poco alta. El collar corto permite la movilidad de la espiga madura.

En la Fotografía 8 puede observarse una planta de cebada de la -- variedad Pallas en el estadio Fenológico 7, en el campo.



Fotografía 8.- Planta de cebada, Var. Pallas, en el estadio fenológico 7: Encañado.

En el año 1982 la siembra se realizó el día 20 de Noviembre y el 17 de Diciembre en los ensayos de 1981 y 1983. En los tres años se cultivó en llano y bajo condiciones de secano utilizándose 120 kg de semillas por hectárea, cantidad normalmente utilizada en la zona.

El abonado de fondo se realizó el mismo día de la siembra. Estuvo compuesto por la aplicación de 60 kg de K_2O /Ha en forma de Sulfato de potasio del 50%; 80 kg de P_2O_5 /Ha en forma de Superfosfato de cal del 18% y las cantidades de N en forma de Sulfato amónico del 21% correspondientes a cada diseño y tratamiento (Cuadro 2).

Los tratamientos de cobertera se efectuaron cuando las plantas se encontraban a principios o mediados de ahijado, oscilando las fechas según la climatología anual, entre el 2 de Marzo y el 10 de Abril. Como abono nitrogenado se utilizó Nitrosulfato amónico del 26%. Las aplicaciones de Azufre foliar se realizaron usando Azufre mojable Bayer con una riqueza del 80% y un tamaño de partícula de 20-30 μ . El polvo azufrado se disolvió en agua a la que se añadió una pequeña cantidad de mojante para facilitar la retención del líquido por la superficie vegetal. En los ensayos de 1982-83 y 1983-84 los tratamientos de Ethrel se hicieron usando Ethrel 48 con una riqueza en Ethephón (ácido 2-cloro-etil-fosfónico) del 48%. Las parcelas con aplicación foliar recibieron una dosis de 0,55 kg/Ha, preparada por disolución en agua a la que también se añadió mojante y KOH para rectificar el pH a 4-5 que es el recomendado para una óptima transformación del Ethephón en Ethrel (Warner y Leopold, 1969; Barbera, 1971).

La recolección se efectuó entre finales de Junio y principios de Julio con pequeñas variaciones en función del año.

La forma, dosis y épocas de aplicación de los fertilizantes se recogen en el Cuadro 2.

Cuadro 2.- Dosis (kg/Ha) y épocas de aplicación de los fertilizantes en los tres años de estudio.

FERTILIZANTE		1981-82	1982-83	1983-84
S E M E N T E R A	Superfosfato de cal 18%, P_2O_5	80	80	80
	Sulfato de potasa 50%, K_2O	60	60	60
	Sulfato amónico 21%, N	NS ₁ 20	N ₁ 20	N ₁ 10
		NS ₂ 40	N ₂ 30	N ₂ 30
			N ₃ 40	N ₃ 20
				N ₄ 50
			N ₅ 30	
A H I J A D O	Nitrosulfato amónico 26%, N	NA ₁ 20	N ₁ 20	N ₁ 30
		NA ₂ 40	N ₂ 30	N ₂ 10
			N ₃ 40	N ₃ 20
				N ₄ 30
				N ₅ 50
			N ₆ 40	
O	Azufre elemental 80%, S	S ₁ 12,5	Sa 12,5	Sa 12,5
		S ₂ 25,0		
	Ethrel 48%, E		E 0,55	E 0,55

3.3.1.- Ensayo 1981-82.

Los principales objetivos de estacampaña fueron:

1.- Estudiar la acción del abonado nitrogenado a distintos niveles, suministrado en sementera y cobertera temprana sobre el desarrollo del cultivo y la producción final de grano.

2.- Analizar el efecto de la aplicación de diversas dosis de azufre elemental por vía foliar en cobertera temprana, sobre la cosecha y sus parámetros determinantes.

El diseño empleado fué un doble factorial tres por tres (dos niveles de nitrógeno en sementera, tres en ahijado y tres dosis de azufre) con dos repeticiones:

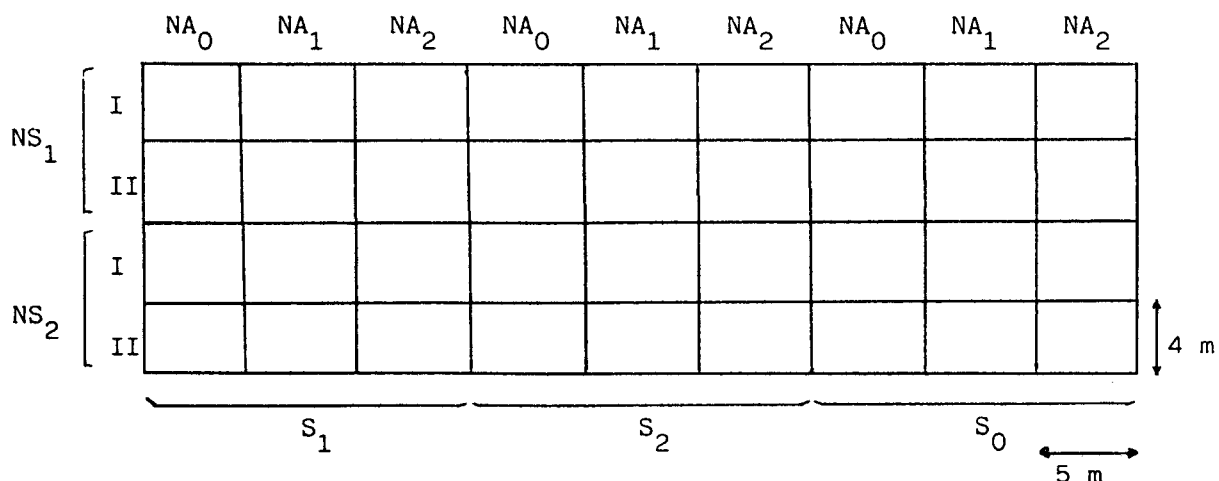
- Se usaron dos niveles de nitrógeno en sementera (Sulfato amónico, 21%), NS₁ con 20 kg/Ha y NS₂ con 40 kg/Ha.

- Dos dosis de nitrógeno en ahijado (Nitrosulfato amónico, 26%), NA₁ con 20 kg/Ha y NA₂ con 40 kg/Ha, dejando un tercer bloque NA₀ sin aporte nitrogenado.

- Dos dosis de azufre elemental aplicado por vía foliar (Azufre mojable Bayer, 80%), S₁ con 12,5 kg/Ha y S₂ con 25,0 kg/Ha. Los tratamientos S₀ no recibieron aplicación de azufre quedando como testigos.

El campo de experimentación midió 1007 m² y fué dividido en 36 parcelas de 20 m², separadas por caminos de 1 m de ancho. En la Figura 3 se recoge la disposición de parcelas y tratamientos en el campo.

Figura 3.- Ensayo-1982. Disposición de las parcelas y tratamientos en el campo. Superficie total 1012 m². Parcelas de 20 m².



3.3.2.- Ensayo 1982-83 .

Este ensayo estuvo dirigido fundamentalmente a:

1.- Conocer las acciones y mecanismos causales de tres niveles de fertilización nitrogenada aplicados en sementera y mitad de ahijado sobre la cosecha y sus componentes.

2.- Comparar los efectos sobre la producción del suministro de azufre y ethrel por vía foliar en cobertera temprana.

El diseño experimental consistió en un factorial tres por tres con cuatro repeticiones y bloques al azar:

- Se ensayaron tres niveles de nitrógeno total 40,60 y 80 kg/Ha repartidos en partes iguales entre sementera (Sulfato amónico, 21%) y ahijado (Nitrosulfato amónico, 26%): N₁ con 20+20 kg/Ha; N₂ con 30+30 kg/Ha y -- N₃ con 40+40 kg/Ha.

- La aplicación de azufre por vía foliar, Sa, con 12,5 kg/Ha -- (Azufre elemental Bayer, 80%) fué comparada con la aplicación de Ethrel también por vía foliar, E, con 0,55 kg/Ha (Ethephón, 48%) y con un bloque testigo So o Eo.

El tamaño de parcela fué aumentado a 100 m² con objeto de disminuir la posibilidad de error. Un total de 36 parcelas separadas por pasillos de 1 m de ancho ocuparon una superficie total de 3324 m². Su disposición en el campo así como la de los tratamientos se detalla en la Figura 4.

Figura 4.- Ensayo 1982-83. Disposición de parcelas y tratamientos en el campo. Superficie total 3324 m². Parcelas de 100 m².

I	N ₃ E	N ₃ So	N ₁ E	N ₂ So	N ₁ Sa	N ₂ Sa	N ₂ E	N ₁ So	N ₃ Sa
II	N ₂ E	N ₂ Sa	N ₃ E	N ₁ E	N ₁ Sa	N ₃ Sa	N ₃ So	N ₁ So	N ₂ So
III	N ₁ E	N ₁ Sa	N ₃ Sa	N ₂ E	N ₃ So	N ₂ Sa	N ₂ So	N ₁ So	N ₃ E
IV	N ₃ So	N ₁ Sa	N ₁ So	N ₂ Sa	N ₂ E	N ₃ Sa	N ₂ So	N ₁ E	N ₃ E

3.3.3.- Ensayo 1983-84.

Los objetivos de la presente campaña se pueden resumir en:

1.- Estudiar la acción sobre la cosecha y parámetros de dos niveles de nitrógeno total, divididos en distintas proporciones entre sementera y ahijado.

2.- Ensayar de nuevo la aplicación de azufre y ethrel por vía foliar, comparando sus efectos sobre cosecha con los obtenidos en la campaña anterior.

El diseño experimental se ajustó al modelo de bloques al azar con tres bloques (S, E y testigo), seis tratamientos (niveles de N) y dos repeticiones:

- Los niveles de N total empleados fueron de 40 y 80 kg/Ha, repartidos en tres combinaciones distintas entre sementera (Sulfato amónico, 21%) y ahijado (Nitrosulfato amónico, 26%) resultando los seis tratamientos nitrogenados siguientes:

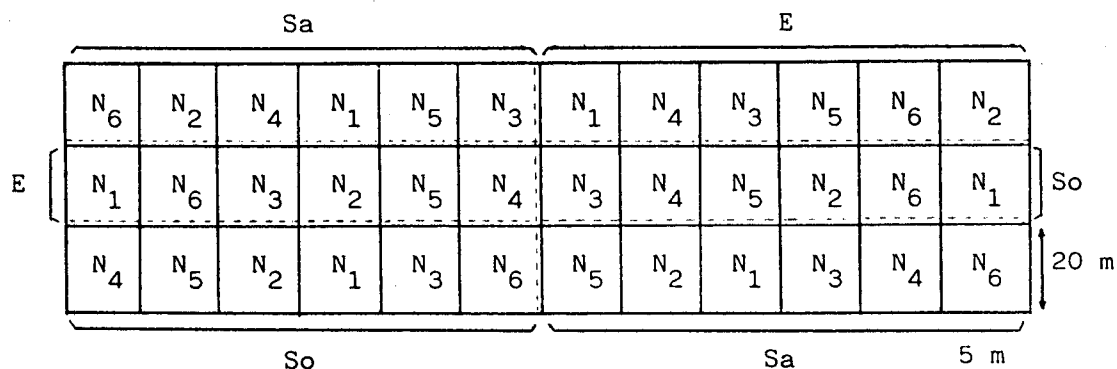
Con 40 kg/Ha: N₁(10+30 kg/Ha), N₂(30+10 kg/Ha), N₃(20+20 kg/Ha)

Con 80 kg/Ha: N₄(50+30 kg/Ha), N₅(30+50 kg/Ha), N₆(40+40 kg/Ha)

- Al igual que en el ensayo 1982-83, la aplicación de azufre - por vía foliar Sa con 12,5 kg/Ha (Azufre elemental Bayer, 80%); fué comparada con la de Ethrel de 0,55 kg/Ha (Ethrel, 48%) y su testigo So ó Eo.

La superficie total de 4402 m² fué dividida en 36 parcelas de 100 m² separadas por pasillos de 1 m de ancho. Su disposición en el campo así como la de los tratamientos se indica en la Figura 5.

Figura 5.- Ensayo 1983-84. Disposición de parcelas y tratamientos en el campo. Superficie total de 4402 m². Parcelas de 100 m².



3.4.- Determinaciones experimentales.

El análisis del crecimiento del cultivo y estudio de las relaciones entre el aparato asimilador y la producción de materia seca, se ha realizado mediante la recogida de muestras a lo largo de todo el desarrollo de las plantas.

3.4.1.- Procedimiento en el campo.

El tamaño de muestra así como el intervalo de tiempo entre dos recogidas consecutivas han variado según las condiciones climáticas de cada año pero siempre se han obtenido datos en los estadios fenológicos más importantes del desarrollo del cultivo. En el Cuadro 3 se detallan las fechas de muestreo y los estadios de desarrollo a que corresponden.

Cuadro 3.- Fechas de recogida de muestras en los tres años de estudio y estadio fenológico a que corresponden.

CAMPAÑA	MUESTREO	FECHA	ESTADIO DE DESARROLLO
1981-82	1	2-III-1982	3-4 : Ahijado
	2	12-IV-1982	8-9 : Encañado
	3	26-IV-1982	10-10.2 : Antesis
	4	17-V-1982	11.1 : Grano lechoso
	5	23-VI-1982	11.4 : Maduración para recogida
1982-83	1	3-III-1983	3-4 : Ahijado
	2	17-III-1983	5-6 : Final de ahijado
	3	5-IV-1983	8-9 : Encañado
	4	19-IV-1983	10-10.2 : Antesis
	5	2-V-1983	11.1 : Grano lechoso
	6	16-V-1983	11.2 : Grano harinoso
	7	17-VI-1983	11.4 : Maduración para recogida
1983-84	1	28-III-1984	1-3 : Estadio de tres hojas
	2	10-IV-1984	4-6 : Ahijado
	3	25-IV-1984	7-9 : Encañado
	4	9-V-1984	10-10.2 : Antesis
	5	23-V-1984	10.4-10.5 : Final de espigado
	6	5-VI-1984	11.1 : Grano lechoso
	7	2-VII-1984	11.4 : Maduración para recogida

El material vegetal se recogió totalmente al azar en cada una de las parcelas y adentrándose 1 m. desde los caminos para evitar el conocido "efecto de borde". El primer año y debido a que las parcelas fueron más pequeñas, se tomaron unas diez plantas por muestra y tratamiento, mientras que en el segundo y tercer año se recogieron entre quince y veinte. Las plantas, introducidas en bolsas de plástico y etiquetadas, eran transportadas al laboratorio donde se conservaban en cámara fría a 4°C. hasta el momento de su análisis, 24 horas como máximo desde su recogida.

El análisis de las muestras en el laboratorio permite obtener parámetros e índices de crecimiento y desarrollo de las plantas; sin embargo, las condiciones de competición en el campo van a condicionar su desarrollo, de ahí que la densidad de población sea un dato imprescindible para el cálculo de muchos índices de crecimiento del cultivo. Su determinación en cada recogida de material, se realizó por conteo del número de plantas que quedaban encerradas en un cuadrado de madera de 50 cm. de lado, lanzado al azar dos veces en cada parcela. Esta medida se realizó hasta la fase de encañado a partir de la cual la densidad de población puede considerarse constante.

Al ser Pallas una variedad de dos carreras y por las razones indicadas en la Introducción, se ha tomado como fecha de Antesis la de emergencia de la espiga o momento de visualización de las aristas por encima de la hoja bandera.

Por último, la producción final de grano se obtuvo por recolección de la superficie total de cada parcela, mediante cosechadora, pesándose posteriormente el grano limpio. De cada tratamiento fué tomada una muestra para determinación analítica.

3.4.2.- Procedimiento en el laboratorio.

3.4.2.1.- Obtención de valores primarios.

Las muestras procedentes del campo se extrajeron una a una y al azar, de la cámara frigorífica. Entre las plantas recogidas se eligieron las más homogéneas, tres en 1982 y seis en 1983 y 1984, para una vez separada la raíz determinar los siguientes parámetros por planta:

- a) Número de hojas.
- b) Número de tallos hijos, que indica la capacidad potencial - de espigas por planta.
- c) Número de tallos con espiga, que determina la capacidad real de formación de espigas.
- d) Longitud del tallo principal y de los ahijamientos, medida desde el nudo de ahijamiento hasta el ápice excluyendo la espiga.
- e) Superficie foliar, utilizando un planímetro fotoelectrónico marca LI-COR, modelo LI-3000, Portable Area Meter, fabricado por Lambda -- Instruments Corporation. En el ensayo de 1983-84 la superficie foliar se obtuvo a partir del peso seco de las hojas, dada la elevada correlación existente entre ambos parámetros (Ramos et al., 1983).
- f) Peso verde de hojas, tallos y espigas.
- g) Peso seco de hojas, tallos y espigas después del secado en estufa de aire forzado a 70-80°C. hasta peso constante.

3.4.2.2.- Determinaciones de producción.

En el último muestreo, previo a la recogida se establecieron - aparte de los ya mencionados, los siguientes parámetros de cosecha:

- a) Número de espigas por planta.
- b) Número de granos por espiga, contados en una muestra de 10-20 plantas por parcela, escogidas al azar y cuyas espigas fueron desgranadas a mano.
- c) Peso medio de 1000 granos, determinado por pesada de 10 grupos de 100 granos tras secado a 70-80°C. durante 24 horas.
- d) Proporción grano/paja, pesando por separado la paja y el -- grano de unas 50 plantas por tratamiento.

3.4.2.3.- Análisis del contenido en N del -- grano.

Una muestra del grano producido por cada tratamiento y repetición -- fué triturado en un molinillo eléctrico para su posterior análisis en contenido nitrogenado. Este se realizó según la técnica utilizada en la Estación Experimental del Zaidín (CSIC) (Lachica, Recalde y Esteban, 1965; - Lachica, Aguilar y Yañez, 1973), consistente en la mineralización por vía húmeda con ácido sulfúrico concentrado y agua oxigenada y la posterior des -- tilación y valoración del amoníaco formado al reaccionar el mineralizado - con NaOH (mediante el aparato de Bouat).

3.5.- Cálculo de los índices de crecimiento.

El Análisis del Crecimiento Vegetal, desarrollado principalmente por la escuela inglesa en el presente siglo, constituye una metodología ideada para estimar la producción fotosintética neta de las plantas aisladas o de los cultivos, permitiendo su interpretación sobre bases fisiológicas. Esta metodología considera el crecimiento, entendido como el incremento en peso seco, como el resultado de la capacidad de la planta o cultivo para interceptar la radiación luminosa (es decir, del tamaño que alcance su aparato asimilador), de su eficiencia en la producción de materia seca y del tiempo en que se mantenga fotosintéticamente activa. Características que pueden ser cuantificadas mediante una serie de índices calculados desde los valores primarios establecidos en dos recogidas sucesivas de material vegetal, a intervalos que oscilan normalmente entre 1 y 4 semanas -- (Vernon y Allison, 1963).

En la presente Memoria utilizaremos la terminología anglosajona aceptada internacionalmente. El término "W" representará el peso seco de la planta, "A" su superficie foliar y "N" la densidad de población o número de plantas por unidad de superficie de terreno.

Crónológicamente han sido desarrollados dos tipos diferentes de métodos en el Análisis del Crecimiento Vegetal. El primero fué formulado por Briggs, Kidd y West (1920 a y b) sobre el concepto del índice de eficiencia de Blackman (1919), expresando el nivel de crecimiento relativo (Relative Growth Rate, RGR) como el producto de la proporción de área foliar (Leaf Area Ratio, LAR) y la tasa de asimilación neta (Net Assimilation Rate, NAR) :

$$RGR = LAR \times NAR$$

o

$$\frac{1}{W} \times \frac{dW}{dt} = \frac{A}{W} \times \frac{1}{A} \times \frac{dW}{dt}$$

Esta metodología normalmente se utiliza en el estudio del crecimiento de plantas aisladas o ampliamente espaciadas, con poca o ninguna competencia entre ellas.

El segundo tipo fué desarrollado por Watson (1947 a, 1952, 1958) expresando el nivel de crecimiento del cultivo (Crop GrowthRate, CGR) como el producto del índice de área foliar (Leaf Area Index, LAI) y la tasa de asimilación neta (NAR) :

$$CGR = LAI \times NAR$$

o

$$N \times \frac{dW}{dt} = N \times A \times \frac{1}{A} \times \frac{dW}{dt}$$

Esta forma de análisis se aplica principalmente en cultivos y comunidades donde las plantas se hallan más o menos agrupadas, ya que expresa el crecimiento y la producción por unidad de superficie de terreno.

Sin embargo, dado que al principio de su desarrollo la mayoría de los cultivos pueden ser considerados como asociaciones más o menos aisladas, recientemente se ha sugerido (Warren Wilson, 1981) que el crecimiento individual de éstas puede ser convertido en el crecimiento de todo el cultivo sin más que multiplicar por un factor de proporcionalidad, el peso de las plantas por unidad de superficie de terreno. Así los dos métodos clásicos de Análisis de Crecimiento se combinan para permitir el uso de índices de uno y otro en función de las características de cada momento del desarrollo del cultivo.

En este trabajo, el crecimiento se estudia antes y después de la antesis ya que este suceso marca un cambio fisiológico decisivo en el desarrollo de los cereales. En efecto, pasan de una etapa donde predominan los fenómenos de absorción y fotosíntesis con crecimiento de todos los órganos de la planta, a otra donde predomina el transporte de materiales hacia los granos en desarrollo, únicos órganos que presentan entonces un crecimiento activo.

3.5.1.- Periodo de preantesis : Los índices utilizados para caracterizar el crecimiento durante este periodo han sido los siguientes:

3.5.1.1.- Indice de área foliar (Leaf Area Index, LAI).

Representa una medida del aparato asimilador en relación al área de terreno (Watson, 1947 a). Ha sido calculado en cada toma de muestras mediante la expresión :

$$LAI = N \times A \text{ (área foliar/área de terreno)}$$

Este índice aumenta con el desarrollo del cultivo hasta un máximo decreciendo posteriormente, variación que se debe principalmente a cambios en el área foliar por planta y en menor medida, en el número de plantas el cual tiende a disminuir con la edad en condiciones de campo (Watson, 1952 Hunt, 1978). En cereales, LAI incrementa con las disponibilidades de N (especialmente en aplicación temprana) a través del aumento en el número y tamaño de las hojas (Watson, 1952; Khalifa, 1973) y en el número de tallos hijos -- (García del Moral et al., 1984); con el suministro de P y K, que estimulan el tamaño de las hojas y retrasan su senescencia (Watson, 1947 b) y con la irrigación (Freyman, 1980). Por el contrario, el área foliar y LAI decrecen con el incremento en iluminación o el retraso en la fecha de siembra (Watson, 1952; Kvet et al., 1972) y con la sequía, incluso a niveles moderados (Legg et al., 1979; Lawlor et al., 1981).

3.5.1.2.- Inversa de la proporción de área foliar (Inverse of Leaf Area Ratio, 1/LAR).

Derivado del propuesto por Briggs, Kidd y West (1920 b), este índice describe la relación entre el peso seco de la planta y su área foliar :

$$1/LAR = 1/(A/W) = \frac{W}{A} \text{ (peso/área foliar)}$$

De esta manera, 1/LAR puede ser utilizado como una medida de la eficiencia en la asimilación de materia seca, es decir, de la cantidad de peso producido en un momento dado por unidad de superficie foliar. Como tal, - sus variaciones normalmente reflejan la influencia de los factores ambientales sobre la velocidad de los dos procesos básicos (Fotosíntesis y Respiración) que regulan la intensidad del crecimiento (Evans, 1972) dependiendo más de la radiación incidente que de ningún otro factor ambiental, al ser una medida de la maquinaria fotosintética. Así mismo, y a causa del incremento en el sombreado mutuo de las hojas, este índice se encuentra correlacionado negativamente con el área foliar y, consecuentemente, con todos los factores que promuevan su desarrollo (aporte de N, deficiencia de luz, alto suministro hídrico, etc...) (Kvet et al., 1971).

3.5.1.3.- Biomasa o peso seco del cultivo (Crop Dry Weight, CDW).

Representa, en términos absolutos, la producción de materia seca del cultivo por unidad de superficie de terreno :

$$CDW = N \times W \text{ (peso/área de terreno)}$$

Este índice constituye el factor de proporcionalidad que relaciona el crecimiento de las plantas individuales con el crecimiento del cultivo. Su valor depende de la magnitud de los dos índices anteriores ya que :

$$CDW = LAI \times 1/LAR$$

o

$$N \times W = N \times A \times \frac{W}{A}$$

Esta relación permite que cualquier efecto sobre el crecimiento del cultivo pueda ser interpretado en términos de su influencia sobre el tamaño del aparato asimilador (LAI), sobre su eficiencia neta (1/LAR) o, lo que es más frecuente, sobre ambos (Blackman, 1968).

3.5.2.- Periodo de maduración . En los cereales, la cosecha está fuertemente infuida por el nivel de fotosíntesis durante el crecimiento y maduración del grano (Archold, 1942; Thorne, 1966), el cual va a depender de las dimensiones del sistema asimilador, del tiempo en que se mantenga activo y de su eficacia en la producción de materia para el grano (Welbank et al., 1966). Estas características pueden ser estimadas mediante los siguientes índices :

3.5.2.1.- Duración del área foliar (Leaf Area Duration, LAD).

El índice de área foliar es una medida del tamaño del aparato asimilador en un instante determinado, pero no tiene en cuenta el tiempo durante el cual es activo en la producción de materia seca. Por esta razón, Watson (1947 a) sugirió que la integral del área bajo la curva de LAI frente al tiempo, a la que denominó duración del área foliar, podía suministrar una buena medida de la capacidad del cultivo para producir y mantener su área foliar y, por tanto, de su "oportunidad total para la asimilación".

Si se desea calcular exactamente el valor de este índice debe conocerse la ecuación de la curva del área foliar o de LAI durante todo el desarrollo del cultivo. Sin embargo, cuando sólo se dispone de un número limitado de observaciones, puede realizarse una aproximación gráfica considerando el valor de LAD como el área del trapecio que, bajo la curva de LAI frente al tiempo, delimitan las fechas consideradas (Welbank et al., 1966; Kvet et al., 1971; Hunt, 1978); para el periodo de maduración las de antesis (LAI_A) y madurez (LAI_M) :

$$LAD = \frac{LAI_A + LAI_M}{2} \times (t_M - t_A) \quad (\text{tiempo})$$

La ecuación anterior expresa en términos cuantitativos como mantiene una planta o cultivo su superficie asimiladora activa durante la maduración, encontrándose buenas correlaciones con la producción de grano en numerosos cereales de zonas húmedas o bajo condiciones de irrigación (Watson, 1956; Thorne, 1966, 1974; Khalifa, 1973; Grafius y Barnard, 1976; Yap y Harvey 1972; Mohiuddin y Croy, 1980).

3.5.2.2.- Eficiencia asimiladora durante la maduración (Grain:Leaf Ratio, G).

Propuesto por Watson, Thorne y French (1962), este índice posee gran interés en los estudios sobre producción de cultivos de cereales. Se calcula dividiendo la producción final de grano (Y) por la duración del área foliar en el periodo comprendido entre la antesis y la madurez :

$$G = \frac{Y}{LAD} \quad (\text{peso/área de terreno x tiempo})$$

Este índice, por tanto, proporciona una medida de la eficiencia fotosintética de la superficie verde en la producción de carbohidratos para el grano; es decir, una especie de 1/LAR para el periodo de maduración. Según estos autores, G constituye un parámetro más sensible de la eficacia asimiladora durante el crecimiento del grano que cualquier otra característica basada en el peso seco total; puesto que la intensa translocación de asimilados hacia el grano provoca que las demás partes de la planta pierdan peso.

Al igual que 1/LAR, G está influido por los factores ambientales, especialmente luz y temperatura, con los que está correlacionado en forma directa (Thorne, 1966; Welbank et al., 1968).

3.6.- Climatología de la zona.

Dentro de la provincia de Granada, la zona en que se llevaron a cabo los ensayos incluidos en esta Memoria, se engloba en la región de altiplanicies y depresiones interiores, cuyo clima puede calificarse como mediterráneo continental. Se caracteriza por veranos calurosos y secos e inviernos fríos y prolongados de nubosidad intermedia y lluvias relativamente abundantes; las estaciones intermedias primavera y otoño, mal definidas, son húmedas y de temperaturas suaves. En general, son zonas de altitud media considerable, cercana a los 600 metros, de lluvias escasas y abundantes días de sol.

La temperatura media anual de 15°C (1952-82) se encuentra dentro de los límites propios de los climas templado-cálidos. Sin embargo, la fuerte amplitud térmica (8°C en Enero y 25,5°C en Julio-Agosto) sitúa la zona en un clima continental, mientras que la escasez pluviométrica del verano (2-4 litros en Julio-Agosto) le da un matiz mediterráneo.

Las heladas son frecuentes desde Noviembre a Marzo aunque es fácil observarlas fuera de época. Por otra parte, los fuertes calores durante el mes de Junio, con temperaturas medias de 21°C pueden colapsar el ciclo reproductivo de la cebada, dificultando que madure en las condiciones adecuadas y disminuyendo la cosecha.

La pluviometría presenta valores medios anuales de 494 mm., repartidos durante 75 días aproximadamente (de ellos el 90% entre Octubre y Mayo). Los valores medios de humedad suelen fluctuar desde un 44 hasta un 78%.

El porcentaje de insolación alcanza un máximo durante los meses de verano, reflejando el mayor número de días de sol y manteniéndose relativamente constante en promedio, el resto del año.

Finalmente, se presentan en el Cuadro 4 los valores medios de temperaturas máxima, mínima y media, así como la pluviometría, humedad relativa e insolación en cada recogida de material vegetal durante los tres años de ensayo.

Cuadro 4.- Factores climáticos en cada recogida de muestras durante los ensayos 1982, 83 y 84.

FECHA	T ^o Max.°C	T ^o Min.°C	T ^o Med.°C	PL(mm)	% HR	% Insol.
<u>1981-82</u>						
1-II-3-III	13,7	4,2	9,0	35,3	68,0	56,5
4-III-12-IV	18,4	6,2	12,3	36,0	52,0	58,8
13-IV-26-IV	16,8	6,9	11,9	53,9	67,8	40,4
27-IV-17-V	22,1	8,0	15,1	4,3	45,0	57,7
<u>1982-83</u>						
1-II-2-III	13,1	4,1	8,6	7,0	58,8	51,3
4-III-17-III	20,5	6,4	13,5	0,0	46,5	59,7
18-III-5-IV	16,6	5,0	10,8	52,8	55,3	61,3
6-IV-19-IV	21,1	8,6	14,9	8,8	46,6	49,7
20-IV-2-V	16,3	6,0	11,2	25,0	57,5	47,3
3-V-16-V	21,6	8,5	15,1	1,3	53,8	55,0
17-V-17-VI	30,0	13,1	21,6	1,4	37,5	58,9
<u>1983-84</u>						
1-II-28-III	12,3	0,8	6,5	65,6	59,6	50,8
29-III-10-IV	18,2	3,6	10,9	19,7	56,8	59,4
11-IV-25-IV	19,6	5,2	12,4	22,9	56,3	50,9
26-IV-9-V	18,3	7,1	12,7	42,1	59,9	41,0
10-V-23-V	14,4	5,0	9,7	63,8	62,6	38,1
24-V-5-VI	20,5	9,7	15,1	13,1	56,9	54,7
6-VI-2-VII	30,1	10,8	20,5	0,8	38,0	80,8

3.7.- Estudio estadístico.

Los métodos estadísticos para el estudio de los resultados han consistido fundamentalmente en el análisis de la varianza y ensayo de diferencias entre medias ("t" de Student) en lo que se refiere al efecto de los tratamientos sobre cosecha y parámetros, así como sobre los índices de crecimiento. Por otra parte, se analiza la interdependencia de unos parámetros con otros mediante correlaciones simples y múltiples (Cochran y Cox, 1957; Snedecor, 1964; Li, 1969; Sokal y Rohlf, 1979; Snedecor y Cochran, 1981).

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.- Resultados y discusión.

Con objeto de obtener una visión más rápida y completa del conjunto de los resultados, hemos creído conveniente incluir en el mismo capítulo RESULTADOS y DISCUSION, evitando la constante repetición de términos a lo largo de esta parte de la Memoria.

Al mismo tiempo, para facilitar su lectura, presentamos por orden alfabético todas las abreviaturas incluidas en texto, tablas y figuras del mismo:

Ah= Ahijamientos.

Ah.E= Ahijamientos con espiga.

Ah > 1/3= Ahijamientos con longitud superior a la tercera parte de la del tallo principal.

E= Ethrel por vía foliar.

EF= Estadío fenológico.

FC= F calculada.

FV= Fuentes de variación.

GL= Grados de libertad.

MC= Media de cuadrados.

n= Número de datos.

NA= Nitrógeno en ahijado.

NAT= Nitrógeno total en ahijado.

NC= Nitrógeno en cobertera.

NE= Número de espigas.

NE/m²= Número de espigas por m².

NE/pl= Número de espigas por planta.

NG/E= Número de granos por espiga.

NH= Número de hojas.

NP= Nivel de probabilidad.

NS= Nitrógeno en sementera.

NT= Número de tallos.

Pl/m²= Número de plantas por m².

PMG= Peso de mil granos (g).

PSE= Peso seco de espigas (g).

PSH= Peso seco de hojas (g).

PST= Peso seco de tallos (g).

PSTo= Peso seco total, excluyendo raíces (g).

r= Coeficiente de correlación.

RP= Repeticiones.

S= Azufre por vía foliar.

SC= Suma de cuadrados.

SF= Superficie foliar (cm^2).

Superv.= Supervivencia de ahijamientos desde los estadios 8-9 hasta la recolección.

T= Testigo.

TRAT= Tratamientos.

V= Variación.

Y= Cosecha grano ($\text{Kg}/100\text{m}^2$).

Y/pl= Cosecha planta (g/planta).

4.1.- Valores primarios.

En las Tablas 1 a 19 se expresan numéricamente los valores medios por planta obtenidos en cada recogida de material durante los años 1982, 1983 y 1984.

Tabla 1.- Ensayo-1982. Valores primarios por tratamiento, repetición y muestreo. Primera toma de muestras: 2-Marzo-1982.

TRAT	RP	NH	NT	NE	SF	PSH	PST	PSE	PSTo	Pl/m ²	EF
<u>NS</u> ₁ NA ₀ S ₁	I	9	4,7	-	35,4	0,14	0,05	-	0,17	130	3-4
	II	11	4,7	-	36,7	0,15	0,04	-	0,19	136	3-4
NA ₁ S ₁	I	12	4,0	-	43,1	0,17	0,07	-	0,24	150	3-4
	II	16	5,7	-	48,8	0,20	0,05	-	0,25	132	3-4
NA ₂ S ₁	I	12	4,0	-	35,5	0,14	0,03	-	0,17	136	3-4
	II	9	5,0	-	32,4	0,14	0,05	-	0,19	156	3-4
NA ₀ S ₂	I	12	4,3	-	34,5	0,15	0,04	-	0,19	126	3-4
	II	12	4,7	-	51,6	0,21	0,06	-	0,27	122	3-4
NA ₁ S ₂	I	14	5,0	-	41,8	0,18	0,04	-	0,22	132	3-4
	II	14	5,3	-	44,8	0,18	0,07	-	0,25	138	3-4
NA ₂ S ₂	I	13	5,0	-	59,0	0,23	0,08	-	0,31	150	3-4
	II	12	5,3	-	47,8	0,17	0,05	-	0,22	132	3-4
NA ₀ S ₀	I	15	5,7	-	58,1	0,24	0,07	-	0,31	126	3-4
	II	13	5,0	-	44,7	0,18	0,06	-	0,24	136	3-4
NA ₁ S ₀	I	11	3,7	-	35,9	0,14	0,05	-	0,19	130	3-4
	II	15	5,7	-	57,3	0,22	0,06	-	0,28	136	3-4
NA ₂ S ₀	I	14	5,0	-	52,7	0,24	0,06	-	0,30	144	3-4
	II	14	5,7	-	62,4	0,24	0,06	-	0,30	138	3-4
<u>NS</u> ₂ NA ₀ S ₁	I	12	4,7	-	36,3	0,15	0,04	-	0,19	132	3-4
	II	10	4,7	-	31,4	0,13	0,05	-	0,18	136	3-4
NA ₁ S ₁	I	13	5,0	-	47,4	0,18	0,05	-	0,23	142	3-4
	II	10	4,7	-	30,2	0,10	0,03	-	0,13	132	3-4
NA ₂ S ₁	I	15	5,3	-	38,3	0,14	0,04	-	0,18	160	3-4
	II	12	4,3	-	49,3	0,21	0,05	-	0,26	162	3-4
NA ₀ S ₂	I	12	4,7	-	36,1	0,19	0,06	-	0,25	140	3-4
	II	9	4,7	-	22,2	0,09	0,03	-	0,12	136	3-4
NA ₁ S ₂	I	12	5,0	-	41,7	0,16	0,07	-	0,23	146	3-4
	II	10	5,0	-	29,5	0,13	0,05	-	0,18	136	3-4
NA ₂ S ₂	I	13	4,3	-	40,9	0,16	0,06	-	0,22	152	3-4
	II	15	5,7	-	51,3	0,21	0,08	-	0,29	134	3-4
NA ₀ S ₀	I	16	5,7	-	35,4	0,20	0,04	-	0,24	138	3-4
	II	11	4,7	-	37,1	0,14	0,04	-	0,18	126	3-4
NA ₁ S ₀	I	9	4,0	-	34,8	0,13	0,04	-	0,17	150	3-4
	II	13	5,0	-	46,6	0,18	0,06	-	0,24	136	3-4
NA ₂ S ₀	I	12	5,3	-	43,4	0,21	0,07	-	0,28	142	3-4
	II	11	4,3	-	34,2	0,14	0,04	-	0,18	138	3-4

Tabla 2.- Ensayo-1982. Valores primarios por tratamiento, repetición y muestreo. Segunda toma de muestras: 12-Abril-1982.

TRAT	RP	NH	NT	NE	SF	PSH	PST	PSE	PSTo	Pl/m ²	EF
NS ₁ NA ₀ S ₁	I	22	5,0	-	139,2	0,57	1,12	-	1,69	124	8-9
	II	22	4,0	-	182,4	0,64	1,16	-	1,80	122	8-9
NA ₁ S ₁	I	19	4,3	-	141,7	0,58	1,38	-	1,96	142	8-9
	II	18	4,0	-	167,0	0,68	1,05	-	1,73	126	8-9
NA ₂ S ₁	I	18	4,0	-	113,2	0,46	0,80	-	1,26	124	8-9
	II	14	4,0	-	122,9	0,50	1,02	-	1,52	148	8-9
NA ₀ S ₂	I	20	4,7	-	90,4	0,65	1,20	-	1,85	118	8-9
	II	22	4,3	-	188,1	0,77	1,90	-	2,67	102	8-9
NA ₁ S ₂	I	21	5,3	-	135,2	0,55	1,02	-	1,57	124	8-9
	II	19	4,3	-	153,1	0,62	1,21	-	1,83	130	8-9
NA ₂ S ₂	I	25	5,0	-	237,0	0,97	2,43	-	3,40	141	8-9
	II	23	4,7	-	116,4	0,47	0,73	-	1,20	126	8-9
NA ₀ S ₀	I	23	4,0	-	180,6	0,75	1,11	-	1,85	112	8-9
	II	19	4,7	-	229,1	1,23	0,58	-	1,81	118	8-9
NA ₁ S ₀	I	18	3,7	-	117,2	0,48	0,69	-	1,17	124	8-9
	II	15	4,3	-	161,2	0,66	1,24	-	1,90	126	8-9
NA ₂ S ₀	I	13	3,7	-	136,8	0,56	1,60	-	2,16	138	8-9
	II	17	5,0	-	149,8	0,61	1,01	-	1,62	130	8-9
NS ₂ NA ₀ S ₁	I	22	5,0	-	210,1	0,86	1,24	-	2,10	124	8-9
	II	21	4,7	-	171,8	0,70	1,17	-	1,87	118	8-9
NA ₁ S ₁	I	20	5,0	-	159,6	0,65	1,11	-	1,76	122	8-9
	II	20	4,7	-	151,5	0,62	0,86	-	1,48	117	8-9
NA ₂ S ₁	I	16	3,7	-	96,0	0,39	0,88	-	1,27	126	8-9
	II	22	5,0	-	190,6	0,78	1,06	-	1,84	124	8-9
NA ₀ S ₂	I	20	4,7	-	123,8	0,50	0,92	-	1,42	117	8-9
	II	22	4,0	-	208,6	0,85	1,67	-	2,52	118	8-9
NA ₁ S ₂	I	22	4,7	-	171,0	0,70	1,23	-	1,93	121	8-9
	II	24	5,0	-	140,9	0,57	0,61	-	1,18	120	8-9
NA ₂ S ₂	I	21	4,7	-	123,8	0,50	1,43	-	1,93	140	8-9
	II	26	5,3	-	210,1	0,86	0,99	-	1,85	124	8-9
NA ₀ S ₀	I	15	4,3	-	133,5	0,54	1,38	-	1,92	122	8-9
	II	19	4,0	-	154,7	0,63	0,92	-	1,55	112	8-9
NA ₁ S ₀	I	20	4,7	-	149,8	0,61	1,46	-	2,07	140	8-9
	II	20	4,0	-	136,0	0,55	1,60	-	2,15	120	8-9
NA ₂ S ₀	I	19	4,0	-	149,0	0,61	0,92	-	1,53	128	8-9
	II	21	5,7	-	126,2	0,51	1,02	-	1,53	126	8-9

Tabla 3.- Ensayo-1982. Valores primarios por tratamiento, repetición y muestreo. Tercera toma de muestras: 26-Abril-1982.

TRAT	RP	NH	NT	NE	SF	PSH	PST	PSE	PSTo	Pl/m ²	EF
<u>NS</u> ₁ NA ₀ S ₁	I	19	4,3	2,3	109,2	0,57	1,46	0,12	2,15	108	10-10.1
	II	21	4,7	3,0	140,2	0,69	2,69	0,06	3,44	110	9-10
NA ₁ S ₁	I	19	4,3	2,7	129,0	0,61	2,99	0,25	3,85	136	10-10.1
	II	25	4,0	3,0	138,7	0,81	2,87	0,44	4,12	111	10-10.1
NA ₂ S ₁	I	18	4,3	3,7	155,5	0,63	3,12	0,40	4,15	108	9-10
	II	18	4,3	3,0	132,7	0,54	3,45	0,41	4,40	130	10.1-10.2
NA ₀ S ₂	I	25	4,0	2,0	105,4	0,96	1,78	0,28	3,02	104	10.1-10.2
	II	18	4,3	2,7	145,1	0,71	2,50	0,41	3,62	94	10-10.1
NA ₁ S ₂	I	14	4,3	3,0	163,7	0,67	4,13	0,49	5,29	109	10-10.1
	II	14	3,7	3,0	132,6	0,42	2,79	0,30	3,51	121	10-10.1
NA ₂ S ₂	I	23	5,3	4,3	175,1	0,71	4,67	0,47	5,85	122	10.1-10.2
	II	16	3,7	2,7	105,0	0,43	2,02	0,46	2,91	120	10.1-10.2
NA ₀ S ₀	I	14	3,3	3,0	88,7	0,36	1,69	0,24	2,29	101	10.1-10.2
	II	18	4,5	2,0	122,1	0,50	2,51	0,30	3,31	108	10-10.1
NA ₁ S ₀	I	17	4,0	3,0	147,0	0,68	2,78	0,33	3,79	109	10-10.1
	II	13	4,0	3,0	129,9	0,45	2,39	0,48	3,32	119	10-10.1
NA ₂ S ₀	I	17	4,0	3,7	159,6	0,51	4,05	0,37	4,93	120	10.1-10.2
	II	14	4,0	3,0	114,8	0,47	3,02	0,34	3,83	117	10-10.1
<u>NS</u> ₂ NA ₀ S ₁	I	20	4,0	3,0	139,2	0,57	1,44	0,21	2,22	116	10.1-10.2
	II	18	4,3	1,3	150,0	0,73	1,73	0,10	2,56	108	9-10
NA ₁ S ₁	I	19	4,3	2,5	172,5	0,58	3,72	0,24	4,54	118	10-10.1
	II	22	4,3	-	189,8	0,77	3,36	-	4,13	108	9-10
NA ₂ S ₁	I	18	4,3	3,0	121,3	0,49	3,09	0,37	3,95	114	10.1-10.2
	II	21	4,7	3,3	193,0	0,79	3,28	0,18	4,25	110	9-10
NA ₀ S ₂	I	17	4,0	3,7	136,0	0,55	1,78	0,60	2,93	107	10.1-10.2
	II	19	4,7	2,5	112,1	0,66	1,69	0,22	2,57	105	10-10.1
NA ₁ S ₂	I	15	3,6	2,3	94,4	0,38	1,78	0,24	2,40	111	10.1-10.2
	II	24	5,4	3,0	206,1	0,84	4,80	0,20	5,84	112	9-10
NA ₂ S ₂	I	17	4,3	3,3	111,5	0,45	1,63	0,29	2,37	128	10-10.1
	II	15	4,7	3,7	204,4	0,83	4,22	0,29	5,34	114	10-10.1
NA ₀ S ₀	I	18	4,0	1,3	119,6	0,65	1,62	0,30	2,57	105	9-10
	II	16	4,0	2,0	119,0	0,61	1,52	0,29	2,42	100	9-10
NA ₁ S ₀	I	24	4,7	2,7	141,2	0,82	2,38	0,31	3,51	121	10-10.1
	II	18	4,3	3,0	96,9	0,39	1,71	0,40	2,50	112	10.1-10.2
NA ₂ S ₀	I	16	4,7	3,7	141,7	0,58	3,65	0,50	4,73	118	10.1-10.2
	II	14	3,0	2,7	104,2	0,42	2,50	0,40	3,32	118	10.1-10.2

Tabla 4.- Ensayo-1982. Valores primarios por tratamiento, repetición y muestreo. Cuarta toma de muestras: 17-Mayo-1982.

TRAT	RP	NH	NT	NE	SF	PSH	PST	PSE	PSTo	Pl/m ²	EF
<u>NS</u> ₁ NA ₀ S ₁	I	7	4,00	3,33	27,0	0,13	2,60	1,58	4,31	98	11.1
	II	9	4,00	3,33	83,9	0,42	2,96	1,24	4,62	95	11.1
NA ₁ S ₁	I	8	4,33	3,67	83,2	0,42	4,08	2,00	6,50	110	11.1
	II	11	3,33	3,67	104,9	0,53	3,69	1,64	5,86	101	11.1
NA ₂ S ₁	I	13	4,00	3,00	76,6	0,38	2,73	1,11	4,22	97	11.1
	II	12	4,33	3,33	76,0	0,38	3,49	1,71	5,58	109	11.1
NA ₀ S ₂	I	3	4,00	3,67	17,8	0,09	3,17	1,39	4,65	92	11.1-11.2
	II	7	4,33	4,33	32,0	0,16	4,45	2,66	7,27	89	11.1-11.2
NA ₁ S ₂	I	11	5,33	5,33	73,4	0,37	5,51	2,12	8,00	98	11.1-11.2
	II	3	3,00	3,00	10,6	0,05	2,58	1,58	4,21	98	11.1-11.2
NA ₂ S ₂	I	5	4,33	4,33	29,7	0,15	2,07	1,31	3,53	104	11.1-11.2
	II	4	4,33	4,33	17,2	0,08	1,96	1,36	3,40	112	11.1-11.2
NA ₀ S ₀	I	9	4,33	4,00	51,7	0,26	3,31	1,71	5,28	92	11.1
	II	11	4,00	3,33	57,6	0,29	3,07	1,72	5,08	94	11.1
NA ₁ S ₀	I	9	4,33	3,67	48,4	0,24	2,75	1,29	4,28	104	11.1-11.2
	II	6	3,67	3,67	20,9	0,10	2,25	1,78	4,13	100	11.1
NA ₂ S ₀	I	6	3,67	3,33	17,9	0,09	2,25	1,83	4,17	106	11.1-11.2
	II	1	3,67	3,67	3,0	0,01	2,84	2,16	5,01	104	11.1-11.2
<u>NS</u> ₂ NA ₀ S ₁	I	12	4,67	4,67	86,5	0,43	3,52	2,08	6,03	98	11.1
	II	8	4,33	4,33	59,6	0,30	5,30	2,82	8,42	100	11.1
NA ₁ S ₁	I	10	5,00	4,67	85,2	0,43	5,87	2,06	8,36	106	11.1
	II	10	3,67	3,67	79,9	0,48	4,23	2,25	6,96	92	11.1
NA ₂ S ₁	I	13	4,67	3,67	83,2	0,42	3,02	1,37	4,81	102	11.1
	II	11	3,67	3,67	95,7	0,48	3,83	1,44	5,75	108	11.1
NA ₀ S ₂	I	7	3,33	3,00	72,3	0,38	4,09	2,66	7,13	98	11.1-11.2
	II	6	4,67	3,33	41,7	0,21	5,70	2,83	8,74	97	11.1-11.2
NA ₁ S ₂	I	12	4,67	4,67	69,3	0,38	6,57	3,59	10,54	104	11.1-11.2
	II	7	3,33	3,33	54,7	0,26	2,66	1,80	4,72	98	11.1-11.2
NA ₂ S ₂	I	12	4,33	4,33	85,8	0,43	4,33	2,44	7,20	110	11.1-11.2
	II	13	4,67	4,67	164,0	0,83	6,04	2,52	9,39	103	11.1-11.2
NA ₀ S ₀	I	2	4,00	4,00	9,0	0,04	3,63	2,31	5,98	98	11.1-11.2
	II	8	3,00	3,00	52,4	0,26	2,64	1,26	4,16	92	11.1-11.2
NA ₁ S ₀	I	9	4,33	4,33	56,3	0,28	2,70	1,44	4,42	106	11.1-11.2
	II	6	4,67	4,33	37,5	0,19	3,20	1,63	5,02	99	11.1-11.2
NA ₂ S ₀	I	6	3,33	3,33	37,5	0,19	2,14	1,14	3,47	105	11.1-11.2
	II	7	4,00	4,00	46,7	0,23	3,20	2,19	5,62	106	11.1-11.2

Tabla 5.- Ensayo-1982. Valores primarios por tratamiento, repetición y muestreo. Quinta toma de muestras: 23-Junio-1982.

TRAT	RP	NH	NT	NE	SF	PSH	PST	PSE	PSTo	Pl/m ²	EF
<u>NS</u> ₁ NA ₀ S ₁	I	-	2,67	2,67	-	-	1,37	1,70	3,07	76	11.4
	II	-	3,00	3,00	-	-	1,93	2,05	3,98	71	11.4
NA ₁ S ₁	I	-	3,33	3,33	-	-	1,67	1,92	3,59	78	11.4
	II	-	4,00	4,00	-	-	2,91	2,99	5,90	77	11.4
NA ₂ S ₁	I	-	4,00	4,00	-	-	2,86	2,88	5,74	76	11.4
	II	-	3,67	3,67	-	-	2,48	3,71	6,19	72	11.4
NA ₀ S ₂	I	-	3,00	3,00	-	-	2,29	2,98	5,27	68	11.4
	II	-	3,00	3,00	-	-	2,36	2,92	5,28	71	11.4
NA ₁ S ₂	I	-	3,33	3,33	-	-	1,78	2,13	3,91	82	11.4
	II	-	4,00	4,00	-	-	2,67	3,37	6,05	74	11.4
NA ₂ S ₂	I	-	4,00	4,00	-	-	2,86	3,06	5,92	76	11.4
	II	-	4,00	4,00	-	-	2,26	3,36	5,62	88	11.4
NA ₀ S ₀	I	-	3,00	3,00	-	-	2,07	3,01	5,08	70	11.4
	II	-	2,33	2,33	-	-	1,79	1,79	3,58	72	11.4
NA ₁ S ₀	I	-	3,33	3,33	-	-	1,85	2,13	3,98	77	11.4
	II	-	3,00	3,00	-	-	1,81	2,81	4,62	72	11.4
NA ₂ S ₀	I	-	3,33	3,33	-	-	2,03	2,22	4,25	72	11.4
	II	-	3,67	3,67	-	-	2,18	2,62	4,80	75	11.4
<u>NS</u> ₂ NA ₀ S ₁	I	-	3,33	3,33	-	-	2,03	2,05	4,08	74	11.4
	II	-	3,33	3,33	-	-	2,24	2,57	4,81	70	11.4
NA ₁ S ₁	I	-	3,67	3,67	-	-	2,23	2,98	5,21	78	11.4
	II	-	4,00	4,00	-	-	2,36	3,63	6,00	78	11.4
NA ₂ S ₁	I	-	3,33	3,33	-	-	1,91	2,46	4,37	80	11.4
	II	-	4,67	4,67	-	-	2,73	3,43	6,16	76	11.4
NA ₀ S ₂	I	-	3,33	3,33	-	-	1,45	2,46	3,91	72	11.4
	II	-	3,33	3,33	-	-	3,06	2,94	6,01	70	11.4
NA ₁ S ₂	I	-	4,00	4,00	-	-	2,37	2,37	4,74	75	11.4
	II	-	4,00	4,00	-	-	3,30	3,33	6,63	74	11.4
NA ₂ S ₂	I	-	4,00	4,00	-	-	2,34	3,17	5,51	81	11.4
	II	-	4,00	4,00	-	-	1,93	2,46	4,39	79	11.4
NA ₀ S ₀	I	-	3,00	3,00	-	-	2,06	1,98	4,04	74	11.4
	II	-	3,33	3,33	-	-	1,92	2,48	4,40	72	11.4
NA ₁ S ₀	I	-	4,00	4,00	-	-	1,71	2,60	4,31	80	11.4
	II	-	4,00	4,00	-	-	2,26	2,39	4,65	74	11.4
NA ₂ S ₀	I	-	3,00	3,00	-	-	1,39	1,47	2,86	78	11.4
	II	-	4,00	4,00	-	-	2,30	2,70	5,00	76	11.4

Tabla 6.- Ensayo-1983. Valores primarios por tratamiento, repetición y muestreo. Primera toma de muestras: 3-Marzo-1983.

TRAT	RP	NH	NT	NE	SF	PSH	PST	PSE	PSTo	Pl/m ²	EF
TN ₁	I	18	7	-	108,0	0,49	0,15	-	0,64	140	3-4
	II	18	7	-	88,6	0,39	0,13	-	0,52	140	3-4
	III	17	6	-	80,2	0,36	0,11	-	0,47	140	3-4
	IV	12	5	-	58,2	0,24	0,06	-	0,30	140	3-4
TN ₂	I	20	7	-	79,9	0,35	0,15	-	0,50	136	3-4
	II	15	6	-	74,8	0,31	0,11	-	0,42	136	3-4
	III	17	7	-	102,3	0,46	0,19	-	0,65	136	3-4
	IV	11	4	-	70,0	0,32	0,13	-	0,45	136	3-4
TN ₃	I	11	5	-	51,6	0,22	0,05	-	0,27	142	3-4
	II	12	5	-	55,6	0,24	0,08	-	0,32	142	3-4
	III	17	6	-	94,0	0,45	0,09	-	0,54	142	3-4
	IV	18	7	-	104,6	0,52	0,07	-	0,59	142	3-4
SN ₁	I	18	6	-	98,0	0,42	0,15	-	0,57	138	3-4
	II	18	6	-	94,6	0,41	0,15	-	0,56	138	3-4
	III	19	7	-	98,9	0,42	0,14	-	0,56	138	3-4
	IV	11	4	-	44,8	0,19	0,06	-	0,25	138	3-4
SN ₂	I	16	6	-	93,6	0,41	0,15	-	0,56	136	3-4
	II	20	8	-	91,8	0,40	0,13	-	0,53	136	3-4
	III	13	5	-	54,8	0,25	0,08	-	0,33	136	3-4
	IV	19	7	-	92,3	0,42	0,15	-	0,57	136	3-4
SN ₃	I	16	7	-	71,6	0,28	0,11	-	0,39	138	3-4
	II	13	5	-	75,0	0,34	0,14	-	0,48	138	3-4
	III	12	5	-	78,6	0,32	0,12	-	0,44	138	3-4
	IV	25	8	-	92,9	0,38	0,13	-	0,51	138	3-4
EN ₁	I	14	5	-	78,3	0,34	0,19	-	0,53	136	3-4
	II	13	5	-	70,0	0,32	0,17	-	0,49	136	3-4
	III	19	8	-	90,5	0,42	0,20	-	0,62	136	3-4
	IV	12	6	-	60,9	0,28	0,12	-	0,40	136	3-4
EN ₂	I	19	7	-	75,4	0,33	0,10	-	0,43	138	3-4
	II	18	7	-	91,5	0,43	0,16	-	0,59	138	3-4
	III	13	5	-	73,3	0,30	0,12	-	0,42	138	3-4
	IV	16	6	-	80,0	0,35	0,13	-	0,48	138	3-4
EN ₃	I	21	7	-	100,6	0,41	0,18	-	0,59	134	3-4
	II	21	7	-	88,3	0,40	0,13	-	0,53	134	3-4
	III	15	5	-	77,2	0,39	0,21	-	0,60	134	3-4
	IV	15	5	-	80,0	0,31	0,13	-	0,44	134	3-4

Tabla 7.- Ensayo-1983. Valores primarios por tratamiento, repetición y muestreo. Segunda toma de muestras: 17-Marzo-1983.

<u>TRAT</u>	<u>RP</u>	<u>NH</u>	<u>NT</u>	<u>NE</u>	<u>SF</u>	<u>PSH</u>	<u>PST</u>	<u>PSE</u>	<u>PSTo</u>	<u>Pl/m²</u>	<u>EF</u>
TN ₁	I	23	8	-	148,2	0,76	0,50	-	1,26	112	6
	II	13	4	-	118,1	0,61	0,47	-	1,08	112	6
	III	22	8	-	155,3	0,67	0,61	-	1,28	112	6
	IV	22	8	-	140,3	0,67	0,49	-	1,16	112	6
TN ₂	I	23	7	-	166,2	0,69	0,55	-	1,24	112	6
	II	21	7	-	134,3	0,53	0,60	-	1,13	112	6
	III	25	8	-	192,3	0,95	0,93	-	1,88	112	6
	IV	18	6	-	110,7	0,46	0,39	-	0,84	112	6
TN ₃	I	21	7	-	136,1	0,63	0,41	-	1,04	124	5-6
	II	23	7	-	169,9	0,84	0,56	-	1,40	124	5-6
	III	19	5	-	141,5	0,64	0,39	-	1,03	124	5-6
	IV	22	8	-	179,4	0,66	0,42	-	1,08	124	5-6
SN ₁	I	22	7	-	151,8	0,77	0,51	-	1,28	116	5-6
	II	16	6	-	119,8	0,59	0,42	-	1,01	116	5-6
	III	18	5	-	125,5	0,60	0,44	-	1,04	116	5-6
	IV	15	5	-	114,2	0,60	0,37	-	0,97	116	5-6
SN ₂	I	16	4	-	157,4	0,71	0,50	-	1,21	120	5-6
	II	19	6	-	113,3	0,69	0,51	-	1,20	120	5-6
	III	23	7	-	151,1	0,70	0,46	-	1,16	120	5-6
	IV	22	7	-	168,6	0,71	0,56	-	1,27	120	5-6
SN ₃	I	23	7	-	186,1	0,88	0,61	-	1,49	126	5-6
	II	23	7	-	127,5	0,59	0,44	-	1,03	126	5-6
	III	23	7	-	138,6	0,70	0,45	-	1,15	126	5-6
	IV	23	7	-	188,3	0,89	0,60	-	1,49	126	5-6
EN ₁	I	22	5	-	147,4	0,65	0,63	-	1,28	116	5-6
	II	18	5	-	128,7	0,64	0,59	-	1,23	116	5-6
	III	17	5	-	118,9	0,52	0,57	-	1,09	116	5-6
	IV	19	5	-	150,9	0,70	0,60	-	1,30	116	5-6
EN ₂	I	22	7	-	135,0	0,63	0,38	-	1,01	124	5-6
	II	22	8	-	164,7	0,82	0,54	-	1,36	124	5-6
	III	17	5	-	114,3	0,50	0,42	-	0,92	124	5-6
	IV	20	5	-	136,8	0,66	0,54	-	1,20	124	5-6
EN ₃	I	24	6	-	106,1	0,68	0,84	-	1,52	118	6
	II	20	6	-	156,3	0,67	0,65	-	1,32	118	6
	III	22	6	-	187,2	0,80	0,83	-	1,63	118	6
	IV	17	5	-	155,9	0,70	0,71	-	1,41	118	6

Tabla 8.- Ensayo-1983. Valores primarios por tratamiento, repetición y muestreo. Tercera toma de muestras: 5-Abril-1983.

TRAT	RP	NH	NT	NE	SF	PSH	PST	PSE	PSTo	Pl/m ²	EF
TN ₁	I	18	4	-	97,9	0,43	0,72	-	1,15	109	8-9
	II	22	5	-	154,0	0,70	0,84	-	1,54	109	8-9
	III	25	5	-	123,5	0,54	0,85	-	1,39	109	8-9
	IV	20	5	-	121,3	0,56	1,12	-	1,68	109	8-9
TN ₂	I	23	4	-	120,4	0,54	1,37	-	1,91	108	8-9
	II	30	6	-	165,4	0,73	1,64	-	2,37	108	8-9
	III	21	5	-	141,1	0,71	1,58	-	2,29	108	8-9
	IV	20	5	-	119,5	0,47	1,25	-	1,72	108	8-9
TN ₃	I	28	6	-	184,4	0,83	1,72	-	2,55	109	8-9
	II	27	6	-	167,5	0,64	1,81	-	2,45	109	8-9
	III	25	6	-	227,2	0,98	1,87	-	2,85	109	8-9
	IV	21	4	-	180,9	0,87	1,85	-	2,72	109	8-9
SN ₁	I	22	5	-	154,8	0,72	1,15	-	1,87	107	8-9
	II	21	5	-	140,7	0,67	1,41	-	2,08	107	8-9
	III	20	5	-	140,9	0,64	1,11	-	1,75	107	8-9
	IV	22	5	-	143,8	0,67	1,19	-	1,86	107	8-9
SN ₂	I	25	6	-	154,5	0,67	1,20	-	1,87	116	8-9
	II	27	6	-	163,7	0,75	1,21	-	1,96	116	8-9
	III	25	5	-	154,4	0,64	1,21	-	1,85	116	8-9
	IV	19	4	-	145,1	0,55	1,31	-	1,86	116	8-9
SN ₃	I	23	5	-	161,7	0,76	1,37	-	2,13	114	8-9
	II	26	6	-	180,7	0,94	1,88	-	2,82	114	8-9
	III	26	6	-	195,8	0,94	2,20	-	3,14	114	8-9
	IV	20	5	-	185,1	0,82	2,02	-	2,84	114	8-9
EN ₁	I	26	6	-	199,9	0,94	1,85	-	2,79	107	8-9
	II	20	5	-	117,4	0,45	1,30	-	1,75	107	8-9
	III	21	5	-	120,6	0,53	1,54	-	2,07	107	8-9
	IV	24	5	-	129,7	0,57	1,48	-	2,05	107	8-9
EN ₂	I	25	6	-	160,9	0,67	1,37	-	2,04	114	8-9
	II	19	5	-	101,3	0,48	1,43	-	1,91	114	8-9
	III	25	6	-	163,2	0,71	1,28	-	1,99	114	8-9
	IV	18	4	-	133,1	0,61	1,29	-	1,90	114	8-9
EN ₃	I	26	5	-	170,6	0,85	2,08	-	2,93	111	8-9
	II	26	6	-	197,3	0,95	2,40	-	3,35	111	8-9
	III	24	6	-	158,4	0,77	1,82	-	2,59	111	8-9
	IV	25	5	-	160,5	0,80	1,62	-	2,42	111	8-9

Tabla 9.- Ensayo-1983. Valores primarios por tratamiento, repetición y muestreo. Cuarta toma de muestras: 19-Abril-1983.

<u>TRAT</u>	<u>RP</u>	<u>NH</u>	<u>NT</u>	<u>NE</u>	<u>SF</u>	<u>PSH</u>	<u>PST</u>	<u>PSE</u>	<u>PSTo</u>	<u>P1/m²</u>	<u>EF</u>
TN ₁	I	16	3	1	72,0	0,28	0,78	0,07	1,13	99	10-10.1
	II	16	4	2	75,5	0,30	1,04	0,12	1,46	99	10-10.1
	III	10	4	3	71,3	0,32	1,27	0,29	1,88	99	10-10.1
	IV	15	3	2	80,9	0,35	0,99	0,16	1,50	99	10-10.1
TN ₂	I	18	4	3	95,6	0,47	1,63	0,39	2,49	95	10.1
	II	16	4	3	94,1	0,41	1,31	0,32	2,04	95	10.1
	III	19	4	3	77,5	0,40	1,52	0,38	2,30	95	10.1
	IV	15	3	2	94,1	0,38	1,40	0,47	2,25	95	10.1
TN ₃	I	13	4	3	100,8	0,41	1,19	0,33	1,93	102	10.1
	II	16	4	3	111,8	0,51	1,53	0,34	2,38	102	10.1
	III	14	4	3	103,6	0,61	2,07	0,55	3,23	102	10.1
	IV	17	4	3	100,3	0,42	1,50	0,36	2,28	102	10.1
SN ₁	I	16	3	3	86,6	0,35	1,17	0,29	1,81	99	10.1
	II	19	4	3	111,5	0,57	1,22	0,15	1,94	99	10.1
	III	19	4	3	110,8	0,83	1,76	0,24	2,83	99	10.1
	IV	21	4	4	125,4	0,70	2,19	0,48	3,37	99	10.1
SN ₂	I	18	4	3	118,3	0,54	1,51	0,35	2,40	102	10.1
	II	17	3	2	107,8	0,61	1,75	0,26	2,62	102	10.1
	III	18	4	3	106,7	0,56	1,39	0,31	2,26	102	10.1
	IV	18	4	3	119,6	0,63	1,63	0,33	2,59	102	10.1
SN ₃	I	18	4	3	136,7	0,51	2,50	0,28	3,29	104	10.1-10.2
	II	18	4	3	129,7	0,64	3,00	0,27	3,91	104	10.1-10.2
	III	21	4	4	132,5	0,66	2,80	0,25	3,71	104	10.1-10.2
	IV	19	4	3	104,7	0,52	2,39	0,24	3,15	104	10.1-10.2
EN ₁	I	14	4	2	85,9	0,42	1,53	0,35	2,30	101	10.1
	II	14	3	3	104,2	0,47	1,69	0,48	2,64	101	10.1
	III	15	3	3	95,5	0,41	1,83	0,48	2,72	101	10.1
	IV	15	5	3	109,4	0,41	1,50	0,31	2,22	101	10.1
EN ₂	I	24	5	3	100,3	0,45	1,63	0,46	2,54	101	10.1
	II	15	3	3	101,3	0,48	1,60	0,37	2,45	101	10.1
	III	17	4	2	102,0	0,47	1,72	0,27	2,46	101	10.1
	IV	15	3	3	103,7	0,48	1,61	0,33	2,42	101	10.1
EN ₃	I	21	5	3	129,9	0,71	2,61	0,61	3,93	103	10.1
	II	18	4	3	130,9	0,69	2,19	0,53	3,41	103	10.1
	III	13	3	3	129,2	0,55	2,04	0,47	3,06	103	10.1
	IV	19	4	3	127,9	0,69	2,07	0,66	3,42	103	10.1

Tabla 10.- Ensayo-1983. Valores primarios por tratamiento, repetición y muestreo. Quinta toma de muestras: 2-Mayo-1983.

<u>TRAT</u>	<u>RP</u>	<u>NH</u>	<u>NT</u>	<u>NE</u>	<u>SF</u>	<u>PSH</u>	<u>PST</u>	<u>PSE</u>	<u>PSTo</u>	<u>Pl/m²</u>	<u>EF</u>
TN ₁	I	20	3	2	92,93	0,50	2,66	0,78	3,94	78	10.5-11.1
	II	18	3	3	88,45	0,48	2,54	0,60	3,62	78	10.5-11.1
	III	21	3	3	138,78	0,73	2,64	0,61	3,98	78	10.5-11.1
	IV	15	2	2	101,35	0,49	1,60	0,41	2,50	78	10.5-11.1
TN ₂	I	15	3	2	72,48	0,43	2,57	0,48	3,48	77	10.5-11.1
	II	15	3	3	102,58	0,59	4,15	1,16	5,90	77	10.5-11.1
	III	13	3	3	61,32	0,36	2,08	0,98	3,42	77	10.5-11.1
	IV	19	5	3	79,38	0,46	3,67	1,87	6,00	77	10.5-11.1
TN ₃	I	18	4	3	105,86	0,57	3,56	0,63	4,76	79	10.5-11.1
	II	21	4	4	146,13	0,81	4,86	1,04	6,71	79	10.5-11.1
	III	22	4	3	82,46	0,45	4,25	1,09	5,79	79	10.5-11.1
	IV	19	4	4	155,12	0,70	3,32	0,68	4,70	79	10.5-11.1
SN ₁	I	22	4	3	113,48	0,55	2,40	0,72	3,67	81	10.5-11.1
	II	16	3	2	69,50	0,32	1,33	0,33	1,98	81	10.5-11.1
	III	27	5	5	193,90	1,03	4,02	0,96	6,01	81	10.5-11.1
	IV	21	4	4	170,68	0,90	2,90	0,70	4,50	81	10.5-11.1
SN ₂	I	20	4	4	112,51	0,57	2,39	1,18	4,14	82	10.5-11.1
	II	14	3	3	99,18	0,50	2,37	0,61	3,48	82	10.5-11.1
	III	16	4	3	62,53	0,31	1,40	0,32	2,03	82	10.5-11.1
	IV	19	4	3	112,73	0,55	2,82	0,71	4,08	82	10.5-11.1
SN ₃	I	19	4	4	128,49	0,70	3,78	0,70	5,28	82	10.5-11.1
	II	18	4	4	97,45	0,44	2,39	0,44	3,27	82	10.5-11.1
	III	17	4	4	86,40	0,42	2,73	0,97	4,12	82	10.5-11.1
	IV	15	3	2	55,00	0,24	1,52	0,27	4,13	82	10.5-11.1
EN ₁	I	16	4	4	120,86	0,59	3,22	1,16	4,97	81	10.5-11.1
	II	16	4	4	96,22	0,50	3,55	1,43	5,48	81	10.5-11.1
	III	11	3	3	60,11	0,28	1,66	0,39	2,33	81	10.5-11.1
	IV	15	3	3	109,02	0,60	2,71	0,74	4,05	81	10.5-11.1
EN ₂	I	20	5	3	65,69	0,45	1,84	0,35	2,64	81	10.5-11.1
	II	21	4	4	124,52	0,68	3,03	0,61	4,32	81	10.5-11.1
	III	15	3	3	63,80	0,31	1,34	0,29	1,94	81	10.5-11.1
	IV	16	3	3	70,78	0,36	2,10	0,48	2,94	81	10.5-11.1
EN ₃	I	18	4	4	126,33	0,70	3,39	1,41	5,50	82	10.5-11.1
	II	15	3	3	80,65	0,40	1,95	0,85	3,24	82	10.5-11.1
	III	15	4	4	99,47	0,54	2,59	0,95	4,08	82	10.5-11.1
	IV	19	4	4	91,20	0,44	2,37	0,71	3,52	82	10.5-11.1

Tabla 11.- Ensayo-1983. Valores primarios por tratamiento, repetición y muestreo. Sexta toma de muestras: 16-Mayo-1983.

TRAT	RP	NH	NT	NE	SF	PSH	PST	PSE	PSTo	Pl/m ²	EF
TN ₁	I	8	3	3	31,50	0,19	1,75	1,48	3,42	60	11.2
	II	18	3	2	42,21	0,31	2,53	2,17	5,01	60	11.2
	III	11	2	1	32,74	0,19	1,87	1,35	3,41	60	11.2
	IV	13	3	3	43,42	0,25	2,11	1,76	4,12	60	11.2
TN ₂	I	16	4	4	69,35	0,39	2,10	1,26	3,75	61	11.2
	II	8	3	2	47,00	0,28	1,66	1,19	3,13	61	11.2
	III	6	3	2	26,95	0,14	1,65	1,41	3,20	61	11.2
	IV	11	4	3	46,53	0,25	1,53	0,91	2,69	61	11.2
TN ₃	I	12	3	3	58,42	0,35	1,67	1,07	3,09	59	11.2
	II	8	2	2	37,83	0,27	1,43	1,01	2,71	59	11.2
	III	16	5	4	64,70	0,29	1,40	0,69	2,38	59	11.2
	IV	17	6	5	58,22	0,34	2,11	0,94	3,39	59	11.2
SN ₁	I	12	3	3	46,03	0,27	1,37	1,11	2,75	61	11.2
	II	16	4	4	58,52	0,37	2,40	1,65	4,42	61	11.2
	III	13	3	3	66,20	0,43	2,26	1,52	4,21	61	11.2
	IV	17	4	4	59,46	0,31	2,15	1,19	3,65	61	11.2
SN ₂	I	9	4	3	28,81	0,14	2,22	1,85	4,21	61	11.2
	II	8	4	4	39,94	0,21	1,31	0,91	2,43	61	11.2
	III	8	3	3	41,04	0,22	1,44	1,09	2,75	61	11.2
	IV	9	3	3	22,97	0,10	1,49	0,91	2,50	61	11.2
SN ₃	I	12	3	3	50,86	0,27	1,92	1,30	3,49	62	11.2
	II	15	4	4	42,21	0,41	2,49	1,76	4,66	62	11.2
	III	14	4	4	48,12	0,31	2,18	1,45	3,94	62	11.2
	IV	16	5	5	28,24	0,24	2,76	1,86	4,86	62	11.2
EN ₁	I	12	4	3	22,93	0,11	1,68	1,10	2,89	63	11.2
	II	8	3	2	45,77	0,28	1,48	1,18	2,94	63	11.2
	III	9	4	3	18,65	0,09	2,08	1,82	3,99	63	11.2
	IV	8	3	3	28,41	0,15	1,44	0,90	2,49	63	11.2
EN ₂	I	9	4	4	20,06	0,12	2,78	2,29	5,19	61	11.2
	II	9	3	3	25,79	0,15	2,09	1,48	3,72	61	11.2
	III	12	4	3	39,34	0,17	1,81	1,41	3,39	61	11.2
	IV	8	3	3	22,41	0,12	2,06	1,69	3,87	61	11.2
EN ₃	I	8	4	4	21,80	0,12	1,80	2,23	4,15	62	11.2
	II	9	4	3	37,75	0,23	1,86	0,83	2,92	62	11.2
	III	7	4	4	20,97	0,11	1,73	1,56	3,40	62	11.2
	IV	6	4	4	15,56	0,07	1,56	2,00	3,63	62	11.2

Tabla 12.- Ensayo-1983. Valores primarios por tratamiento, repetición y muestro. Séptima toma de muestras: 17-Junio-1983.

TRAT	RP	NH	NT	NE	SF	PSH	PST	PSE	PSTo	Pl/m ²	EF
TN ₁	I	-	2,50	2,50	-	-	1,33	2,08	3,41	34	11.4
	II	-	2,50	2,50	-	-	1,25	2,05	3,40	37	11.4
	III	-	2,67	2,67	-	-	1,31	1,89	3,20	43	11.4
	IV	-	2,50	2,50	-	-	1,77	2,73	4,50	39	11.4
TN ₂	I	-	3,33	3,33	-	-	1,55	2,63	4,18	43	11.4
	II	-	3,33	3,33	-	-	1,88	2,79	4,67	29	11.4
	III	-	3,00	3,00	-	-	1,54	2,40	3,94	38	11.4
	IV	-	3,50	3,50	-	-	2,12	2,91	5,03	33	11.4
TN ₃	I	-	3,72	3,72	-	-	2,12	2,99	5,11	36	11.4
	II	-	3,50	3,50	-	-	1,90	2,78	4,68	39	11.4
	III	-	4,00	4,00	-	-	2,13	2,95	5,07	44	11.4
	IV	-	3,67	3,67	-	-	2,34	3,23	5,57	48	11.4
SN ₁	I	-	3,50	3,50	-	-	1,91	2,97	4,88	32	11.4
	II	-	3,83	3,83	-	-	2,23	3,38	5,61	44	11.4
	III	-	3,67	3,67	-	-	2,01	2,88	4,89	50	11.4
	IV	-	3,67	3,67	-	-	2,27	3,32	5,59	44	11.4
SN ₂	I	-	3,83	3,83	-	-	1,83	3,22	5,05	39	11.4
	II	-	3,67	3,67	-	-	2,01	3,29	5,30	33	11.4
	III	-	3,33	3,33	-	-	1,68	2,24	3,29	40	11.4
	IV	-	3,33	3,33	-	-	2,39	3,33	5,72	29	11.4
SN ₃	I	-	3,67	3,67	-	-	1,98	3,15	5,13	44	11.4
	II	-	3,83	3,83	-	-	1,97	2,63	4,60	57	11.4
	III	-	4,17	4,17	-	-	2,48	3,81	6,29	48	11.4
	IV	-	4,17	4,17	-	-	2,47	3,79	6,26	42	11.4
EN ₁	I	-	3,83	3,83	-	-	2,04	3,15	5,19	34	11.4
	II	-	3,67	3,67	-	-	2,01	2,99	5,00	48	11.4
	III	-	3,67	3,67	-	-	1,83	2,53	4,36	50	11.4
	IV	-	3,33	3,33	-	-	1,67	2,58	4,25	35	11.4
EN ₂	I	-	3,67	3,67	-	-	1,79	2,86	4,65	41	11.4
	II	-	3,67	3,67	-	-	1,84	2,89	4,73	36	11.4
	III	-	3,17	3,17	-	-	1,55	2,08	3,63	44	11.4
	IV	-	3,50	3,50	-	-	1,93	2,85	4,78	29	11.4
EN ₃	I	-	3,67	3,67	-	-	1,78	2,81	4,59	52	11.4
	II	-	4,00	4,00	-	-	2,30	3,39	5,69	46	11.4
	III	-	4,17	4,17	-	-	2,22	3,43	5,65	47	11.4
	IV	-	3,83	3,83	-	-	2,08	2,71	4,79	52	11.4

Tabla 13.- Ensayo-1984. Valores primarios por tratamiento, repetición y muestreo. Primera toma de muestras: 28-Marzo-1984.

TRAT	RP	NH	NT	NE	SF	PSH	PST	PSE	PSTo	Pl/m ²	EF
<u>T</u> N ₁	I	6	2,1	-	27,5	0,10	0,04	-	0,14	112	1-3
	II	8	3,0	-	24,7	0,08	0,03	-	0,11	120	1-3
N ₂	I	8	2,3	-	30,4	0,11	0,05	-	0,16	110	1-3
	II	9	2,8	-	25,9	0,09	0,03	-	0,12	118	1-3
N ₃	I	8	2,8	-	31,4	0,11	0,09	-	0,20	108	1-3
	II	6	2,3	-	22,2	0,07	0,02	-	0,09	123	1-3
N ₄	I	9	3,2	-	26,5	0,09	0,07	-	0,16	125	1-3
	II	10	3,3	-	30,4	0,11	0,03	-	0,14	130	1-3
N ₅	I	9	3,2	-	30,4	0,11	0,04	-	0,15	121	1-3
	II	10	3,5	-	32,6	0,12	0,05	-	0,17	122	1-3
N ₆	I	7	3,0	-	31,0	0,11	0,05	-	0,16	120	1-3
	II	8	3,3	-	29,0	0,10	0,04	-	0,14	130	1-3
<u>S</u> N ₁	I	6	2,5	-	25,5	0,09	0,04	-	0,13	111	1-3
	II	6	2,2	-	23,9	0,08	0,03	-	0,11	131	1-3
N ₂	I	8	3,5	-	32,0	0,12	0,03	-	0,15	125	1-3
	II	8	2,5	-	25,5	0,09	0,03	-	0,12	120	1-3
N ₃	I	7	2,7	-	24,9	0,08	0,03	-	0,11	128	1-3
	II	9	3,0	-	29,4	0,10	0,04	-	0,14	119	1-3
N ₄	I	5	3,0	-	25,3	0,08	0,03	-	0,11	110	1-3
	II	9	3,8	-	42,2	0,17	0,15	-	0,32	100	1-3
N ₅	I	6	1,8	-	22,8	0,07	0,03	-	0,10	134	1-3
	II	9	3,2	-	33,0	0,12	0,05	-	0,17	130	1-3
N ₆	I	8	3,3	-	30,0	0,11	0,04	-	0,15	120	1-3
	II	8	2,5	-	28,3	0,10	0,03	-	0,13	129	1-3
<u>E</u> N ₁	I	7	2,3	-	25,3	0,08	0,06	-	0,14	110	1-3
	II	7	3,0	-	26,3	0,09	0,02	-	0,11	124	1-3
N ₂	I	8	2,8	-	30,6	0,11	0,04	-	0,15	110	1-3
	II	9	3,3	-	29,4	0,10	0,03	-	0,13	115	1-3
N ₃	I	7	2,5	-	21,8	0,07	0,02	-	0,09	131	1-3
	II	10	2,7	-	30,4	0,11	0,04	-	0,15	121	1-3
N ₄	I	6	3,0	-	24,9	0,08	0,03	-	0,11	138	1-3
	II	8	2,7	-	28,8	0,10	0,09	-	0,19	112	1-3
N ₅	I	7	2,5	-	29,8	0,11	0,10	-	0,21	100	1-3
	II	8	2,8	-	29,8	0,11	0,03	-	0,14	120	1-3
N ₆	I	8	2,7	-	35,5	0,13	0,10	-	0,23	104	1-3
	II	10	4,0	-	30,4	0,11	0,04	-	0,15	104	1-3

Tabla 14.- Ensayo-1984. Valores primarios por tratamiento, repetición y muestreo. Segunda toma de muestras: 10-Abril-1984.

TRAT	RP	NH	NT	NE	SF	PSH	PST	PSE	PSTo	Pl/m ²	EF
<u>T</u> N ₁	I	9	3,0	-	27,5	0,10	0,09	-	0,19	150	4-5
	II	8	2,5	-	34,5	0,13	0,05	-	0,18	145	4-6
N ₂	I	9	2,8	-	37,1	0,14	0,11	-	0,25	115	4-5
	II	8	3,3	-	33,0	0,12	0,08	-	0,20	130	4-5
N ₃	I	13	3,3	-	48,1	0,20	0,08	-	0,28	110	4-5
	II	9	3,0	-	46,1	0,19	0,05	-	0,24	125	4-5
N ₄	I	11	3,3	-	44,7	0,18	0,09	-	0,27	130	4-5
	II	13	4,2	-	57,1	0,24	0,12	-	0,36	135	4-5
N ₅	I	11	3,5	-	40,6	0,16	0,06	-	0,22	149	4-5
	II	10	3,7	-	49,1	0,20	0,08	-	0,28	141	4-5
N ₆	I	17	4,2	-	56,9	0,24	0,13	-	0,37	122	4-6
	II	14	3,5	-	71,8	0,31	0,12	-	0,43	110	4-6
<u>S</u> N ₁	I	10	3,2	-	45,7	0,18	0,14	-	0,32	110	4-5
	II	10	2,7	-	38,7	0,15	0,10	-	0,25	130	4-5
N ₂	I	10	3,0	-	40,6	0,16	0,08	-	0,24	126	4-5
	II	11	3,7	-	42,2	0,17	0,09	-	0,26	120	4-5
N ₃	I	11	3,5	-	44,6	0,18	0,12	-	0,30	120	4-5
	II	12	3,8	-	49,1	0,20	0,10	-	0,30	110	4-6
N ₄	I	14	3,8	-	52,8	0,22	0,15	-	0,37	120	4-5
	II	11	3,5	-	52,4	0,22	0,12	-	0,34	110	4-5
N ₅	I	12	3,8	-	41,2	0,16	0,10	-	0,26	120	4-5
	II	14	3,8	-	59,3	0,25	0,13	-	0,38	105	4-5
N ₆	I	13	4,0	-	53,8	0,22	0,13	-	0,35	102	4-6
	II	11	3,5	-	38,1	0,15	0,14	-	0,29	140	4-6
<u>E</u> N ₁	I	10	3,0	-	35,9	0,14	0,09	-	0,23	130	4-6
	II	10	3,3	-	45,7	0,18	0,06	-	0,24	125	4-5
N ₂	I	10	2,7	-	37,5	0,14	0,06	-	0,20	140	4-5
	II	11	3,0	-	36,7	0,14	0,05	-	0,20	145	4-5
N ₃	I	12	3,8	-	51,2	0,21	0,11	-	0,32	110	4-6
	II	9	3,3	-	40,0	0,16	0,05	-	0,21	130	4-5
N ₄	I	13	3,5	-	42,8	0,17	0,13	-	0,30	140	4-6
	II	10	3,2	-	35,5	0,13	0,10	-	0,23	140	4-5
N ₅	I	12	3,3	-	48,1	0,20	0,10	-	0,30	110	4-6
	II	17	5,0	-	52,2	0,22	0,08	-	0,30	131	4-5
N ₆	I	14	4,2	-	54,9	0,23	0,17	-	0,40	110	4-6
	II	12	3,7	-	71,6	0,31	0,13	-	0,44	101	4-5

Tabla 15.- Ensayo-1984. Valores primarios por tratamiento, repetición y muestreo. Tercera toma de muestras: 25-Abril-1984.

TRAT	RP	NH	NT	NE	SF	PSH	PST	PSE	PSTo	P1/m ²	EF
<u>I</u> N ₁	I	12	3,0	-	54,5	0,22	0,21	-	0,43	120	7-8
	II	11	3,2	-	86,3	0,35	0,13	-	0,48	105	7-8
N ₂	I	12	3,0	-	49,6	0,20	0,16	-	0,36	110	7-9
	II	14	3,5	-	91,2	0,37	0,24	-	0,61	101	7-9
N ₃	I	13	3,0	-	93,6	0,38	0,29	-	0,67	90	7-9
	II	13	3,0	-	54,5	0,22	0,15	-	0,37	120	7-8
N ₄	I	14	3,7	-	74,0	0,30	0,33	-	0,63	119	7-8
	II	12	3,5	-	61,8	0,25	0,24	-	0,49	130	7-8
N ₅	I	16	4,0	-	93,6	0,38	0,50	-	0,88	101	7-8
	II	15	4,0	-	81,4	0,33	0,37	-	0,70	119	7-9
N ₆	I	20	4,3	-	100,9	0,43	0,68	-	1,13	89	7-9
	II	14	3,7	-	93,6	0,38	0,47	-	0,85	101	7-9
<u>S</u> N ₁	I	10	3,5	-	47,1	0,19	0,24	-	0,43	140	7-8
	II	12	3,3	-	56,9	0,23	0,20	-	0,43	125	7-8
N ₂	I	13	3,5	-	74,0	0,30	0,20	-	0,50	120	7-9
	II	13	3,5	-	71,6	0,29	0,36	-	0,65	115	7-9
N ₃	I	17	3,3	-	105,8	0,43	0,43	-	0,86	109	7-9
	II	14	3,7	-	83,8	0,34	0,42	-	0,76	102	7-9
N ₄	I	16	4,0	-	83,8	0,34	0,37	-	0,71	115	7-8
	II	16	4,2	-	78,9	0,32	0,33	-	0,65	120	7-9
N ₅	I	16	4,6	-	122,9	0,50	0,43	-	0,93	126	7-8
	II	18	4,8	-	96,0	0,39	0,42	-	0,81	121	7-9
N ₆	I	17	4,4	-	78,9	0,32	0,57	-	0,79	118	7-8
	II	17	5,0	-	64,3	0,26	0,41	-	0,67	138	7-9
<u>E</u> N ₁	I	13	3,7	-	66,7	0,27	0,18	-	0,45	127	7-8
	II	14	3,5	-	98,5	0,40	0,24	-	0,64	114	7-9
N ₂	I	13	3,3	-	66,7	0,27	0,41	-	0,68	106	7-8
	II	14	3,5	-	61,8	0,25	0,51	-	0,76	109	7-8
N ₃	I	14	3,7	-	66,7	0,27	0,27	-	0,54	105	7-9
	II	16	3,5	-	88,7	0,36	0,36	-	0,72	124	7-9
N ₄	I	16	4,0	-	78,9	0,32	0,33	-	0,65	132	7-8
	II	17	4,5	-	125,4	0,51	0,36	-	0,87	133	7-8
N ₅	I	18	4,7	-	98,5	0,40	0,40	-	0,80	102	7-8
	II	18	5,0	-	130,3	0,53	0,34	-	0,87	120	7-9
N ₆	I	20	5,0	-	142,5	0,58	0,62	-	1,20	103	7-8
	II	18	4,5	-	98,5	0,40	0,37	-	0,74	93	7-8

Tabla 16.- Ensayo-1984. Valores primarios por tratamiento, repetición y muestreo. Cuarta toma de muestras: 9-Mayo-1984.

TRAT	RP	NH	NT	NE	SF	PSH	PST	PSE	PSTo	Pl/m ²	EF		
<u>T</u>	N ₁	I	8	3,0	1,8	37,4	0,15	0,57	0,12	0,84	82	10.1-10.2	
		II	7	2,8	1,7	27,6	0,11	0,66	0,12	0,89	71	10-10.2	
	N ₂	I	11	2,7	1,8	50,0	0,20	0,70	0,14	1,04	65	10-10.2	
		II	8	3,3	2,2	42,3	0,17	0,66	0,27	1,09	70	10-10.2	
	N ₃	I	11	3,0	1,5	47,1	0,19	0,63	0,13	0,95	86	10-10.1	
		II	11	2,8	1,7	61,8	0,25	0,62	0,08	0,95	92	10-10.1	
	N ₄	I	13	3,5	1,5	59,4	0,24	0,85	0,22	1,31	96	10-10.1	
		II	11	3,5	2,2	60,0	0,12	0,65	0,20	0,97	109	10.1-10.2	
	N ₅	I	13	3,7	1,5	88,7	0,36	1,18	0,24	1,78	82	10-10.2	
		II	16	4,2	2,8	74,0	0,30	1,13	0,31	1,74	86	10.1-10.3	
	N ₆	I	18	4,0	3,3	132,7	0,54	1,17	0,41	2,12	61	10.1-10.3	
		II	17	4,0	1,3	89,1	0,38	0,78	0,38	1,54	91	10-10.2	
<u>S</u>	N ₁	I	16	3,5	2,3	105,8	0,43	0,97	0,14	1,34	82	10-10.1	
		II	12	3,0	1,0	44,7	0,18	0,54	0,11	0,83	105	10-10.1	
	N ₂	I	12	3,2	2,8	83,8	0,34	1,09	0,25	1,68	68	10.1-10.2	
		II	10	3,2	1,8	37,4	0,15	0,65	0,14	0,94	98	10-10.2	
	N ₃	I	14	3,3	1,5	64,3	0,26	0,90	0,19	1,35	73	10-10.2	
		II	13	3,5	2,2	81,4	0,33	0,78	0,10	1,21	81	10.1-10.3	
	N ₄	I	15	3,8	2,5	81,8	0,25	0,93	0,15	1,33	104	10.1-10.2	
		II	12	3,7	1,5	49,6	0,20	0,60	0,19	0,99	102	10.1-10.3	
	N ₅	I	17	4,2	2,2	74,0	0,30	1,63	0,22	2,15	93	10-10.2	
		II	17	4,8	3,2	89,1	0,28	1,11	0,31	1,70	98	10-10.2	
	N ₆	I	13	4,3	2,3	79,4	0,34	1,03	0,24	1,71	102	10.1-10.3	
		II	15	4,5	2,3	83,8	0,34	0,92	0,18	1,44	110	10-10.1	
	<u>E</u>	N ₁	I	13	3,0	1,5	69,1	0,28	0,56	0,22	1,06	100	10-10.1
			II	10	3,7	1,3	32,5	0,13	0,59	0,14	0,86	96	10-10.1
		N ₂	I	14	3,3	2,8	74,0	0,30	1,00	0,33	1,63	65	10-10.1
			II	9	3,0	1,3	34,9	0,14	0,50	0,04	0,68	105	10-10.1
		N ₃	I	12	3,7	1,8	59,4	0,24	0,82	0,15	1,21	96	10-10.2
			II	13	3,3	1,5	44,7	0,18	0,52	0,03	0,73	102	10-10.1
N ₄		I	15	4,0	1,7	74,0	0,30	0,96	0,11	1,27	105	10-10.1	
		II	15	3,9	2,0	66,7	0,27	0,96	0,26	1,49	91	10-10.1	
N ₅		I	16	4,5	2,8	92,0	0,41	1,20	0,19	1,80	89	10-10.1	
		II	17	4,0	3,7	125,4	0,51	1,84	0,32	2,67	65	10-10.2	
N ₆		I	18	4,5	2,0	105,8	0,43	1,20	0,22	1,85	92	10.1-10.2	
		II	14	4,2	2,2	81,5	0,33	1,09	0,14	1,56	89	10-10.1	

Tabla 17.- Ensayo-1984. Valores primarios por tratamiento, repetición y muestreo. Quinta toma de muestras: 23-Mayo1984.

TRAT	RP	NH	NT	NE	SF	PSH	PST	PSE	PSTo	Pl/m ²	EF
<u>T</u> N ₁	I	9	2,2	1,8	52,4	0,26	0,97	0,23	1,46	53	10.4-10.5
	II	7	3,3	2,3	54,8	0,12	1,27	0,43	1,82	48	10.4-10.5
N ₂	I	10	2,7	1,7	38,6	0,19	1,30	0,41	1,90	45	10.4-10.5
	II	8	2,7	2,3	30,7	0,15	1,20	0,38	1,73	48	10.4-10.5
N ₃	I	12	2,8	1,8	58,3	0,29	1,17	0,31	1,77	51	10.4-10.5
	II	10	2,8	2,8	54,3	0,27	1,76	0,56	2,59	52	10.4-10.5
N ₄	I	11	3,2	2,8	38,6	0,19	1,35	0,43	1,97	50	10.4-10.5
	II	13	3,3	3,2	66,1	0,33	1,57	0,54	2,44	53	10.4-10.5
N ₅	I	13	3,7	2,7	68,1	0,34	1,70	0,49	2,53	47	10.4-10.5
	II	12	3,7	3,7	60,2	0,30	2,65	0,87	3,82	50	10.4-10.5
N ₆	I	14	3,8	3,5	56,3	0,28	1,85	0,56	2,69	49	10.4-10.5
	II	11	3,7	3,5	46,5	0,23	2,01	0,75	2,99	52	10.4-10.5
<u>S</u> N ₁	I	12	3,0	2,0	74,0	0,37	1,49	0,42	2,28	48	10.4-10.5
	II	10	3,2	2,8	38,6	0,19	1,43	0,49	2,11	51	10.4-10.5
N ₂	I	12	3,0	2,5	58,3	0,29	1,80	0,52	2,61	47	10.4-10.5
	II	13	3,3	3,0	74,0	0,37	2,01	0,56	2,94	51	10.4-10.5
N ₃	I	12	3,2	2,5	74,0	0,37	2,10	0,61	3,08	48	10.4-10.5
	II	14	3,5	3,0	81,9	0,41	2,10	0,61	3,12	51	10.4-10.5
N ₄	I	15	3,7	2,7	87,8	0,44	1,80	0,39	2,63	52	10.4-10.5
	II	15	3,7	3,5	89,8	0,45	1,95	0,46	2,86	50	10.4-10.5
N ₅	I	17	4,0	3,0	121,3	0,61	2,23	0,42	3,26	49	10.4-10.5
	II	16	4,3	3,0	78,0	0,39	2,03	0,59	3,01	51	10.4-10.5
N ₆	I	15	4,0	2,8	76,0	0,38	1,95	0,46	2,79	52	10.4-10.5
	II	16	4,0	3,5	72,1	0,36	2,31	0,75	3,42	50	10.4-10.5
<u>E</u> N ₁	I	12	3,0	2,2	56,3	0,28	1,45	0,35	2,08	49	10.4-10.5
	II	14	3,7	3,0	72,1	0,36	1,75	0,46	2,57	46	10.4-10.5
N ₂	I	13	3,2	1,5	54,3	0,27	1,38	0,27	1,92	45	10.4-10.5
	II	10	2,8	2,3	36,6	0,18	1,30	0,31	1,79	51	10.4-10.5
N ₃	I	10	3,2	2,0	32,7	0,16	1,16	0,28	1,60	50	10.4-10.5
	II	17	3,8	3,5	89,8	0,45	1,94	0,44	2,83	51	10.4-10.5
N ₄	I	15	4,0	3,7	76,0	0,38	2,08	0,61	3,07	52	10.4-10.5
	II	14	3,8	2,8	74,0	0,37	1,59	0,32	2,28	49	10.4-10.5
N ₅	I	16	4,2	3,3	89,8	0,45	1,61	0,38	2,44	48	10.4-10.5
	II	14	4,5	3,2	62,2	0,31	1,77	0,51	2,59	45	10.4-10.5
N ₆	I	17	4,3	3,3	99,6	0,50	2,57	0,65	3,72	50	10.4-10.5
	II	14	4,5	3,3	72,1	0,36	2,22	0,61	3,19	48	10.4-10.5

Tabla 18.- Ensayo-1984. Valores primarios por tratamiento, repetición y muestreo. Sexta toma de muestras: 5-Junio-1984.

TRAT	RP	NH	NT	NE	SF	PSH	PST	PSE	PSTo	Pl/m ²	EF		
I	N ₁	I	5	2,7	2,7	20,8	0,10	1,48	0,64	2,22	32	11.1	
		II	6	2,7	2,7	22,8	0,11	1,37	0,73	2,21	29	11.1-11.2	
	N ₂	I	5	2,7	2,7	16,9	0,08	1,60	1,02	2,70	27	11.1	
		II	5	2,3	2,3	22,8	0,11	1,50	0,84	2,45	30	11.1	
	N ₃	I	5	2,5	2,5	14,9	0,07	1,40	1,00	2,47	29	11.1-11.2	
		II	6	2,5	2,5	26,8	0,13	1,72	0,96	2,81	28	11.1	
	N ₄	I	8	3,0	3,0	32,7	0,16	2,33	0,98	3,47	32	11.1	
		II	7	3,2	3,2	24,8	0,12	1,81	0,81	2,74	29	11.1	
	N ₅	I	8	3,7	3,7	40,5	0,20	2,66	1,47	4,33	31	11.1-11.2	
		II	6	3,8	3,8	16,9	0,08	1,54	0,82	2,44	28	11.1-11.2	
	N ₆	I	9	3,5	3,5	34,6	0,17	2,42	1,37	3,96	27	11.1	
		II	10	4,0	4,0	60,3	0,30	2,67	1,25	4,22	30	11.1	
S	N ₁	I	6	2,5	2,5	22,8	0,11	1,51	0,66	2,28	27	10.5-11.1	
		II	9	3,2	3,2	42,5	0,21	2,23	0,93	3,37	28	11.1	
	N ₂	I	6	2,7	2,7	16,9	0,08	1,27	0,67	2,02	29	11.1	
		II	8	3,2	3,2	44,5	0,22	2,46	1,00	3,68	30	11.1	
	N ₃	I	7	2,7	2,7	26,8	0,13	1,87	1,04	3,04	32	10.5-11.1	
		II	9	3,7	3,7	58,3	0,29	2,17	1,08	3,54	29	11.1	
	N ₄	I	12	3,7	3,7	68,1	0,34	2,67	0,94	3,95	31	11.1	
		II	11	3,7	3,7	58,3	0,29	3,13	1,17	4,59	30	11.1	
	N ₅	I	11	3,8	3,8	56,3	0,28	2,42	0,90	3,60	27	10.5-11.1	
		II	9	4,5	4,5	40,5	0,20	2,38	1,30	3,88	29	11.1-11.2	
	N ₆	I	10	4,0	4,0	52,4	0,26	2,88	1,41	4,55	31	10.5-11.1	
		II	13	4,4	4,4	70,1	0,35	2,59	0,86	3,80	29	11.1	
	E	N ₁	I	6	3,3	3,3	30,7	0,15	1,90	0,85	2,90	27	11.1-11.2
			II	5	3,3	3,3	22,8	0,11	1,41	0,57	2,09	26	11.1-11.2
		N ₂	I	5	2,7	2,7	13,0	0,06	1,37	0,88	2,31	27	11.1
			II	6	2,8	2,8	24,8	0,12	1,95	0,82	2,89	30	11.1
		N ₃	I	7	3,3	3,3	28,7	0,14	2,25	1,06	3,45	29	11.1-11.2
			II	5	2,8	2,8	16,9	0,08	1,41	0,70	2,19	27	11.1-11.2
N ₄		I	7	3,3	3,3	26,8	0,13	2,26	1,29	3,68	28	11.1-11.2	
		II	7	3,5	3,5	28,7	0,14	1,83	0,57	2,54	26	11.1	
N ₅		I	8	4,2	4,2	24,8	0,12	1,84	1,14	3,10	29	11.1	
		II	8	4,3	4,3	34,6	0,17	2,35	0,85	3,37	31	11.1-11.2	
N ₆		I	11	4,2	4,2	50,4	0,25	2,90	1,24	4,39	27	11.1	
		II	8	4,3	4,3	22,8	0,11	2,02	0,97	3,10	29	11.1	

Tabla 19.- Ensayo-1984. Valores primarios por tratamiento, repetición y muestreo. Séptima toma de muestras: 2-Julio-1984.

TRAT	RP	NH	NT	NE	SF	PSH	PST	PSE	PSTo	Pl/m ²	EF	
<u>T</u>	N ₁	I	-	2,7	2,7	-	-	2,09	2,64	4,73	23	11.4
		II	-	2,5	2,5	-	-	1,47	2,05	5,52	21	11.4
	N ₂	I	-	2,4	2,4	-	-	1,48	2,64	4,12	22	11.4
		II	-	2,6	2,6	-	-	1,42	1,86	3,29	20	11.4
	N ₃	I	-	2,5	2,5	-	-	1,34	2,03	3,37	24	11.4
		II	-	2,7	2,7	-	-	1,30	1,65	2,95	23	11.4
	N ₄	I	-	2,7	2,7	-	-	1,65	2,00	3,65	25	11.4
		II	-	3,3	3,3	-	-	1,47	1,97	3,44	24	11.4
	N ₅	I	-	3,5	3,5	-	-	2,10	2,67	4,77	26	11.4
		II	-	3,7	3,7	-	-	2,04	2,68	4,72	23	11.4
	N ₆	I	-	3,6	3,6	-	-	3,02	3,62	6,64	22	11.4
		II	-	3,9	3,9	-	-	2,16	3,10	5,26	24	11.4
<u>S</u>	N ₁	I	-	2,8	2,8	-	-	1,55	2,43	3,98	23	11.4
		II	-	2,8	2,8	-	-	1,48	2,00	3,48	22	11.4
	N ₂	I	-	2,7	2,7	-	-	1,81	2,24	4,05	24	11.4
		II	-	2,7	2,7	-	-	1,85	2,55	4,40	21	11.4
	N ₃	I	-	2,9	2,9	-	-	1,85	2,43	4,28	25	11.4
		II	-	3,6	3,6	-	-	2,38	2,87	5,25	23	11.4
	N ₄	I	-	3,3	3,3	-	-	2,13	2,70	4,83	24	11.4
		II	-	3,5	3,5	-	-	2,27	3,13	5,40	21	11.4
	N ₅	I	-	4,6	4,6	-	-	2,60	3,65	6,25	22	11.4
		II	-	4,2	4,2	-	-	2,19	2,86	5,05	23	11.4
	N ₆	I	-	4,3	4,3	-	-	2,72	3,21	5,93	24	11.4
		II	-	4,4	4,4	-	-	2,59	3,58	6,17	23	11.4
<u>E</u>	N ₁	I	-	2,8	2,8	-	-	1,57	2,23	3,80	23	11.4
		II	-	3,5	3,5	-	-	2,15	2,43	4,57	22	11.4
	N ₂	I	-	2,7	2,7	-	-	1,56	2,12	3,68	23	11.4
		II	-	2,8	2,8	-	-	1,72	2,11	3,82	26	11.4
	N ₃	I	-	3,2	3,2	-	-	1,78	2,64	4,42	24	11.4
		II	-	3,3	3,3	-	-	1,78	2,33	4,11	22	11.4
	N ₄	I	-	3,6	3,6	-	-	1,88	2,64	4,52	23	11.4
		II	-	3,6	3,6	-	-	1,79	2,59	4,38	21	11.4
	N ₅	I	-	4,2	4,2	-	-	2,60	2,99	5,59	23	11.4
		II	-	4,2	4,2	-	-	2,65	1,97	4,62	25	11.4
	N ₆	I	-	4,3	4,3	-	-	2,60	3,55	6,15	22	11.4
		II	-	4,2	4,2	-	-	2,16	2,84	5,00	24	11.4

4.2.- Estudio de la producción de grano en los ensayos de 1982, 1983 y 1984 en función de los tratamientos.

El análisis estadístico de los resultados obtenidos en este apartado incluye la cosecha grano por unidad de superficie, la cosecha planta y sus parámetros determinantes, número de espigas por planta, número de granos por espiga y peso de mil granos:

- En primer lugar se estudia, mediante análisis de varianza, la influencia de los tratamientos suministrados en los años 1982, 83 y 84 sobre las cosechas y sus parámetros.
- Posteriormente se analizan las reacciones existentes entre las cosechas y sus componentes, mediante correlaciones simples y parciales.
- Por último, se realiza un estudio comparativo ("t" de Student) de los resultados en los tres años ensayados.

En las Tablas 20, 21 y 22 se recogen en forma ordenada los valores indicativos de la producción obtenida por tratamiento y repetición para los tres años ensayados.

Tabla 20.- Ensayo-1982. Valores medios de cosecha grano, cosecha planta y parámetros determinantes por tratamiento y repetición.

TRAT		RP	Y	Y/pl	NE/pl	NG/E	PMG	
NS ₁	NA ₀ S ₁	I	14,85	1,65	2,67	24,9	24,76	
		II	19,50	2,22	3,00	25,0	29,54	
	NA ₁ S ₁	I	17,25	2,57	3,33	25,3	30,50	
		II	19,90	2,63	4,00	26,2	25,10	
	NA ₂ S ₁	I	14,10	2,53	4,00	24,3	26,01	
		II	19,50	2,98	3,67	25,2	32,24	
	NA ₀ S ₂	I	17,65	2,10	3,00	23,3	30,02	
		II	16,85	2,02	3,00	25,5	26,35	
	NA ₁ S ₂	I	16,40	2,47	3,33	23,2	32,00	
		II	19,50	2,84	4,00	25,3	28,10	
	NA ₂ S ₂	I	25,60	2,72	4,00	23,6	28,86	
		II	17,80	2,85	4,00	25,2	28,13	
	NA ₀ S ₀	I	20,95	1,71	3,00	23,5	24,20	
		II	14,15	1,43	2,33	25,3	24,25	
	NA ₁ S ₀	I	19,95	2,28	3,33	24,4	28,12	
		II	17,55	2,10	3,00	24,9	28,07	
	NA ₂ S ₀	I	30,00	2,84	3,33	25,2	33,80	
		II	21,55	2,55	3,67	24,6	28,26	
	NS ₂	NA ₀ S ₁	I	19,15	2,29	3,33	25,4	27,06
			II	15,75	2,61	3,33	26,4	29,72
NA ₁ S ₁		I	16,00	2,76	3,67	25,0	30,10	
		II	20,20	2,97	4,00	24,8	29,95	
NA ₂ S ₁		I	16,60	2,37	3,33	23,6	30,15	
		II	21,55	3,46	4,67	25,5	29,05	
NA ₀ S ₂		I	5,95	2,54	3,33	25,7	29,65	
		II	12,25	1,74	3,33	22,4	23,30	
NA ₁ S ₂		I	20,15	3,10	4,00	25,6	30,31	
		II	15,40	2,82	4,00	26,0	27,13	
NA ₂ S ₂		I	20,60	2,55	4,00	22,8	27,92	
		II	25,00	3,17	4,00	25,8	30,70	
NA ₀ S ₀		I	20,50	1,86	3,00	23,6	26,34	
		II	20,35	2,17	3,33	24,8	26,30	
NA ₁ S ₀		I	22,05	2,75	4,00	26,3	26,14	
		II	10,75	2,21	4,00	23,8	23,20	
NA ₂ S ₀		I	20,55	2,64	3,00	27,2	32,35	
		II	16,60	3,08	4,00	24,1	32,00	

Tabla 21.- Ensayo-1983. Valores medios de cosecha grano, cosecha planta y parámetros determinantes por tratamiento y repetición.

<u>TRAT</u>	<u>RP</u>	<u>Y</u>	<u>Y/pl</u>	<u>NE/pl</u>	<u>NG/E</u>	<u>PMG</u>
TN ₁	I	7,00	2,04	2,50	22,4	36,47
	II	8,00	2,18	2,50	21,4	40,70
	III	10,00	2,34	2,67	22,7	38,63
	IV	8,00	2,08	2,50	20,8	39,95
TN ₂	I	11,00	2,58	3,33	21,1	36,68
	II	8,00	2,80	3,33	22,5	37,31
	III	10,00	2,67	3,00	22,8	38,99
	IV	9,00	2,70	3,50	21,3	36,22
TN ₃	I	11,00	3,02	3,72	22,5	36,04
	II	11,00	2,84	3,50	22,8	35,63
	III	14,00	3,21	4,00	21,7	37,04
	IV	15,00	3,12	3,67	22,1	38,50
SN ₁	I	9,00	2,85	3,50	20,8	39,17
	II	14,00	3,21	3,83	21,9	38,27
	III	15,00	3,03	3,67	22,0	37,56
	IV	13,00	2,95	3,67	21,3	37,75
SN ₂	I	12,00	3,12	3,83	22,7	35,92
	II	10,00	3,03	3,67	22,1	37,65
	III	11,00	2,75	3,33	20,7	37,00
	IV	9,00	3,12	3,33	24,2	38,72
SN ₃	I	15,00	3,41	3,67	23,5	39,58
	II	18,00	3,14	3,83	21,4	38,36
	III	17,00	3,56	4,17	23,0	37,17
	IV	15,00	3,56	4,17	22,1	38,64
EN ₁	I	11,00	3,20	3,83	23,2	36,04
	II	14,00	2,94	3,67	21,8	36,70
	III	15,00	3,00	3,67	21,0	38,86
	IV	10,00	2,89	3,33	23,0	37,71
EN ₂	I	12,00	2,96	3,67	22,7	35,58
	II	11,00	3,07	3,67	23,5	35,54
	III	12,00	2,73	3,17	22,1	38,90
	IV	9,00	3,07	3,50	22,8	38,44
EN ₃	I	17,00	3,27	3,67	23,5	37,92
	II	16,00	3,52	4,00	23,0	38,28
	III	16,00	3,41	4,17	22,0	37,18
	IV	17,00	3,27	3,83	22,6	37,80

Tabla 22.- Ensayo-1984. Valores medios de cosecha grano, cosecha planta y parámetros determinantes por tratamiento y repetición.

<u>TRAT</u>		<u>RP</u>	<u>Y</u>	<u>Y/pl</u>	<u>NE/pl</u>	<u>NG/E</u>	<u>PMG</u>
<u>I</u>	N ₁	I	4,30	2,05	2,70	20,5	37,00
		II	4,40	2,07	2,50	21,8	38,00
	N ₂	I	4,60	2,10	2,40	23,6	37,00
		II	3,70	1,87	2,60	21,2	34,00
	N ₃	I	4,60	1,92	2,50	20,8	37,00
		II	4,40	1,92	2,70	21,5	33,00
	N ₄	I	6,00	2,39	2,70	22,7	39,00
		II	5,80	2,42	3,30	21,6	34,00
	N ₅	I	7,20	2,76	3,50	23,2	34,00
		II	6,80	2,96	3,70	23,5	34,00
	N ₆	I	7,10	3,22	3,60	23,6	38,00
		II	7,40	3,11	3,90	22,8	35,00
<u>S</u>	N ₁	I	5,30	2,31	2,80	22,9	36,00
		II	5,20	2,37	2,80	22,9	37,00
	N ₂	I	5,40	2,23	2,70	22,9	36,00
		II	5,20	2,46	2,70	23,9	38,00
	N ₃	I	6,20	2,49	2,90	22,6	38,00
		II	6,80	2,95	3,60	22,8	36,00
	N ₄	I	6,30	2,63	3,30	22,1	36,00
		II	6,90	3,26	3,50	25,2	37,00
	N ₅	I	8,10	3,69	4,60	22,9	35,00
		II	7,50	3,26	4,20	21,1	37,00
	N ₆	I	7,90	3,31	4,30	21,4	36,00
		II	8,10	3,52	4,40	22,2	36,00
<u>E</u>	N ₁	I	5,50	2,41	2,80	23,9	36,00
		II	6,70	2,85	3,50	21,5	38,00
	N ₂	I	4,90	2,12	2,70	22,4	35,00
		II	6,30	2,42	2,80	21,6	40,00
	N ₃	I	6,30	2,63	3,20	22,8	36,00
		II	5,50	2,48	3,30	20,9	36,00
	N ₄	I	6,50	2,84	3,60	21,9	36,00
		II	6,60	3,01	3,60	23,9	35,00
	N ₅	I	7,90	3,43	4,20	22,7	36,00
		II	7,90	3,16	4,20	21,5	35,00
	N ₆	I	8,10	3,70	4,30	23,9	36,00
		II	7,80	3,25	4,20	21,5	36,00

4.2.1.- Ensayo-1982.

4.2.1.1.- Análisis de la cosecha grano (kg/100 m²) en función de los niveles y épocas de aplicación de nitrógeno y de las dosis de azufre - foliar al final del ahijado.

El análisis estadístico fué dividido en tres apartados:

1) Estudio, mediante análisis de varianza y mínimas diferencias significativas de la influencia sobre la cosecha grano de dos niveles de nitrógeno en ahijado ($NA_1 = 20$ kg/Ha y $NA_2 = 40$ kg/Ha) y otros dos de azufre también en ahijado ($S_1 = 12,5$ kg/Ha y $S_2 = 25$ kg/Ha), junto con una dosis baja de nitrógeno en sementera ($NS_1 = 20$ kg/Ha), contrastados con sus correspondientes testigos.

2) Análisis de la varianza de la acción sobre la cosecha grano de los mismos niveles de nitrógeno y azufre en ahijado, junto con una dosis superior de nitrógeno en sementera ($NS_2 = 40$ kg/Ha), contrastados con sus testigos.

3) Comparación de los valores medios de cosecha grano de los dos apartados anteriores mediante un ensayo de diferencias entre medias ("t" de Student).

4.2.1.1.1.- Estudio del nivel NS_1 .

En la Tabla 23 se presentan los valores de cosecha grano por repetición y tratamiento, y en la Tabla 24 el análisis de varianza de los mismos.

Tabla 23.- Ensayo-1982. Cosecha grano en función de las dosis de nitrógeno y azufre en ahijado para el nivel mínimo de nitrógeno en sementera, NS_1 .

Resultados por tratamiento y repetición:

RP	TRATAMIENTOS									Ex	\bar{x}
	NS ₁										
	S ₁			S ₂			S ₀				
NA ₀	NA ₁	NA ₂	NA ₀	NA ₁	NA ₂	NA ₀	NA ₁	NA ₂			
I	14,9	17,3	14,1	17,7	16,4	25,6	21,0	20,0	30,0	177,0	19,7
II	19,5	19,9	19,5	16,9	19,5	17,8	14,2	17,6	21,6	166,5	18,5
EX	34,4	37,2	33,6	34,6	35,9	43,4	35,2	37,6	51,6		
\bar{x}	17,2	18,6	16,8	17,3	18,0	21,7	17,6	18,8	25,8		

Resultados por tratamiento:

	NA ₀	NA ₁	NA ₂	Ex	\bar{x}
S ₁	34,4	37,2	33,6	105,2	17,5
S ₂	34,6	35,9	43,4	113,9	19,0
S ₀	35,2	37,6	51,6	124,4	20,7
Ex	104,2	110,7	128,6		
\bar{x}	17,4	18,5	21,4		

Tabla 24.- Ensayo-1982. Cosecha grano del nivel NS₁: Análisis de varianza.

Análisis de varianza:

FV	GL	SC	MC	FC	NA	
RP	1	6,1	6,1	0,4	-	
TRAT	NA	2	54,0	27,0	1,8	-
	S	8	135,1	16,9	1,1	1,0
	SNA	4	51,3	12,8	0,9	-
ERROR	8	120,1	15,0			
TOTAL	17					

Los resultados obtenidos (Tabla 24) indican que, aunque no exista variabilidad estadística, los tratamientos de nitrógeno y azufre presentaron una cierta influencia sobre la producción de grano:

- En las condiciones de nuestros ensayos, los diferentes tratamientos de nitrógeno en ahijado causaron notables incrementos en la cosecha respecto a los testigos (Tabla 25):

Tabla 25.- Ensayo-1982. Nivel NS₁: Comparación entre los efectos principales NA. % de incremento o disminución.

	NA ₀	NA ₁
NA ₂	23,0%	15,7%
NA ₁	6,3%	

Puede observarse claramente que la dosis más elevada de nitrógeno en ahijado presenta acusados aumentos de cosecha frente a los dos niveles restantes, destacando el 23,0% de incremento respecto al testigo:

$$\begin{aligned} NA_2 &= 21,4 \text{ kg}/100\text{m}^2 \\ NA_1 &= 18,5 \text{ kg}/100\text{m}^2 \\ NA_0 &= 17,4 \text{ kg}/100\text{m}^2 \end{aligned}$$

- Si se comparan los niveles de producción obtenidos con las aplicaciones conjuntas de NA y S (Tabla 26):

Tabla 26.- Ensayo-1982. Nivel NS₁: Comparación entre los efectos principales de S y NA. % de incremento o disminución.

	S ₀ NA ₁	S ₁ NA ₁	S ₂ NA ₁
S ₀ NA ₂	37,5%	-	-
S ₁ NA ₂	-	-10,6%	-
S ₂ NA ₂	-	-	20,9%

Se constata que la diferencia entre las cosechas obtenidas para los tratamientos testigo de azufre S₀NA₂ y S₀NA₁ fué bastante elevada - (37,5%) pero que la adición de azufre, en cualquiera de sus dosis, redujo estas diferencias hasta sólo el 5,2%. Ello parece indicar que el azufre actuó como suplementario del nitrógeno, elevando las cosechas de los tratamientos NA₁ a niveles cercanos a los obtenidos con mayor dosis de nitrógeno, NA₂:

$$\begin{aligned} S_2NA_2 &= 21,7 \text{ kg}/100\text{m}^2 & S_1NA_2 &= 16,8 \text{ kg}/100\text{m}^2 \\ S_2NA_1 &= 18,0 \text{ kg}/100\text{m}^2 & S_1NA_1 &= 18,6 \text{ kg}/100\text{m}^2 \end{aligned}$$

- Así mismo, se puede observar que el azufre no tuvo efecto junto a los tratamientos NA₀, reforzándose de este modo la interpretación de su acción con carácter suplementario, descartándose la posibilidad de acción subtitutiva del nitrógeno:

$$\begin{aligned} S_0NA_0 &= 17,6 \text{ kg}/100\text{m}^2 \\ S_1NA_0 &= 17,2 \text{ kg}/100\text{m}^2 \\ S_2NA_0 &= 17,3 \text{ kg}/100\text{m}^2 \end{aligned}$$

4.2.1.1.2.- Estudio del nivel NS₂.

En las Tablas 27 y 28 se reflejan respectivamente los valores de cosecha grano por tratamiento y repetición, así como el análisis de varianza correspondiente.

Tabla 27.- Ensayo-1982. Cosecha grano en función de las dosis de nitrógeno y azufre en ahijado para el nivel máximo de nitrógeno en sementera NS₂.

Resultados por tratamiento y repetición:

RP	TRATAMIENTOS									Ex	\bar{x}
	NS ₂										
	S ₁			S ₂			S ₀				
	NA ₀	NA ₁	NA ₂	NA ₀	NA ₁	NA ₂	NA ₀	NA ₁	NA ₂		
I	19,2	16,0	16,6	6,0	20,2	20,6	20,5	22,1	20,6	161,8	18,0
II	15,8	20,2	21,6	12,3	15,4	25,0	20,4	10,8	16,6	158,1	17,6
Ex	35,0	36,2	38,2	18,3	35,6	45,6	40,9	32,9	37,2		
\bar{x}	17,5	18,1	19,1	9,2	17,8	22,8	20,5	16,5	18,6		

Resultados por tratamiento:

	NA ₀	NA ₁	NA ₂	Ex	\bar{x}
S ₁	35,0	36,2	38,2	109,4	18,2
S ₂	18,3	35,6	45,6	99,5	16,6
S ₀	40,9	32,9	37,2	111,0	18,5
Ex	94,2	104,7	121,0		
\bar{x}	15,7	17,5	20,0		

Tabla 28.- Ensayo-1982. Cosecha grano del nivel NS₂: Análisis de varianza.

Análisis de varianza:

FV	GL	SC	MC	FC	NP
RP	1	0,8	0,8	0,1	-
TRAT	NA	2	61,4	30,7	1,9
	S	8	223,9	28,0	1,7
	SNA	4	149,6	37,4	2,3
ERROR	8	132,5	16,6		
TOTAL	17				

De forma similar que para el nivel NS₁, el análisis de los datos obtenidos en este ensayo NS₂ (Tabla 28), pone de manifiesto un cierto efecto positivo de los tratamientos NA y S sobre la cosecha grano:

- Los tratamientos nitrogenados de ahijado provocaron un apreciable aumento de las cosechas en relación con los testigos, destacando el 28,7% de incremento del tratamiento NA₂ sobre NA₀ (Tabla 29):

$$NA_2 = 20,2 \text{ kg}/100\text{m}^2$$

$$NA_1 = 17,5 \text{ kg}/100\text{m}^2$$

$$NA_0 = 15,7 \text{ kg}/100\text{m}^2$$

Tabla 29.- Ensayo-1982. Nivel NS₂: comparación entre los efectos principales NA. % de incremento o disminución.

	NA ₀	NA ₁
NA ₂	28,7%	15,4%
NA ₁	11,5%	

- La acción del azufre para este nivel NS₂, resultó bastante menos efectiva que junto a la dosis NS₁. Muy probablemente debido a que los tratamientos NS₂+NA₂ y NS₂+NA₁ presentaban niveles suficientemente elevados de nitrógeno (60 y 80 kg/Ha respectivamente), perdiendo por ello el azufre su papel suplementario (Tabla 30).

Tabla 30.- Ensayo-1982. Nivel NS₂: comparación entre los efectos de S y NA. % de incremento o disminución.

	S ₀ NA ₁	S ₁ NA ₁	S ₂ NA ₁
S ₀ NA ₂	12,7%	-	-
S ₁ NA ₂	-	5,4%	-
S ₂ NA ₂	-	-	28,2%

En efecto, la diferencia media de las cosechas en los tratamientos NA₁ con S es del 16,8% frente a los NA₂ con S. Este % de incremento fué - muy cercano al obtenido en los testigos sin azufre (13,3%; Tabla 30). Los valores medios de cosecha obtenidos fueron:

$$S_2NA_2 = 22,8 \text{ kg}/100\text{m}^2$$

$$S_1NA_2 = 19,1 \text{ kg}/100\text{m}^2$$

$$S_0NA_2 = 18,6 \text{ kg}/100\text{m}^2$$

$$S_2NA_1 = 17,8 \text{ kg}/100\text{m}^2$$

$$S_1NA_1 = 18,1 \text{ kg}/100\text{m}^2$$

$$S_0NA_1 = 16,5 \text{ kg}/100\text{m}^2$$

4.2.1.1.3.- Comparación entre los niveles NS₁ y NS₂.

En la Tabla 31 se encuentran reflejados los valores medios, desviaciones típicas y número de datos, de las subdivisiones realizadas de NS, NA y S; y en la Tabla 32 el ensayo de diferencias entre medias de dichas subdivisiones.

Tabla 31.- Ensayo-1982. Cosecha grano: subdivisión de los valores de NS, NA y S.

TRAT	\bar{x}	s	n	TRAT	\bar{x}	s	n
<u>NS₁:</u>				<u>NS₁:</u>			
NA _T	19,1	3,92	18	S ₁ NA _T	17,5	2,55	6
NA ₂	21,4	5,68	6	S ₂ NA _T	19,0	3,42	6
NA ₁	18,4	1,54	6	S _O NA _T	20,7	4,83	6
NA _O	17,3	2,62	6				
<u>NS₂:</u>				<u>NS₂:</u>			
NA _T	17,7	4,62	18	S ₁ NA _T	18,2	2,43	6
NA ₂	20,2	3,20	6	S ₂ NA _T	16,6	6,83	6
NA ₁	17,4	4,18	6	S _O NA _T	18,5	3,83	6
NA _O	15,6	5,72	6				

La comparación entre las medias de los tratamientos correspondientes a los niveles NS₁ (20 kg N/Ha) y NS₂ (40 kg N/Ha) pone de manifiesto - la no existencia de diferencias estadísticas en ningún caso (Tabla 32). No obstante, es necesario destacar:

- Al comparar los tratamientos NS₁NA₂ (20+40 kg N/Ha) y NS₂NA₁ - (40+20 kg N/Ha) que como se puede observar tienen la misma cantidad de nitrógeno, pero repartida desigualmente en sementera y ahijado, se constata que el incremento del primero de los tratamientos es del 22,9% respecto al segundo:

$$NS_1NA_2 = 21,4 \text{ kg}/100m^2$$

$$NS_2NA_1 = 17,4 \text{ kg}/100m^2$$

Tabla 32.- Ensayo-1982. Cosecha grano: "t" de Student, % de incremento o disminución y nivel de probabilidad.

Comparación		t	NP	%	Comparación		t	NP	%
\underline{NS}_1	\underline{NS}_2				\underline{NS}_1	\underline{NS}_2			
NA_T	NA_T	1,4	-	7,4	$S_1 NA_T$	$S_1 NA_T$	-0,5	-	-3,9
NA_2	NA_2	0,5	-	6,4	$S_2 NA_T$	$S_2 NA_T$	0,8	-	14,6
NA_1	NA_1	0,6	-	5,7	$S_1 NA_T$	$S_2 NA_T$	0,3	-	5,8
NA_0	NA_0	0,7	-	10,7	$S_2 NA_T$	$S_1 NA_T$	0,4	-	4,2
NA_2	NA_1	1,4	-	22,9	$S_0 NA_T$	$S_0 NA_T$	0,6	-	11,9
NA_1	NA_0	0,9	-	17,7					

- Si igualmente se comparan los tratamientos $NS_1 NA_1$ (20+20 kg N/Ha) y $NS_2 NA_0$ (40+0 Kg N/Ha), se observa que el incremento del primero es del 17,7% sobre el segundo:

$$NS_1 NA_1 = 18,4 \text{ kg}/100\text{m}^2$$

$$NS_2 NA_0 = 15,6 \text{ kg}/100\text{m}^2$$

De todo ello se deduce que para una misma cantidad de nitrógeno total, es preferible aportar una mayor dosis en ahijado que en sementera presumiblemente por el efecto que dicho abonado tiene en cobertura temprana sobre la fertilidad de los tallos hijos.

En la Gráfica 1 se han representado, mediante diagrama de barras, los valores de cosecha grano por tratamiento.

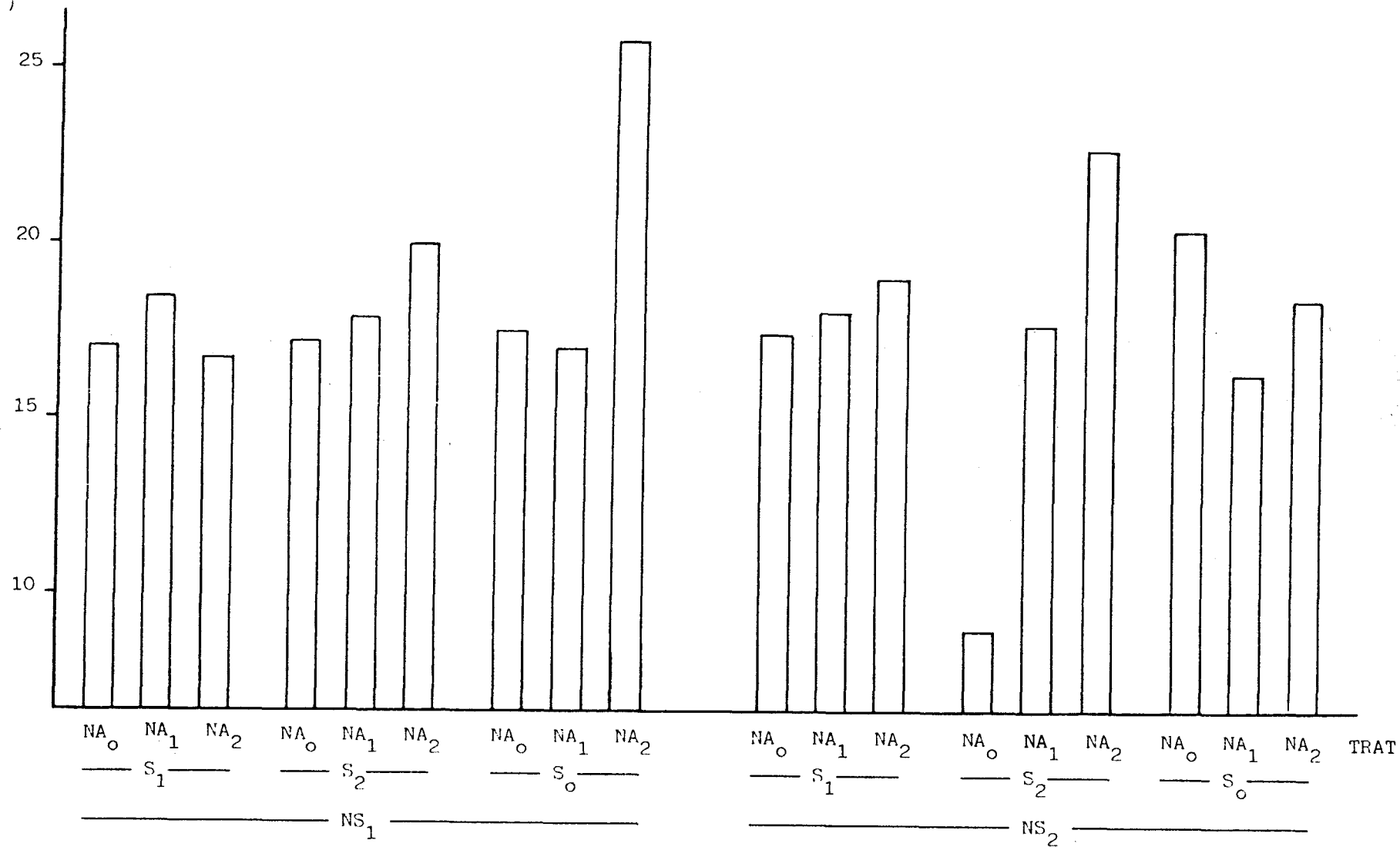
Resumiendo, en el estudio de los tratamientos de nitrógeno en sementera y cobertera temprana y de azufre foliar en ahijado se pueden destacar los siguientes puntos:

1) Al elevar las dosis de nitrógeno en ahijado, se obtienen notables incrementos en el rendimiento de las cosechas.

2) Cuando los niveles de nitrógeno en sementera son relativamente bajos se observa un evidente efecto suplementario del azufre sobre el abonado nitrogenado, constatándose además que dicho efecto no es sustitutivo en ningún caso.

3) Si la fertilización nitrogenada se reparte en sementera y ahijado, a igualdad de dosis total, resulta más adecuado que los mayores niveles de nitrógeno sean aportados en cobertera temprana, aunque sin dejar de aplicar parte del abonado en sementera.

Y (kg/100m²)



Gráfica 1.- Ensayo-1982. Representación de los valores medios de cosecha grano en función de los tratamientos.

4.2.1.2.- Análisis de la cosecha planta y parámetros determinantes en función de los niveles y épocas de aplicación de nitrógeno y de las dosis de azufre foliar al final del ahijado.

4.2.1.2.1.- Cosecha planta (g/planta).

4.2.1.2.1.1.- Estudio del nivel NS₁.

En las Tablas 33 y 34 se incluyen, respectivamente, los valores medios de cosecha planta obtenidos por repetición y tratamiento, así como el análisis de varianza y mínimas diferencias significativas de dichos valores.

Tabla 33.- Ensayo-1982. Cosecha planta en función de las dosis de nitrógeno y azufre en ahijado para el nivel mínimo de nitrógeno en sementera, NS₁.

Resultados por tratamiento y repetición:

RP	TRATAMIENTOS										Ex	\bar{x}
	NS ₁											
	S ₁			S ₂			S ₀					
	NA ₀	NA ₁	NA ₂	NA ₀	NA ₁	NA ₂	NA ₀	NA ₁	NA ₂			
I	1,65	2,57	2,53	2,10	2,47	2,72	1,71	2,38	2,84	20,87	2,32	
II	2,22	2,63	2,98	2,02	2,84	2,85	1,43	2,10	2,55	21,62	2,40	
Ex	3,87	5,20	5,51	4,12	5,31	5,57	3,14	4,38	5,39			
\bar{x}	1,94	2,60	2,76	2,06	2,66	2,79	1,57	2,19	2,70			

Resultados por tratamiento:

	NA ₀	NA ₁	NA ₂	Ex	\bar{x}
S ₁	3,87	5,20	5,51	14,58	2,43
S ₂	4,12	5,31	5,57	15,00	2,50
S ₀	3,14	4,38	5,39	12,91	2,15
Ex	11,13	14,89	16,47		
\bar{x}	1,86	2,48	2,75		

Tabla 34.- Ensayo-1982. Cosecha planta del nivel NS_1 : Análisis de varianza y mínimas diferencias significativas.

Análisis de varianza:

<u>FV</u>	<u>GL</u>	<u>SC</u>	<u>MC</u>	<u>FC</u>	<u>NP</u>	
RP	1	0,03	0,03	0,59	-	
TRAT	NA	2	2,51	1,26	24,59	0,001
	S	2	3,04	0,38	4,49	0,01
	SNA	4	0,07	0,02	0,40	-
ERROR	8	0,41	0,05			
TOTAL	17					

Mínimas diferencias significativas:

<u>V</u>	<u>0,10</u>	<u>0,05</u>	<u>0,01</u>	<u>0,001</u>
TRAT	0,42	0,52	0,75	1,13
NA	0,24	0,30	0,43	0,65
S	0,24	0,30	0,43	0,65

Del análisis estadístico efectuado para los valores medios de cosecha planta en función del nivel mínimo de nitrógeno en sementera ($NS_1 = 20 \text{ kg/Ha}$), se destaca:

- No se observa variabilidad estadística entre repeticiones (Tabla 34).

- La cosecha planta varía significativamente en función de los tratamientos ($P = 0,01$; Tabla 34). El estudio por separado de los mismos muestra que el efecto principal de la variación es debido a los niveles de nitrógeno en ahijado, NA ($P = 0,001$), seguido de las dosis de azufre, S ($P = 0,05$). Sin embargo, la interacción SNA no presenta efecto estadístico.

El estudio de las comparaciones entre tratamientos mediante mínimas diferencias significativas (Tablas 35 y 36), se ha dividido en tres apartados: a) diferencias entre los niveles de nitrógeno en ahijado; b) entre las dosis de azufre y c) entre el conjunto de los nueve tratamientos.

Tabla 35.- Ensayo-1982. Nivel NS₁: Comparación entre los efectos principales NA y S. % de incremento o disminución y nivel de probabilidad.

	NA ₀	NA ₁		S ₀	S ₁
NA ₂	47,9% (0,001)	10,9% (-)	S ₂	16,3% (0,05)	2,9% (-)
NA ₁	33,3% (0,01)		S ₁	13,1% (0,10)	

a) Las cosechas planta más elevadas fueron obtenidas con los tratamientos de nitrógeno en ahijado. Tanto el nivel NA₁ como NA₂ presentaron diferencias significativas frente a los tratamientos testigos NA₀ (Tabla 35). Sin embargo, aunque el nivel NA₂ elevó la cosecha en un 10,9% respecto a NA₁, dicho efecto careció de significación estadística:

$$NA_2 = 2,75 \text{ g/planta}$$

$$NA_1 = 2,48 \text{ g/planta}$$

$$NA_0 = 1,86 \text{ g/planta}$$

b) Con las aplicaciones de azufre foliar sucedió algo semejante al efecto anterior del nitrógeno. El suministro de azufre, tanto a nivel S₁ como S₂, aumentó la cosecha en relación a los tratamientos sin azufre S₀, de manera significativa y con porcentajes de incremento del 13,1 y 16,3 respectivamente. Entre las dos dosis de azufre no se presentaron diferencias estadísticas (Tabla 35):

$$S_2 = 2,50 \text{ g/planta}$$

$$S_1 = 2,43 \text{ g/planta}$$

$$S_0 = 2,15 \text{ g/planta}$$

c) La consideración de los tratamientos individuales (Tabla 36), puso de manifiesto:

- Cuando el azufre, en cualquiera de sus dosis S₁ o S₂, se suministra a los tratamientos NA₁, no se presentaban diferencias significativas frente a los niveles NA₂. Sin embargo, al enfrentar los tratamientos S₁NA₁ y S₂NA₁ con sus testigos de azufre S₀, sí resultaron estadísticamente diferentes.

Las mismas dosis de azufre aplicadas junto a niveles altos de nitrógeno (NA_2), no mostraron diferencias significativas con sus testigos de azufre (Tabla 36):

$S_2NA_2 = 2,79$ g/planta	$S_2NA_1 = 2,66$ g/planta
$S_1NA_2 = 2,76$ g/planta	$S_1NA_1 = 2,60$ g/planta
$S_0NA_2 = 2,70$ g/planta	$S_0NA_1 = 2,19$ g/planta

Tabla 36.- Ensayo-1982. Nivel NS_1 : Comparación entre el total de tratamientos NA y S. % de incremento o disminución y nivel de probabilidad.

	S_0NA_0	S_0NA_1	S_0NA_2	S_1NA_0	S_1NA_1	S_1NA_2	S_2NA_0	S_2NA_1
S_2NA_2	77,7% (0,001)	27,4% (0,05)	3,3% (-)	43,8% (0,01)	7,3% (-)	1,1% (-)	35,4% (0,05)	4,9% (-)
S_2NA_1	69,4% (0,01)	21,5% (0,10)	-1,5% (-)	37,1% (0,05)	2,3% (-)	-3,8% (-)	29,1% (0,05)	
S_2NA_0	31,2% (0,10)	-6,3% (-)	-31,1% (0,05)	6,2% (-)	-26,2% (0,05)	-34,0% (0,05)		
S_1NA_2	75,8% (0,001)	26,0% (0,05)	2,2% (-)	42,3% (0,01)	6,2% (-)			
S_1NA_1	65,6% (0,01)	18,7% (0,10)	-3,8% (-)	34,0% (0,05)				
S_1NA_0	23,6% (-)	-12,9% (-)	-39,2% (-)					
S_0NA_2	72,0% (0,001)	23,3% (0,05)						
S_0NA_1	39,5% (0,05)							

Todo ello evidencia que el azufre suplementó la acción de la fertilización nitrogenada exclusivamente cuando ésta fué aplicada a dosis relativamente bajas ($NA_1 = 20$ kg/Ha), no presentando efecto si los niveles de nitrógeno eran normales ($NA_2 = 40$ kg/Ha).

- La acción suplementaria del azufre no dependía de la dosis utilizada de dicho elemento, puesto que los niveles S_1 y S_2 causaron idéntico efecto. Por tanto, la dosis de 12,5 kg/Ha resulta suficiente para lograr un efecto suplementario del nitrógeno.

- La aplicación de azufre a los testigos de nitrógeno NA_0 , no elevó significativamente la cosecha respecto a los testigos S_0NA_0 , por lo que se puede afirmar que el azufre no actuó como sustitutivo del nitrógeno:

$$S_0NA_0 = 1,57 \text{ g/planta}$$

$$S_1NA_0 = 1,94 \text{ g/planta}$$

$$S_2NA_0 = 2,06 \text{ g/planta}$$

- Los mayores incrementos de cosecha en relación al testigo S_0NA_0 fueron los obtenidos por los tratamientos S_2NA_2 (77,7%), S_1NA_2 (75,8%) S_0NA_2 (72,0%), S_2NA_1 (69,4%) y S_1NA_1 (65,6%).

4.2.1.2.1.2.- Estudio del nivel NS_2 .

Los valores medios de cosecha planta por repetición y tratamiento para el nivel máximo de nitrógeno en sementera y el análisis de varianza y mínimas diferencias significativas de dichos valores se encuentran respectivamente en las Tablas 37 y 38.

Tabla 37.- Ensayo-1982. Cosecha planta en función de las dosis de nitrógeno y azufre en ahijado para el nivel máximo de nitrógeno en sementera, NS_2 .

Resultados por tratamiento y repetición:

RP	TRATAMIENTOS									Ex	\bar{x}
	NS ₂										
	S ₁			S ₂			S ₀				
	NA ₀	NA ₁	NA ₂	NA ₀	NA ₁	NA ₂	NA ₀	NA ₁	NA ₂		
I	2,29	2,76	2,37	2,54	3,10	2,55	1,86	2,75	2,64	22,86	2,54
II	2,61	2,97	3,46	1,74	2,82	3,17	2,17	2,21	3,08	24,23	2,69
Ex	4,90	5,73	5,83	4,28	5,92	5,72	4,03	4,96	5,72		
\bar{x}	2,45	2,87	2,92	2,14	2,96	2,86	2,02	2,48	2,86		

Resultados por tratamiento:

	NA ₀	NA ₁	NA ₂	Ex	\bar{x}
S ₁	4,90	5,73	5,83	16,46	2,74
S ₂	4,28	5,92	5,72	15,92	2,65
S ₀	4,03	4,96	5,72	14,71	2,45
Ex	13,21	16,61	17,27		
\bar{x}	2,20	2,77	2,88		

Tabla 38.- Ensayo-1982. Cosecha planta del nivel NS₂: Análisis de varianza y mínimas diferencias significativas.

Análisis de varianza:

FV	GL	SC	MC	FC	NP	
RP	1	0,11	0,11	0,63	-	
TRAT	NA	2	1,58	0,79	4,51	0,05
	S	8	2,05	0,26	1,49	-
	SNA	4	0,20	0,05	0,29	-
ERROR	8	1,40	0,18			
TOTAL	17					

Mínimas diferencias significativas:

V	0,10	0,05	0,01	0,001
NA	0,46	0,57	0,82	1,24

Las cosechas planta para el nivel NS₂ variaron significativamente (P= 0,05) en función de los tratamientos nitrogenados en ahijado ; no haciéndolo con las repeticiones, dosis de azufre e interacción nitrógeno-azufre, como se deduce del análisis de varianza efectuado (Tabla 38).

a) Los tratamientos más efectivos sobre la producción por planta fueron NA₂ y NA₁, sin diferencias significativas entre ellos, pero estadísticamente superiores al testigo (Tabla 39):

$$NA_2 = 2,88 \text{ g/planta}$$

$$NA_1 = 2,77 \text{ g/planta}$$

$$NA_0 = 2,20 \text{ g/planta}$$

b) En cuanto a las dosis de azufre, S_1 y S_2 , elevaron sus cosechas planta sobre S_0 en 11,8% y 8,2% respectivamente (Tabla 39), pero sin que estos incrementos tuvieran significación estadística. Sus valores medios:

$$S_1 = 2,74 \text{ g/planta}$$

$$S_2 = 2,65 \text{ g/planta}$$

$$S_0 = 2,45 \text{ g/planta}$$

Tabla 39.- Ensayo-1982. Nivel NS_2 : Comparación entre los efectos principales NA y S. % de incremento o disminución y nivel de probabilidad.

	NA_0	NA_1		S_0	S_1
NA_2	30,9%	4,0%	S_2	8,2%	-3,4%
	(0,05)	(-)		(-)	(-)
NA_1	25,9%		S_1	11,8%	
	(0,05)			(-)	

c) Las comparaciones de los tratamientos individuales (Tabla 40) a pesar de la no existencia de variabilidad estadística, corroboran en cierta medida los resultados obtenidos para el nivel NS_1 .

- La aplicación de azufre, S_1 o S_2 , al nivel NA_1 aproximó los valores de cosecha planta a los obtenidos con una cantidad superior de nitrógeno, NA_2 ; mientras que a estas dosis de fertilización nitrogenada, el suministro de azufre no causó efecto alguno:

$$S_2 NA_2 = 2,86 \text{ g/planta}$$

$$S_1 NA_2 = 2,92 \text{ g/planta}$$

$$S_0 NA_2 = 2,86 \text{ g/planta}$$

$$S_2 NA_1 = 2,96 \text{ g/planta}$$

$$S_1 NA_1 = 2,87 \text{ g/planta}$$

$$S_0 NA_1 = 2,48 \text{ g/planta}$$

- Al igual que en el ensayo NS_1 , la acción del azufre fué suplementaria de la del nitrógeno, exclusivamente cuando éste se suministraba a niveles bajos, NA_1 . Este efecto no dependió de la dosis de azufre aplicada. Así mismo, el azufre no actuó como sustitutivo del nitrógeno, ya que no se produjo elevación significativa de la cosecha, por la mera aplicación del mismo en ausencia de fertilización nitrogenada:

$S_0NA_0 = 2,02$ g/planta

$S_1NA_0 = 2,45$ g/planta

$S_2NA_0 = 2,14$ g/planta

Tabla 40.- Ensayo-1982. Nivel NS_2 : Comparación entre el total de tratamien--
tos NA y S. % de incremento o disminución.

	S_0NA_0	S_0NA_1	S_0NA_2	S_1NA_0	S_1NA_1	S_1NA_2	S_2NA_0	S_2NA_1
S_2NA_2	41,6%	15,3%	0,0%	16,7%	-0,3%	-2,1%	25,2%	-3,5%
S_2NA_1	46,5%	19,4%	3,5%	20,8%	3,1%	1,4%	38,3%	
S_2NA_0	5,9%	-13,7%	-25,2%	-12,7%	-25,4%	-36,4%		
S_1NA_2	44,6%	17,7%	2,1%	19,2%	1,7%			
S_1NA_1	42,1%	15,7%	0,4%	17,1%				
S_1NA_0	21,3%	-1,2%	-14,3%					
S_0NA_2	41,6%	15,3%						
S_0NA_1	22,8%							

- De forma paralela al nivel NS_1 , los porcentajes de incremento en cosecha más elevados respecto al testigo S_0NA_0 , fueron los conseguidos - por los tratamientos S_2NA_2 (41,6%), S_1NA_2 (44,6%), S_0NA_2 (41,6%), S_2NA_1 (46,5%) y S_1NA_1 (42,1%).

4.2.1.2.1.3.- Comparación entre los niveles

NS₁ y NS₂.

Los valores de las subdivisiones de NS, NA y S se exponen en la Tabla 41; y en el ensayo de diferencias entre medias de dichas subdivisiones en la Tabla 42.

Tabla 41.- Ensayo-1982. Cosecha planta: subdivisión de los valores de NS, NA y S.

<u>TRAT</u>	<u>\bar{x}</u>	<u>s</u>	<u>n</u>	<u>TRAT</u>	<u>\bar{x}</u>	<u>s</u>	<u>n</u>
<u>NS₁:</u>				<u>NS₁:</u>			
NAT _T	2,36	0,45	18	S ₁ NA _T	2,43	0,45	6
NA ₁₊₂	2,61	0,25	12	S ₁ NA ₁₊₂	2,68	0,21	4
NA ₂	2,75	0,18	6	S ₂ NA _T	2,50	0,37	6
NA ₁	2,48	0,26	6	S ₂ NA ₁₊₂	2,72	0,18	4
NA _o	1,86	0,30	6				
<u>NS₂:</u>				<u>NS₂:</u>			
NA _T	2,62	0,46	18	S ₁ NA _T	2,74	0,43	6
NA ₁₊₂	2,82	0,36	12	S ₁ NA ₁₊₂	2,89	0,45	4
NA ₂	2,88	0,42	6	S ₂ NA _T	2,65	0,52	6
NA ₁	2,77	0,31	6	S ₂ NA ₁₊₂	2,91	0,28	4
NA _o	2,20	0,35	6				

- Al comparar el total de los tratamientos de nitrógeno en forma de NS₁ y NS₂ se observan diferencias muy notables (P= 0,10; Tabla 42), en fa vor de los niveles NS₂:

$$NS_2NA_T = 2,62 \text{ g/planta}$$

$$NS_1NA_T = 2,36 \text{ g/planta}$$

- Cuando los tratamientos nitrogenados en ahijado son elevados, no se observa prácticamente efecto en el nivel superior de nitrógeno en sementera:

$$NS_2NA_2 = 2,88 \text{ g/planta}$$

$$NS_2NA_{1+2} = 2,82 \text{ g/planta}$$

$$NS_1NA_2 = 2,75 \text{ g/planta}$$

$$NS_1NA_{1+2} = 2,61 \text{ g/planta}$$

Tabla 42.- Ensayo-1982. Cosecha planta: "t" de Student, % de incremento o disminución y nivel de probabilidad.

Comparación		t	NP	%	Comparación		t	NP	%
<u>NS₁</u>	<u>NS₂</u>				<u>NS₁</u>	<u>NS₂</u>			
NA _T	NA _T	-1,7	0,10	-11,0	S ₁ NA _T	S ₁ NA _T	-1,2	-	-12,7
NA ₁₊₂	NA ₁₊₂	-1,6	-	-8,0	S ₁ NA ₁₊₂	S ₁ NA ₁₊₂	-0,9	-	-7,8
NA ₂	NA ₂	-0,7	-	-4,7	S ₂ NA _T	S ₂ NA _T	-0,6	-	-6,0
NA ₁	NA ₁	-1,8	0,10	-11,7	S ₂ NA ₁₊₂	S ₂ NA ₁₊₂	-1,1	-	-7,0
NA ₀	NA ₀	-1,8	0,10	-18,3	S ₁ NA _T	S ₂ NA _T	-0,8	-	-9,1
NA ₂	NA ₁	-0,1	-	-0,7	S ₂ NA _T	S ₁ NA _T	-1,0	-	-9,6
NA ₁	NA ₂	-1,9	0,10	-16,1					
NA ₁	NA ₀	1,8	0,10	12,8					

- Sin embargo, sí se encuentran diferencias entre NS₂ y NS₁, - cuando el nivel de nitrógeno en ahijado es bajo, NA₁, o nulo, NA₀, (P= 0,10; Tabla 42):

$$NS_2NA_1 = 2,77 \text{ g/planta}$$

$$NS_1NA_1 = 2,48 \text{ g/planta}$$

$$NS_2NA_0 = 2,20 \text{ g/planta}$$

$$NS_1NA_0 = 1,86 \text{ g/planta}$$

- Al comparar los tratamientos de igual cantidad de nitrógeno total, pero repartida desigualmente entre sementera y ahijado, de nuevo se observa que la mayor efectividad se obtiene cuando el suministro más elevado se realiza durante el ahijamiento (NS₁NA₁ = 20+20 kg/Ha y NS₂NA₀ = 40+0 kg/Ha), existiendo diferencias entre ambos (P= 0;10; Tabla 42):

$$NS_1NA_1 = 2,48 \text{ g/planta}$$

$$NS_2NA_0 = 2,20 \text{ g/planta}$$

- Si se tiene en cuenta la aplicación de azufre, en cualquiera de sus dosis (Tabla 42), no se encuentran diferencias significativas en ningún caso. Esto parece corroborar que el azufre actuó como suplementario del nitrógeno, cuando éste se aplicaba a dosis bajas en sementera, elevando la cosecha planta hasta los niveles que produjo la dosis NS₂.

En la Gráfica 2 se han representado los valores medios de cosecha planta por tratamiento.

Como resumen de lo anteriormente expuesto, se pueden destacar los siguientes puntos:

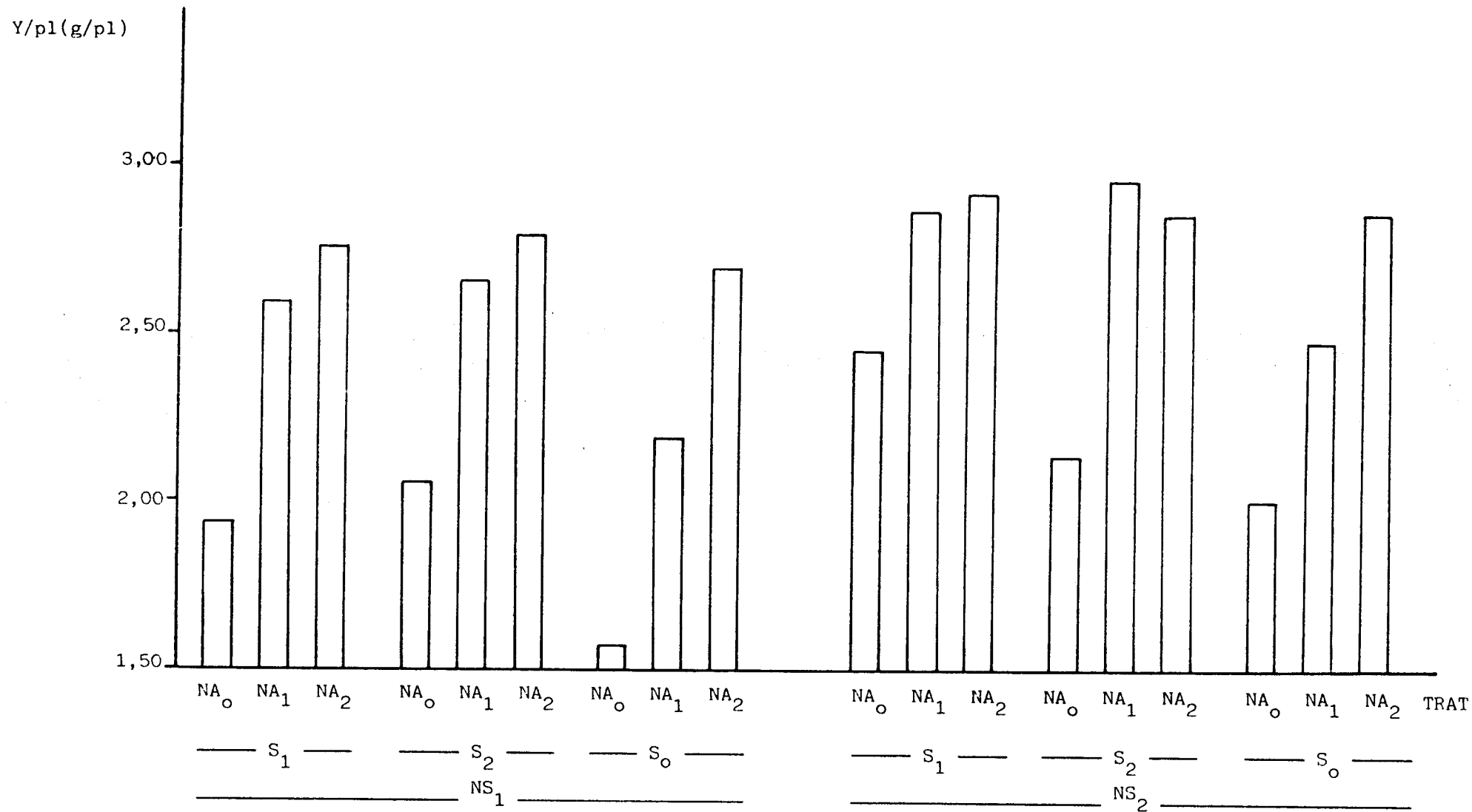
a) Las cosechas planta más elevadas fueron obtenidas tanto con la aplicación de 60 Kg/Ha como de 80 Kg/Ha de nitrógeno repartidas entre sementera y ahijado, sin diferencias entre ambos suministros de fertilizante.

b) Para una misma cantidad de nitrógeno total, la mayor efectividad sobre la cosecha se presentaba si la aplicación de fertilizante en ahijado era superior o igual al de sementera.

c) El azufre por vía foliar actuó como suplementario de la acción del nitrógeno, pero sólo cuando este fertilizante se suministraba a dosis bajas en sementera y ahijado.

d) Esta acción suplementaria no dependía de la dosis de azufre suministrada, ya que no existieron diferencias entre los dos niveles utilizados.

e) El efecto del S no fué sustitutivo del nitrógeno, puesto que no se apreciaron incrementos significativos en las cosechas planta por la mera aplicación del mismo en ausencia de fertilización nitrogenada.



Gráfica 2.- Ensayo-1982. Representación de los valores medios de cosecha planta en función de los tratamientos.

4.2.1.2.2.- Número de espigas por planta.

4.2.1.2.2.1.- Estudio del Nivel NS₁.

Los valores medios del número de espigas/planta por tratamiento y repetición, así como el análisis de varianza y mínimas diferencias significativas, se incluyen respectivamente en las Tablas 43 y 44.

Tabla 43.- Ensayo-1982. Número de espigas por planta en función de las dosis de nitrógeno y azufre en ahijado para el nivel mínimo de nitrógeno en sementera, NS₁.

Resultados por tratamiento y repetición:

RP	TRATAMIENTOS									Ex	\bar{x}
	NS ₁										
	S ₁			S ₂			S ₀				
	NA ₀	NA ₁	NA ₂	NA ₀	NA ₁	NA ₂	NA ₀	NA ₁	NA ₂		
I	2,67	3,33	4,00	3,00	3,33	4,00	3,00	3,33	3,33	29,99	3,33
II	3,00	4,00	3,67	3,00	4,00	4,00	2,33	3,00	3,67	30,67	3,41
Ex	5,67	7,33	7,67	6,00	7,33	8,00	5,33	6,33	7,00		
\bar{x}	2,84	3,67	3,84	3,00	3,67	4,00	2,67	3,17	3,50		

Resultados por tratamiento:

	NA ₀	NA ₁	NA ₂	Ex	\bar{x}
S ₁	5,67	7,33	7,67	20,67	3,45
S ₂	6,00	7,33	8,00	21,33	3,56
S ₀	5,33	6,33	7,00	18,66	3,11
Ex	17,00	20,99	22,67		
\bar{x}	2,83	3,50	3,78		

Tabla 44.- Ensayo-1982. Número de espigas por planta del nivel NS_1 . Análisis de varianza y mínimas diferencias significativas.

Análisis de varianza:

<u>FV</u>	<u>GL</u>	<u>SC</u>	<u>MC</u>	<u>FC</u>	<u>NP</u>	
RP	1	0,03	0,03	0,33	-	
TRAT	NA	2	2,83	1,42	15,78	0,01
	S	2	3,54	0,44	3,67	0,05
	SNA	4	0,06	0,02	0,22	-
ERROR	8	0,76	0,09			
TOTAL	17					

Mínimas diferencias significativas:

<u>V</u>	<u>0,10</u>	<u>0,05</u>	<u>0,01</u>	<u>0,001</u>
TRAT	0,56	0,69	1,00	1,51
NA	0,32	0,40	0,58	0,87
S	0,32	0,40	0,58	0,87

El estudio estadístico de los datos medios del número de espigas por planta (Tabla 44), pone de manifiesto:

- No hubo variabilidad estadística entre repeticiones.
- Los tratamientos hicieron variar significativamente al número de espigas ($P= 0,05$; Tabla 44). El efecto principal en la variación fué debido al nitrógeno en ahijado, NA ($P= 0,01$), seguido de la adición de azufre ($P= 0,10$). La interacción SNA no afectó significativamente al parámetro estudiado.

En el análisis de las mínimas diferencias significativas se destacan acciones similares a las obtenidas para las cosechas grano y planta:

a) Los mayores números de espigas por planta fueron obtenidos con los tratamientos NA_1 (20 kg/Ha) y NA_2 (40 kg/Ha), sin diferencias entre ellos, pero con diferencias significativas en relación al testigo NA_0 (Tabla 45). Los valores medios fueron:

$$NA_2 = 3,78 \text{ espigas/planta}$$

$$NA_1 = 3,50 \text{ espigas/planta}$$

$$NA_0 = 2,83 \text{ espigas/planta}$$

Tabla 45.- Ensayo-1982. Nivel NS_1 : Comparación entre los efectos principales NA y S. % de incremento y nivel de probabilidad.

	NA ₀	NA ₁		S ₀	S ₁
NA ₂	33,6% (0,001)	8,0% (-)	S ₂	14,5% (0,05)	3,2% (-)
NA ₁	23,7% (0,10)		S ₁	11,0% (0,10)	

b) Al comparar los distintos niveles de azufre (Tabla 45), se constata que las dosis utilizadas son superiores estadísticamente frente al tratamiento testigo, siendo sus valores medios:

$$S_2 = 3,56 \text{ espigas/planta}$$

$$S_1 = 3,45 \text{ espigas/planta}$$

$$S_0 = 3,11 \text{ espigas/planta}$$

c) Si se estudian individualmente los nueve tratamientos (Tabla 46).

- La aplicación de azufre en cualquiera de sus dosis S_1 ó S_2 , a los tratamientos con nivel bajo de nitrógeno en ahijado (NA_1), elevó el número de espigas por planta respecto a su testigo S_0 , igualándolo con el correspondiente a dosis normales de nitrógeno (NA_2). Además, estos niveles de NA_2 no variaron al ser tratados con azufre, lo que parece indicar que el efecto del azufre no fué de tipo nutritivo, sino que actuó como suplementario de la fertilización nitrogenada, cuando ésta se usaba en dosis relativamente bajas:

$$S_2 NA_2 = 4,00 \text{ espigas/planta}$$

$$S_1 NA_2 = 3,84 \text{ espigas/planta}$$

$$S_0 NA_2 = 3,50 \text{ espigas/planta}$$

$$S_2 NA_1 = 3,67 \text{ espigas/planta}$$

$$S_1 NA_1 = 3,67 \text{ espigas/planta}$$

$$S_0 NA_1 = 3,17 \text{ espigas/planta}$$

Tabla 46.- Ensayo-1982. Nivel NS₁: Comparación entre el total de tratamientos NA y S. % de incremento o disminución y nivel de probabilidad.

	S ₀ NA ₀	S ₀ NA ₁	S ₀ NA ₂	S ₁ NA ₀	S ₁ NA ₁	S ₁ NA ₂	S ₂ NA ₀	S ₂ NA ₁
S ₂ NA ₂	49,8%	26,2%	14,3%	40,8%	9,0%	4,2%	33,3%	9,0%
	(0,01)	(0,05)	(-)	(0,01)	(-)	(-)	(0,01)	(-)
S ₂ NA ₁	37,5%	15,8%	4,9%	29,2%	0,0%	-4,6%	22,3%	
	(0,01)	(0,10)	(-)	(0,05)	(-)	(-)	(0,10)	
S ₂ NA ₀	12,4%	-5,7%	-16,7%	5,6%	-22,3%	-28,0%		
	(-)	(-)	(0,10)	(-)	(0,10)	(0,05)		
S ₁ NA ₂	43,8%	21,1%	9,7%	35,2%	4,6%			
	(0,01)	(0,10)	(-)	(0,01)	(-)			
S ₁ NA ₁	37,5%	15,8%	4,9%	29,2%				
	(0,01)	(0,10)	(-)	(0,05)				
S ₁ NA ₀	6,4%	-11,6%	-23,2%					
	(-)	(-)	(0,10)					
S ₀ NA ₂	31,1%	10,4%						
	(0,05)	(-)						
S ₀ NA ₁	18,8%							
	(0,10)							

- El azufre causó el mismo efecto sobre el número de espigas por planta en cualquiera de los dos niveles utilizados, no dependiendo, por tanto, la acción suplementaria de la dosis de azufre.

- En el estudio del presente parámetro de la cosecha, tampoco se observó acción sustitutiva del azufre sobre el nitrógeno, al no elevarse el número de espigas en los tratamientos testigo de nitrógeno con la aplicación de las dosis de azufre:

$$S_0NA_0 = 2,67 \text{ espigas/planta}$$

$$S_1NA_0 = 2,84 \text{ espigas/planta}$$

$$S_2NA_0 = 3,00 \text{ espigas/planta}$$

- Al igual que en el caso de la cosecha planta, los incrementos más elevados en el número de espigas con relación al testigo correspondieron a los tratamientos (Tabla 46), S₂NA₂ (49,8%), S₁NA₂ (43,8%), S₀NA₂ (31,1%), - S₂NA₁ (37,5%), S₁NA₁ (37,5%).

4.2.1.2.2.2.- Estudio del nivel NS₂.

En la Tabla 47 se expresan los valores medios del número de espigas por planta para el nivel máximo de nitrógeno en sementera NS₂, por tratamiento y repetición, mientras que en la Tabla 48 se hace con el análisis de -varianza y mínimas diferencias significativas.

Tabla 47.- Ensayo-1982. Número de espigas por planta en función de las dosis de nitrógeno y azufre en ahijado para el nivel máximo de nitrógeno en sementera, NS₂.

Resultados por tratamiento y repetición:

RP	TRATAMIENTOS									Ex	\bar{x}
	NS ₂										
	S ₁			S ₂			S ₀				
NA ₀	NA ₁	NA ₂	NA ₀	NA ₁	NA ₂	NA ₀	NA ₁	NA ₂			
I	3,33	3,67	3,33	3,33	4,00	4,00	3,00	4,00	3,00	31,66	3,52
II	3,33	4,00	4,67	3,33	4,00	4,00	3,33	4,00	4,00	34,66	3,85
Ex	6,66	7,67	8,00	6,66	8,00	8,00	6,33	8,00	7,00		
\bar{x}	3,33	3,84	4,00	3,33	4,00	4,00	3,17	4,00	3,50		

Resultados por tratamiento:

	NA ₀	NA ₁	NA ₂	Ex	\bar{x}
S ₁	6,66	7,67	8,00	22,33	3,72
S ₂	6,66	8,00	8,00	22,66	3,78
S ₀	6,33	8,00	7,00	21,33	3,56
Ex	19,65	23,67	23,00		
\bar{x}	3,28	3,95	3,83		

Tabla 48.- Ensayo-1982. Número de espigas por planta del nivel NS_2 . Análisis de varianza y mínimas diferencias significativas.

Análisis de varianza:

<u>FV</u>	<u>GL</u>	<u>SC</u>	<u>MC</u>	<u>FC</u>	<u>NP</u>		
RP	1	0,50	0,50	5,56	0,05		
TRAT	NA	2	1,55	0,78	8,67	0,01	
	S	8	1,95	0,24	0,08	2,67	0,10
	SNA	4	0,24	0,06	0,67	-	
ERROR	8	0,71	0,09				
TOTAL	17						

Mínimas diferencias significativas:

<u>V</u>	<u>0,10</u>	<u>0,05</u>	<u>0,01</u>	<u>0,001</u>
RP	0,26	0,33	0,47	0,71
TRAT	0,56	0,69	1,00	1,51
NA	0,32	0,40	0,58	0,87

En el caso del nivel NS_2 , el número de espigas por planta varió significativamente en función de las repeticiones y de los tratamientos nitrogenados en ahijado ($P= 0,05$ y $0,01$ respectivamente; Tabla 48). La dosis de azufre y la interacción SNA no afectaron estadísticamente a dicho parámetro determinante de la cosecha.

a) De nuevo, los tratamientos nitrogenados en ahijado NA_1 y NA_2 incrementaron el número de espigas por planta con relación al testigo, pero sin mostrar diferencias significativas entre ellos (Tabla 49):

$$NA_1 = 3,95 \text{ espigas/planta}$$

$$NA_2 = 3,83 \text{ espigas/planta}$$

$$NA_0 = 3,28 \text{ espigas/planta}$$

b) Sin embargo, al comparar los distintos niveles de azufre frente al testigo, se comprueba el muy escaso efecto de éstos, dadas las pequeñas diferencias obtenidas (Tabla 49):

$$S_2 = 3,78 \text{ espigas/planta}$$

$$S_1 = 3,72 \text{ espigas/planta}$$

$$S_0 = 3,56 \text{ espigas/planta}$$

Tabla 49.- Ensayo-1982. Nivel NS_2 : Comparación entre los efectos principales NA y S. % de incremento o disminución y nivel de probabilidad.

	NA_0	NA_1		S_0	S_1
NA_2	16,8% (0,05)	-3,1% (-)	S_2	6,2% (-)	1,6% (-)
NA_1	20,4% (0,01)		S_1	4,5% (-)	

Tabla 50.- Ensayo-1982. Nivel NS_2 : Comparación entre el total de tratamientos NA y S. % de incremento o disminución y nivel de probabilidad.

	$S_0 NA_0$	$S_0 NA_1$	$S_0 NA_2$	$S_1 NA_0$	$S_1 NA_1$	$S_1 NA_2$	$S_2 NA_0$	$S_2 NA_1$
$S_2 NA_2$	26,2% (0,05)	0% (-)	14,3% (-)	20,1% (0,05)	4,2% (-)	0% (-)	20,1% (0,05)	0% (-)
$S_2 NA_1$	26,2% (0,05)	0% (-)	14,3% (-)	20,1% (0,05)	4,2% (-)	0% (-)	20,1% (0,05)	
$S_2 NA_0$	5,1% (-)	-12,1% (0,05)	-5,1% (-)	0% (-)	-15,3% (-)	-21,1% (0,05)		
$S_1 NA_2$	26,2% (0,05)	0% (-)	14,3% (-)	20,1% (0,05)	4,2% (-)			
$S_1 NA_1$	21,1% (0,05)	-4,2% (-)	9,7% (-)	15,3% (-)				
$S_1 NA_0$	5,1% (-)	-21,1% (0,05)	-5,1% (-)					
$S_0 NA_2$	10,4% (-)	-14,3% (-)						
$S_0 NA_1$	26,2% (0,05)							

c) De la comparación del conjunto de los tratamientos (Tabla 50) se deduce:

- Cuando las aplicaciones de nitrógeno en sembradura son relativamente altas ($NS_2 = 40$ kg/Ha), no se observa acción suplementaria del azufre en ninguna de sus dosis, ya que no hubo incrementos significativos en el número de espigas por planta respecto a los testigos de azufre:

$$S_2NA_2 = 4,00 \text{ espigas/planta}$$

$$S_1NA_2 = 3,84 \text{ espigas/planta}$$

$$S_0NA_2 = 3,50 \text{ espigas/planta}$$

$$S_2NA_1 = 4,00 \text{ espigas/planta}$$

$$S_1NA_1 = 3,84 \text{ espigas/planta}$$

$$S_0NA_1 = 4,00 \text{ espigas/planta}$$

- Los porcentajes de incremento más elevados en el número de espigas por planta frente al testigo fueron obtenidos para los tratamientos S_2NA_2 , S_2NA_1 , S_1NA_2 y S_0NA_1 con un 26,2% todos ellos (Tabla 50).

4.2.1.2.2.3.- Comparación entre los niveles

NS_1 y NS_2 .

Los valores medios, desviaciones típicas y número de datos correspondientes al número de espigas por planta, así como el ensayo de diferencias entre medias vienen expresados respectivamente en las Tablas 51 y 52.

Los resultados obtenidos son muy semejantes a los de cosecha planta:

- Entre el total de los tratamientos NS_1 y NS_2 , se encuentran diferencias muy apreciables ($P = 0,10$; Tabla 52):

$$NS_2NA_T = 3,68 \text{ espigas/planta}$$

$$NS_1NA_T = 3,37 \text{ espigas/planta}$$

- Al aumentar la dosis en sementera de NS₁ a NS₂ no se observa efecto si el tratamiento de nitrógeno en ahijado es elevado, NA₂:

NS₂NA₂ = 3,83 espigas/planta

NS₂NA₁₊₂ = 3,89 espigas/planta

NS₁NA₂ = 3,78 espigas/planta

NS₁NA₁₊₂ = 3,67 espigas/planta

Tabla 51.- Ensayo-1982. Número de espigas por planta: subdivisión de los valores de NS, NA y S.

TRAT	\bar{x}	s	n	TRAT	\bar{x}	s	n
<u>NS₁:</u>				<u>NS₁:</u>			
NA _T	3,37	0,51	18	S ₁ NA _T	3,45	0,45	6
NA ₁₊₂	3,67	0,36	12	S ₁ NA ₁₊₂	3,75	0,32	4
NA ₂	3,78	0,27	6	S ₂ NA _T	3,56	0,50	6
NA ₁	3,50	0,41	6	S ₂ NA ₁₊₂	3,83	0,34	4
NA ₀	2,83	0,28	6	<u>NS₂:</u>			
<u>NS₂:</u>				<u>NS₂:</u>			
NA _T	3,68	0,45	18	S ₁ NA _T	3,72	0,54	6
NA ₁₊₂	3,89	0,41	12	S ₁ NA ₁₊₂	3,92	0,57	4
NA ₂	3,83	0,59	6	S ₂ NA _T	3,78	0,35	6
NA ₁	3,95	0,13	6	S ₂ NA ₁₊₂	4,00	0,00	4
NA ₀	3,28	0,13	6				

- Cuando la fertilización nitrogenada en ahijado es baja o nula, sí existen diferencias entre los niveles NS₁ y NS₂.

NS₂NA₁ = 3,95 espigas/planta

NS₁NA₁ = 3,50 espigas/planta

NS₂NA₀ = 3,28 espigas/planta

NS₁NA₀ = 2,83 espigas/planta

Tabla 52.- Ensayo-1982. Número de espigas por planta: "t" de Student, % de incremento o disminución y nivel de probabilidad.

Comparación		t	NP	%	Comparación		t	NP	%
\underline{NS}_1	\underline{NS}_2				\underline{NS}_1	\underline{NS}_2			
NA_T	NA_T	-1,9	0,10	-9,2	$S_1 NA_T$	$S_1 NA_T$	-0,9	-	-7,8
NA_{1+2}	NA_{1+2}	-1,4	-	-5,9	$S_1 NA_{1+2}$	$S_1 NA_{1+2}$	-0,5	-	-4,5
NA_2	NA_2	-0,2	-	-1,3	$S_2 NA_T$	$S_2 NA_T$	-0,9	-	-6,2
NA_1	NA_1	-2,6	0,05	-12,9	$S_2 NA_{1+2}$	$S_2 NA_{1+2}$	-1,0	-	-4,4
NA_0	NA_0	-3,6	0,01	-15,9	$S_1 NA_T$	$S_2 NA_T$	-1,3	-	-9,6
NA_2	NA_1	-1,4	-	-4,5	$S_2 NA_T$	$S_1 NA_T$	-0,5	-	-4,5
NA_1	NA_2	-1,1	-	-9,4					
NA_1	NA_0	-1,3	-	-6,7					

- Al suministrar azufre, en su dosis mínima o máxima, al nivel NS_1 , se suplementa su acción, no encontrándose diferencias significativas con el nivel NS_2 .

$$NS_2 S_1 NA_T = 3,45 \text{ espigas/planta}$$

$$NS_2 S_2 NA_T = 3,56 \text{ espigas/planta}$$

$$NS_1 S_1 NA_T = 3,72 \text{ espigas/planta}$$

$$NS_1 S_2 NA_T = 3,78 \text{ espigas/planta}$$

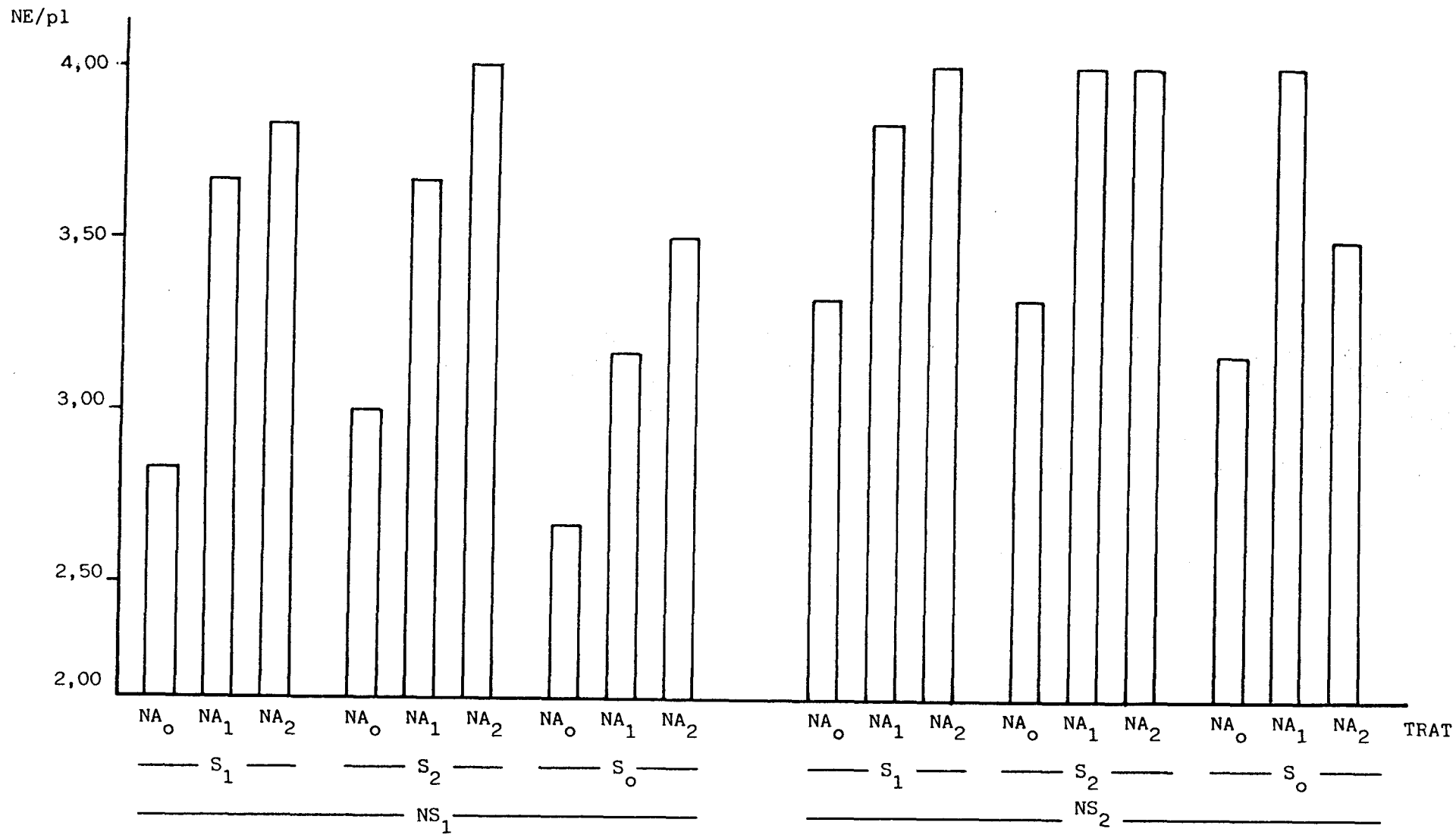
Los valores medios del número de espigas por planta en función de los tratamientos se encuentran representados en la Gráfica 3.

Como resumen general, se observa que el efecto de los tratamientos sobre el número de espigas por planta fué paralelo al ya estudiado para las cosechas grano y planta:

a) El número de espigas se ve afectado por los tratamientos nitrogenados, de manera que al aumentar éstos, se observan incrementos significativos en el parámetro de la cosecha.

b) Cuando los tratamientos de nitrógeno en ahijado son elevados no tiene efecto el elevar las dosis del fertilizante en sementera; lo que corrobora que a igualdad de dosis total de nitrógeno, es más adecuado incrementar los niveles en ahijado que en sementera.

c) Al aplicar azufre foliar al final del ahijado a los tratamientos con bajo nivel de nitrógeno en sementera, se produce una acción suplementaria del elemento sobre la fertilización nitrogenada.



Gráfica 3.- Ensayo-1982. Representación de los valores medios del número de espigas por planta en función de los tratamientos.

4.2.1.2.3.- Número de granos por espiga.

4.2.1.2.3.1.- Estudio del nivel NS₁.

En las Tablas 53 y 54 se exponen respectivamente los valores medios del número de granos por espiga en función de las repeticiones y tratamientos y el análisis de varianza y mínimas diferencias significativas de esos valores.

Tabla 53.- Ensayo-1982. Número de granos por espiga en función de la dosis de nitrógeno y azufre en ahijado para el nivel mínimo de nitrógeno en sementera, NS₁.

Resultados por tratamiento y repetición:

RP	TRATAMIENTOS									Ex	\bar{x}
	NS ₁										
	S ₁			S ₂			S ₀				
	NA ₀	NA ₁	NA ₂	NA ₀	NA ₁	NA ₂	NA ₀	NA ₁	NA ₂		
I	24,9	25,3	24,3	23,3	23,2	23,6	23,5	24,4	25,2	217,7	24,2
II	25,0	26,2	25,2	25,5	25,3	25,2	25,3	24,9	24,6	227,2	25,3
Ex	49,9	51,5	49,5	48,8	48,5	48,8	48,8	49,3	49,8		
\bar{x}	25,0	25,8	24,8	24,4	24,3	24,4	24,4	24,7	24,9		

Resultados por tratamiento:

	NA ₀	NA ₁	NA ₂	Ex	\bar{x}
S ₁	49,9	51,5	49,5	105,9	25,2
S ₂	48,8	48,5	48,8	146,1	24,4
S ₀	48,8	49,3	49,8	147,9	24,7
Ex	147,5	149,3	148,1		
\bar{x}	24,6	24,9	24,7		

Tabla 54.- Ensayo-1982. Número de granos por espiga del nivel NS₁: Análisis - de varianza y mínimas diferencias significativas.

Análisis de varianza:

<u>FV</u>	<u>GL</u>	<u>SC</u>	<u>MC</u>	<u>FC</u>	<u>NP</u>	
<u>RP</u>	1	5,01	5,01	11,13	0,05	
TRAT	NA	2	0,28	0,14	0,31	-
	S	8	3,36	0,42	0,93	2,18
	SNA	4	1,12	0,28	0,62	-
ERROR	8	3,63	0,45			
TOTAL	17					

Mínimas diferencias significativas:

<u>V</u>	<u>0,10</u>	<u>0,05</u>	<u>0,01</u>	<u>0,001</u>
RP	0,59	0,73	1,06	1,59

El análisis de varianza (Tabla 54) demuestra:

- Existe variabilidad entre repeticiones (P= 0,05), siendo la repetición II superior significativamente a la I (P= 0,01).

- Los distintos tratamientos no provocan variabilidad estadística alguna en el número de granos por espiga.

4.2.1.2.3.2.- Estudio del nivel NS₂.

En las Tablas 55 y 56 se encuentran los valores medios de granos por espiga, por repetición y tratamiento, así como su respectivo análisis de varianza.

Para el nivel máximo de nitrógeno en sementera, no se encuentra variabilidad estadística, entre repeticiones ni entre tratamientos, en el número de granos por espiga, según se desprende del correspondiente análisis de varianza (Tabla 56).

Tabla 55.- Ensayo-1982. Número de granos por espiga en función de las dosis - de nitrógeno y azufre para el nivel máximo de nitrógeno en semente - ra, NS₂.

Resultados por tratamiento y repetición:

RP	TRATAMIENTOS									Ex	\bar{x}
	NS ₂										
	S ₁			S ₂			S ₀				
	NA ₀	NA ₁	NA ₂	NA ₀	NA ₁	NA ₂	NA ₀	NA ₁	NA ₂		
I	25,4	25,0	23,6	25,7	25,6	22,8	23,6	26,3	27,2	225,2	25,0
II	26,4	24,8	25,5	22,4	26,0	25,8	24,8	23,8	24,1	223,6	24,8
Ex	51,8	49,8	49,1	48,1	51,6	48,6	48,4	50,1	51,3		
\bar{x}	25,9	24,9	24,6	24,1	25,8	24,3	24,2	25,1	25,7		

Resultados por tratamiento:

	NA ₀	NA ₁	NA ₂	Ex	\bar{x}
S ₁	51,8	49,8	49,1	150,7	25,1
S ₂	48,1	51,6	48,6	148,3	24,7
S ₀	48,4	50,1	51,3	149,8	25,0
Ex	148,3	151,5	149,0		
\bar{x}	24,7	25,3	24,8		

Tabla 56.- Ensayo-1982. Número de granos por espiga del nivel NS₂. Análisis de - varianza.

Análisis de varianza:

FV	GL	SC	MC	FC	NP
RP	1	0,14	0,14	0,05	-
TRAT	NA	2	0,94	0,47	0,18
	S	2	8,16	1,02	0,39
	SNA	4	6,73	1,68	0,64
ERROR	8	20,86	2,61		
TOTAL	17				

4.2.1.2.3.3.- Comparación entre los niveles

NS₁ y NS₂.

En las Tablas 57 y 58 se exponen respectivamente los valores de las subdivisiones de NA, NS y S y el ensayo de diferencias entre las medias de esos valores.

Tabla 57.- Ensayo-1982. Número de granos por espiga: subdivisión de los valores de NS, NA y S.

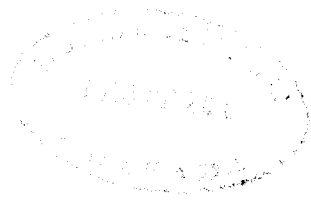
<u>TRAT</u>	<u>\bar{x}</u>	<u>s</u>	<u>n</u>	<u>TRAT</u>	<u>\bar{x}</u>	<u>s</u>	<u>n</u>
<u>NS₁:</u>				<u>NS₁:</u>			
NA _T	24,7	0,84	18	S ₁ NA _T	25,2	0,62	6
NA ₁₊₂	24,8	0,82	12	S ₁ NA ₁₊₂	25,3	0,78	4
NA ₂	24,7	0,65	6	S ₂ NA _T	24,4	1,09	6
NA ₁	24,8	1,01	6	S ₂ NA ₁₊₂	24,3	1,08	4
NA ₀	24,6	0,94	6				
<u>NS₂:</u>				<u>NS₂:</u>			
NA _T	24,9	1,31	18	S ₁ NA _T	25,1	0,93	6
NA ₁₊₂	25,0	1,27	12	S ₁ NA ₁₊₂	24,7	0,81	4
NA ₂	24,8	1,62	6	S ₂ NA _T	24,7	1,65	6
NA ₁	25,3	0,91	6	S ₂ NA ₁₊₂	25,1	1,51	4
NA ₀	24,7	1,48	6				

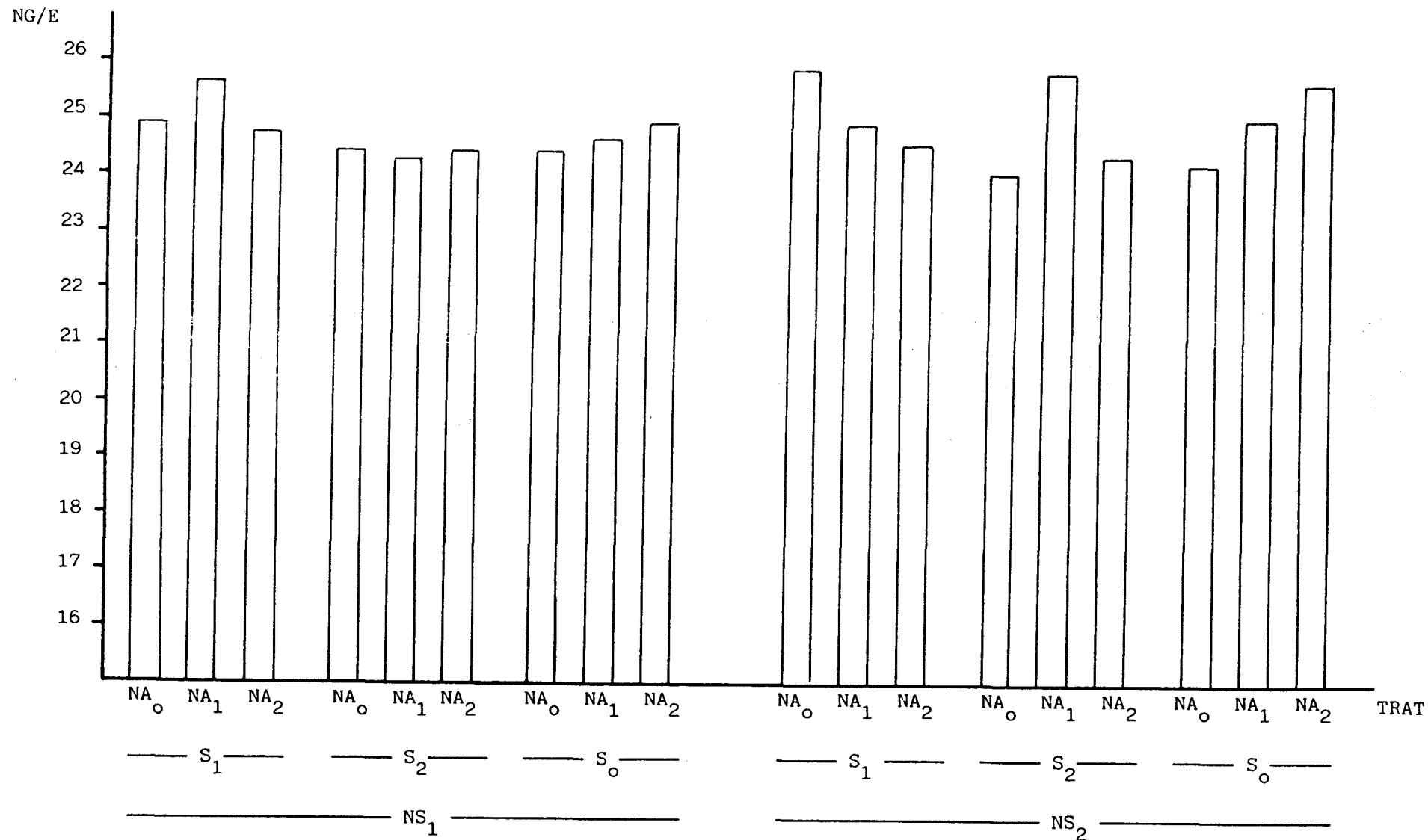
En el ensayo realizado (Tabla 58) no se observan diferencias estadísticas en ninguna de las comparaciones realizadas entre los niveles NS₁ y NS₂. De todo ello se deduce que, al menos en nuestras condiciones de luz, agua y temperatura, el número de granos por espiga es un parámetro no variable con los tratamientos nitrogenados o azufrados.

Tabla 58.- Ensayo-1982. Número de granos por espiga: "t" de Student. % de incremento o disminución y nivel de probabilidad.

<u>Comparación</u>		<u>t</u>	<u>NP</u>	<u>%</u>	<u>Comparación</u>		<u>t</u>	<u>NP</u>	<u>%</u>
<u>NS₁</u>	<u>NS₂</u>				<u>NS₁</u>	<u>NS₂</u>			
NA _T	NA _T	-0,6	-	-0,9	S ₁ NA _T	S ₁ NA _T	0,1	-	0,1
NA ₁₊₂	NA ₁₊₂	-0,6	-	-1,0	S ₁ NA ₁₊₂	S ₁ NA ₁₊₂	0,9	-	2,1
NA ₂	NA ₂	-0,2	-	-0,6	S ₂ NA _T	S ₂ NA _T	-0,5	-	-1,5
NA ₁	NA ₁	-0,7	-	-1,5	S ₂ NA ₁₊₂	S ₂ NA ₁₊₂	-0,8	-	-2,9
NA _o	NA _o	-0,2	-	-0,6	S ₁ NA _T	S ₂ NA _T	0,6	-	1,7
NA ₂	NA ₁	-1,3	-	-2,3	S ₂ NA _T	S ₁ NA _T	-0,7	-	-1,6
NA ₁	NA ₂	0,1	-	0,2					
NA ₁	NA _o	0,2	-	0,4					

En la Gráfica 4 se representa el número medio de granos por espiga en función de los tratamientos.





Gráfica 4.- Ensayo-1982.- Representación de los valores medios del número de granos por espiga en función de los tratamientos.

2.4.1.2.4.- Peso de mil granos (g).

4.2.1.2.4.1.- Estudio del nivel NS₁.

Los valores medios del peso de mil granos por tratamiento y repetición se recogen en la Tabla 59 y su análisis de varianza en la Tabla 60.

Tabla 59.- Ensayo-1982. Peso de mil granos en función de la dosis de nitrógeno y azufre en ahijado para el nivel mínimo de nitrógeno en sementera, NS₁.

Resultados por tratamiento y repetición:

RP	TRATAMIENTOS									Ex	\bar{x}
	NS ₁										
	S ₁			S ₂			S ₀				
	NA ₀	NA ₁	NA ₂	NA ₀	NA ₁	NA ₂	NA ₀	NA ₁	NA ₂		
I	24,8	30,5	26,0	30,0	32,0	28,9	24,2	28,1	33,8	258,3	28,7
II	29,5	25,1	32,2	26,4	28,1	28,3	24,3	28,1	28,3	250,3	27,8
Ex	54,3	55,6	58,2	56,4	60,1	57,2	48,5	56,2	62,1		
\bar{x}	27,2	27,8	29,1	28,2	30,1	28,6	24,3	28,1	31,3		

Resultados por tratamiento:

	NA ₀	NA ₁	NA ₂	Ex	\bar{x}
S ₁	54,3	55,6	58,2	168,1	28,0
S ₂	56,4	60,1	57,2	173,7	28,9
S ₀	48,5	56,2	62,1	166,8	27,8
Ex	159,2	171,9	177,5		
\bar{x}	26,5	28,7	29,6		

Tabla 60.- Ensayo-1982. Peso de mil granos de nivel NS_1 : Análisis de varianza.

Análisis de varianza:

<u>FV</u>	<u>GL</u>	<u>SC</u>	<u>MC</u>	<u>FC</u>	<u>NP</u>	
RP	1	3,6	3,6	0,4	-	
TRAT	NA	2	29,5	14,8	1,7	-
	S	8	59,0	7,4	0,8	0,3
	SNA	4	25,0	12,5	1,4	-
ERROR	8	71,7	9,0			
TOTAL	17					

Del estudio estadístico realizado (Tabla 60) se constata que el peso de mil granos no se afecta estadísticamente por las repeticiones o tratamientos agrícolas efectuados, permaneciendo muy constante para todos los niveles suministrados.

4.2.1.2.4.2.- Estudio del nivel NS_2 .

Los valores medios por tratamiento y repetición del peso de mil granos para el nivel NS_2 y su análisis de varianza se expresan en las Tablas 61 y 62.

Al igual que para el nivel mínimo de nitrógeno en sementera, en la dosis NS_2 no se presenta variabilidad estadística con las repeticiones ni con los tratamientos suministrados (Tabla 62).

Tabla 61.- Ensayo-1982. Peso de mil granos en función de las dosis de nitrógeno y azufre en ahijado para el nivel máximo de nitrógeno en semenera, NS₂.

Resultados por tratamiento y repetición:

RP	TRATAMIENTOS									Ex	\bar{x}
	NS ₂										
	S ₁			S ₂			S ₀				
NA ₀	NA ₁	NA ₂	NA ₀	NA ₁	NA ₂	NA ₀	NA ₁	NA ₂			
I	27,1	30,1	30,2	29,7	30,3	27,9	26,3	26,1	32,4	260,1	28,6
II	29,7	30,0	29,0	23,3	27,1	30,7	26,3	23,2	32,0	251,3	27,9
Ex	56,8	60,1	59,2	53,0	57,4	58,6	52,6	49,3	64,4		
\bar{x}	28,4	30,1	29,6	26,5	28,7	29,3	26,3	24,6	32,2		

Resultados por tratamiento:

	NA ₀	NA ₁	NA ₂	Ex	\bar{x}
S ₁	56,8	60,1	59,2	176,1	29,4
S ₂	53,0	57,4	58,6	169,0	28,2
S ₀	52,6	49,3	64,4	166,3	27,7
Ex	162,4	166,8	182,2		
\bar{x}	27,1	27,8	30,4		

Tabla 62.- Ensayo-1982. Peso de mil granos del nivel NS₂: Análisis de varianza.

Análisis de varianza:

FV	GL	SC	MC	FC	NP
RP	1	4,2	4,2	1,0	-
TRAT	NA	2	36,0	18,0	4,3
	S	8	82,4	10,3	2,4
	SNA	4	38,0	9,5	2,3
ERROR	8	33,4	4,2		
TOTAL	17				

4.2.1.2.4.3.- Comparación entre los nive--

les NS₁ y NS₂.

Los valores de las subdivisiones de NS, NA y S y el ensayo de diferencias entre medias se recogen en las Tablas 63 y 64.

Tabla 63.- Ensayo-1982.- Peso de mil granos: Subdivisión de los valores de -
NS, NA y S.

<u>TRAT</u>	<u>\bar{x}</u>	<u>s</u>	<u>n</u>	<u>TRAT</u>	<u>\bar{x}</u>	<u>s</u>	<u>n</u>
<u>NS₁:</u>				<u>NS₁:</u>			
NA _T	28,3	2,81	18	S ₁ NA _T	28,0	3,15	6
NA ₁₊₂	29,1	2,56	12	S ₁ NA ₁₊₂	28,5	3,45	4
NA ₂	29,6	2,88	6	S ₂ NA _T	28,9	1,92	6
NA ₁	28,7	2,37	6	S ₂ NA ₁₊₂	29,3	1,82	4
NA ₀	26,5	2,65	6				
<u>NS₂:</u>				<u>NS₂:</u>			
NA _T	28,4	2,66	18	S ₁ NA _T	29,3	1,19	6
NA ₁₊₂	29,1	2,61	12	S ₁ NA ₁₊₂	29,8	0,52	4
NA ₂	30,4	1,70	6	S ₂ NA _T	28,2	2,76	6
NA ₁	27,8	2,85	6	S ₂ NA ₁₊₂	29,0	1,76	4
NA ₀	27,8	1,75	6				

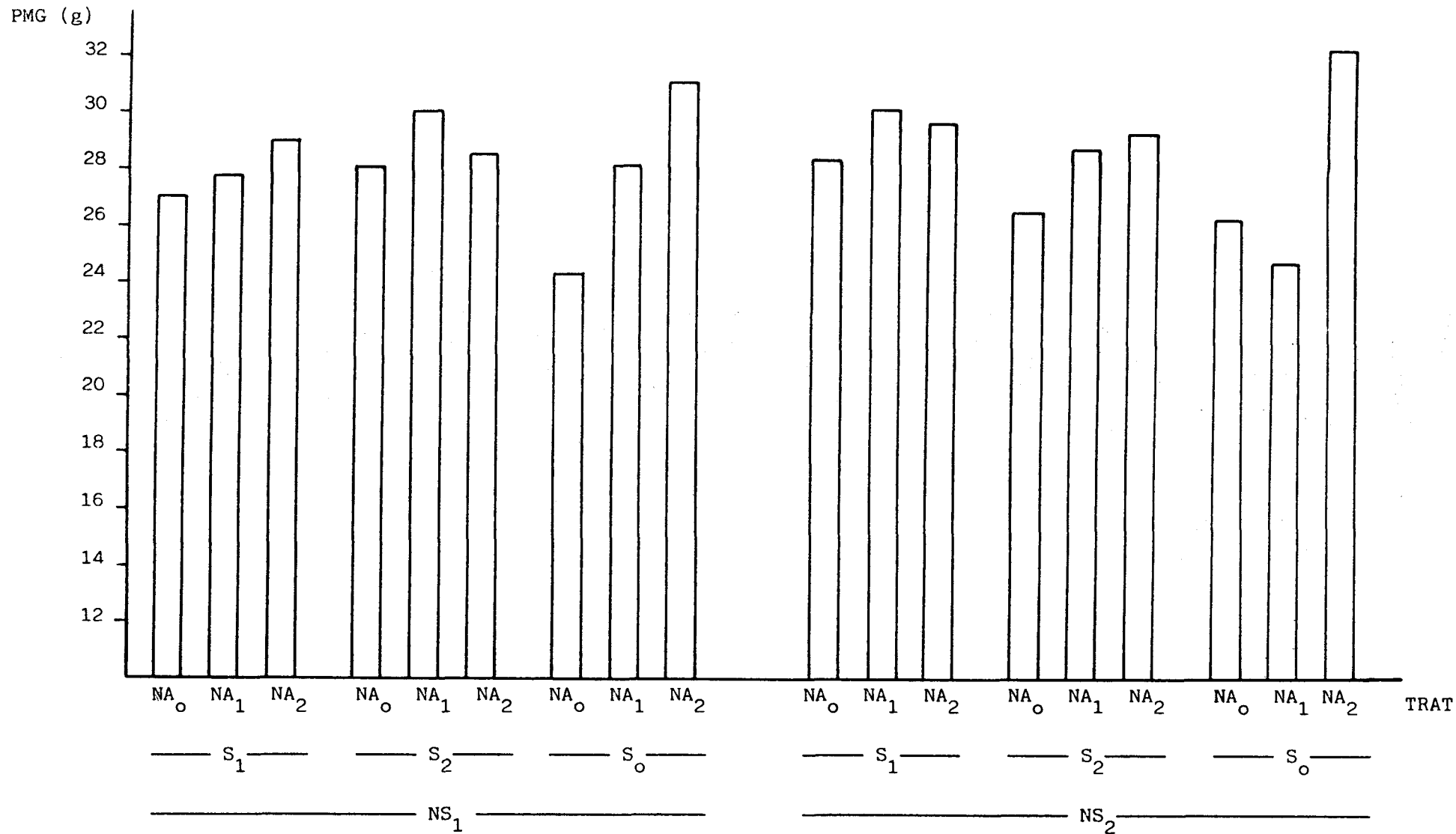
La comparación entre los niveles NS₁ y NS₂ muestra que no existen diferencias estadísticamente significativas entre los diversos pesos de mil granos (Tabla 64), destacándose además los muy pequeños porcentajes de incremento o disminución.

Por tanto, como parámetro de cosecha, el peso de mil granos resulta poco o nada variable con la fertilización nitrogenada de sementera o cobertera temprana, así como con los tratamientos de azufre foliar al final del ahijado.

Tabla 64.- Ensayo-1982. Peso de mil granos: "t" de Student, % de incremento o disminución y nivel de probabilidad.

Comparación			t	NP	%	Comparación			t	NP	%
<u>NS₁</u>	<u>NS₂</u>					<u>NS₁</u>	<u>NS₂</u>				
NA _T	NA _T		-0,2	-	-0,6	S ₁ NA _T	S ₁ NA _T		-1,0	-	-4,7
NA ₁₊₂	NA ₁₊₂		0,1	-	0,1	S ₁ NA ₁₊₂	S ₁ NA ₁₊₂		-0,8	-	-4,7
NA ₂	NA ₂		-0,6	-	-2,6	S ₂ NA _T	S ₂ NA _T		0,6	-	2,7
NA ₁	NA ₁		0,6	-	3,0	S ₂ NA ₁₊₂	S ₂ NA ₁₊₂		0,2	-	1,0
NA ₀	NA ₀		-1,0	-	-4,9	S ₁ NA _T	S ₂ NA _T		-0,1	-	-0,5
NA ₂	NA ₁		1,1	-	6,4	S ₂ NA _T	S ₁ NA _T		-0,4	-	-1,4
NA ₁	NA ₂		-1,4	-	-6,0						
NA ₁	NA ₀		0,7	-	3,2						

En la Gráfica 5 se encuentra representado el peso de los granos - en función de los tratamientos.



Gráfica 5.- Ensayo-1982. Representación de los valores medios del peso de mil granos en función de los tratamientos.

4.2.1.3.- Importancia relativa de los parámetros de cosecha en - la producción final de grano.

4.2.1.3.1.- Relación cosecha grano-parámetros.

La relación entre cosecha grano y sus parámetros determinantes se ha estudiado mediante correlación simple, para analizar la importancia relativa de cada uno de ellos, en la producción final de grano.

La influencia conjunta de los tres parámetros de la cosecha grano número de espigas por metro cuadrado, número de granos por espiga y peso medio de los granos, es analizada por correlación parcial.

En la Tabla 65 se recogen los coeficientes de correlación simples y parciales resultantes.

Tabla 65.- Ensayo-1982. Correlaciones simples y parciales entre cosecha grano y parámetros.

Coeficientes de correlación:

	<u>Simples</u>			<u>Parciales</u>
	NE/m ²	NG/E	PMG	
Y	0,8728 ***	0,1068	0,3552 *	$r_{Y-NE.NG} = 0,9112^{***}$ $r_{Y-NE.PMG} = 0,9735^{***}$
PMG	-0,0936	0,2163		$r_{Y-NG.NE} = 0,5435^{***}$
NG/E	-0,1770			$r_{Y-PMG.NE} = 0,8991^{***}$

* y ***, significativamente al 0,05, 0,01 y 0,001, respectivamente

Del estudio realizado se puede concluir que el número de espigas por metro cuadrado es el componente principal en la determinación de la cosecha grano (P= 0,001) mientras que los otros dos parámetros, número de granos por espiga y peso medio de los granos, presentan una relación muy escasa con la cosecha grano.

La correlación parcial corrobora este hecho, elevando escasamente la alta correlación entre cosecha grano y número de espigas por metro cuadrado al eliminar el efecto de los otros dos parámetros. Por el contrario, al eliminar el efecto del número de espigas por metro cuadrado, la relación de la cosecha grano con el número de granos por espiga y con el peso de los granos aumenta considerablemente.

4.2.1.3.2.- Relación cosecha planta-parámetros.

En la Tabla 66 se expresan los coeficientes de correlación simple y parcial, entre cosecha planta y sus parámetros determinantes junto con los niveles de probabilidad respectivas.

Tabla 66.- Ensayo-1982. Correlaciones simples y parciales entre cosecha planta y parámetros.

Coefficientes de correlación:

	<u>Simples</u>			<u>Parciales</u>
	NE/pl	NG/E	PMG	
Y/pl	0,8196 ***	0,3862 *	0,6355 ***	$r_{Y/pl-NE.NG} = 0,8589^{***}$ $r_{Y/pl-NE.PMG} = 0,9540^{***}$
PMG	0,1425	0,2163		$r_{Y/pl-NG.NE} = 0,5659^{***}$
NG/E	0,0768			$r_{Y/pl-PMG.NE} = 0,9147^{***}$

*, y *** significativos al 0,05 y 0,001 respectivamente

Igual que ocurre para la cosecha grano, en la determinación de la cosecha por planta el parámetro de mayor influencia es el número de espigas por planta ($P=0,001$) seguido en importancia por el peso medio de los granos ($P= 0,001$) y del número de granos por espiga ($P= 0,05$). Así mismo, se comprueba que los tres parámetros de cosecha se comportan de forma independiente puesto que los coeficientes de correlación entre ellos son muy bajos (Tabla 66).

La correlación parcial muestra, que la relación de la cosecha por planta con el número de granos por espiga aumenta, al eliminar el efecto de los otros dos componentes de cosecha, en mayor cuantía cuando se trata del peso de los granos ($r= 0,9540$). Asimismo, al eliminar el efecto del número de espigas por planta, la relación de la cosecha planta con el peso de mil granos y con el número de granos por espigas se eleva a $r= 0,9147$ y $r= 0,5659$ respectivamente.

Como resumen de la influencia de los parámetros de cosecha en la producción final de grano, se puede decir:

- El número de espigas es el principal componente en la determinación de la cosecha grano y planta, con coeficientes de $r = 0,8728$ y $r = 0,8196$ respectivamente.

- La relación del número de granos por espiga y del peso medio de los granos con ambas cosechas es mucho menor y, al menos en nuestras condiciones climatológicas estos dos parámetros son de escasa importancia en las variaciones que se obtienen en la producción final de grano.

- Los parámetros determinantes de cosecha grano y cosecha por planta presentan una relación muy escasa, lo que se explica por el hecho de que son decididos de forma independiente en distintas fases del desarrollo del cultivo.

4.2.1.4.- Resumen general del ensayo-1982.

1) El análisis de la importancia relativa de los parámetros de cosecha, en la producción final de grano, muestra que el número de espigas por planta o por unidad de superficie, según sea la cosecha planta o la cosecha grano, la que se considere, es el principal determinante, mientras que el número de granos por espiga así como el peso de mil granos presenta una relación muy escasa con ambas cosechas.

2) Las aplicaciones de suficiente fertilización nitrogenada en sementera y ahijado (NS_1+NA_2 ; NS_2+NA_1 ó NS_2+NA_2) incrementaron significativamente las cosechas grano y planta, al aumentar el número de espigas por planta.

3) Cuando las aplicaciones de abonado nitrogenado se reparten entre sementera y cobertera temprana, a igualdad de dosis total, la mayor efectividad sobre las cosechas y número de espigas por planta se alcanza si la aplicación del fertilizante en ahijado es superior o igual a la de sementera.

4) El azufre suministrado por vía foliar al finalizar el ahijado actuó como suplementario del nitrógeno, pero sólo cuando éste se encontraba a bajos niveles en sementera y ahijado (20 kg/Ha).

5) Este efecto del azufre era independiente de la dosis empleada y coincidió con la acción del nitrógeno, es decir, elevando el número de espigas por planta y, por tanto, las cosechas grano y planta, sin modificar significativamente el número de granos por espiga y peso de mil granos.

Dicho efecto sugiere un mecanismo de actuación diferente al nutritivo, probablemente de naturaleza hormonal.

6) El azufre, en las dosis empleadas, no actuó como sustitutivo del nitrógeno, ya que en los tratamientos sin este fertilizante no se detectó elevación significativa de las cosechas o parámetros.

7) Los tratamientos con % de incremento más elevados frente al testigo $NS_1S_0NA_0$ fueron $NS_1S_2NA_2$, $NS_1S_2NA_1$, $NS_1S_1NA_2$ y $NS_1S_1NA_1$:

- En cosecha planta, 78%, 69%, 76% y 66% respectivamente.

- En número de espigas por planta, 50%, 38%, 44% y 38%.

Y frente al testigo $NS_2S_0NA_0$ los mismos niveles de nitrógeno y azufre en ahijado anteriores, es decir, $NS_2S_2NA_2$, $NS_2S_2NA_1$, $NS_2S_1NA_2$ y $NS_2S_1NA_1$:

- En cosecha planta, 42%, 47%, 45% y 42% respectivamente.

- En número de espigas por planta, 26%, 26%, 26% y 21%.

4.2.2.- Ensayo 1983.

4.2.2.1.- Análisis de la cosecha grano (kg/100 m²) en función de los tratamientos de nitrógeno, azufre y ethrel.

El estudio consistió en la realización de análisis de varianza y mínimas diferencias significativas para conocer las posibles variaciones estadísticas en la cosecha grano de las plantas de cebada, bajo la acción de tres niveles de fertilización nitrogenada aplicadas en sementera y mitad de ahijado ($N_1 = 20+20$ kg/Ha; $N_2 = 30+30$ kg/Ha y $N_3 = 40+40$ kg/Ha); junto con una aplicación de azufre y ethrel por vía foliar a mitad de ahijado ($S = 12,5$ kg/Ha y $E = 0,35$ kg/Ha), contrastados con un testigo (T).

En la Tabla 67, se pueden observar los valores de cosecha grano por repetición y tratamiento; y en la Tabla 68 el análisis de varianza y mínimas diferencias significativas correspondientes.

Tabla 67.- Ensayo-1983. Cosecha grano en función de los tratamientos de nitrógeno, azufre y ethrel.

Resultados por tratamiento y repetición:

RP	TRATAMIENTOS									Ex	\bar{x}
	T			S			E				
	N_1	N_2	N_3	N_1	N_2	N_3	N_1	N_2	N_3		
I	7,0	11,0	11,0	9,0	12,0	15,0	11,0	12,0	17,0	105	11,7
II	8,0	8,0	11,0	14,0	10,0	18,0	14,0	11,0	16,0	110	12,2
III	10,0	10,0	14,0	15,0	11,0	17,0	15,0	12,0	16,0	120	13,3
IV	8,0	9,0	15,0	13,0	9,0	15,0	10,0	9,0	17,0	105	11,7
Ex	33,0	38,0	51,0	51,0	42,0	65,0	50,0	44,0	66,0		
\bar{x}	8,3	9,5	12,8	12,8	10,5	16,3	12,5	11,0	16,5		

Resultados por tratamiento:

	T	S	E	Ex	\bar{x}
N_1	33,0	51,0	50,0	134,0	11,2
N_2	38,0	42,0	44,0	124,0	10,3
N_3	51,0	65,0	66,0	182,0	15,2
Ex	122,0	158,0	160,0		
\bar{x}	10,2	13,2	13,3		

Tabla 68.- Ensayo-1983. Cosecha grano: Análisis de varianza y mínimas diferencias significativas.

Análisis de varianza:

<u>FV</u>	<u>GL</u>	<u>SC</u>	<u>MC</u>	<u>FC</u>	<u>NP</u>	
RP	3	16,7	5,6	2,1	-	
TRAT	N	2	76,2	38,1	14,7	0,001
	ES	8	251,2	31,4	12,1	0,001
	NES	4	14,8	3,7	1,4	-
ERROR	24	62,3	2,6			
TOTAL	35					

Mínimas diferencias significativas:

<u>V</u>	<u>0,10</u>	<u>0,05</u>	<u>0,01</u>	<u>0,001</u>
TRAT	1,95	2,35	3,19	4,27
N	1,13	1,36	1,85	2,47
ES	1,13	1,36	1,85	2,47

Los resultados del estudio efectuado indican:

- No se presentaron variaciones estadísticas entre repeticiones.
- La cosecha grano varió significativamente en función de los tratamientos nitrogenados (P= 0,001; Tabla 68) y de las aplicaciones de azufre y ethrel (P= 0,001; Tabla 68).

Por otra parte, no se encontró variabilidad estadística alguna con la interacción NES.

El análisis de las mínimas diferencias significativas entre tratamientos (Tabla 69 y 70) se dividió, como en el ensayo 1982, en tres apartados:

- a) diferencias entre los niveles de nitrógeno;
- b) entre las aplicaciones de azufre o ethrel y
- c) entre el global de los nueve tratamientos.

Tabla 69.- Ensayo-1983. Cosecha grano: Comparación entre los efectos principales N y ES. % de incremento o disminución y nivel de probabilidad.

	N ₁	N ₂		T	S
N ₃	35,8% (0,001)	47,6% (0,001)	E	30,4% (0,001)	0,8% (-)
N ₂	-8,7% (-)		S	29,5% (0,001)	

a) En cuanto al efecto de las distintas dosis de nitrógeno sobre la cosecha grano, se observa que el nivel más efectivo fué N₃ (80 kg/Ha) con diferencias áltamente significativas respecto a los niveles medio y bajo, N₂ (60 kg/Ha) y N₁ (40 kg/Ha).

La dosis N₁ ocupó un lugar intermedio, pero sin diferencias con la N₂ (Tabla 69):

$$N_3 = 15,2 \text{ kg}/100 \text{ m}^2$$

$$N_2 = 10,3 \text{ kg}/100 \text{ m}^2$$

$$N_1 = 11,2 \text{ kg}/100 \text{ m}^2$$

b) Los tratamientos de azufre y ethrel por vía foliar causaron un efecto muy similar sobre la cosecha grano, provocando un incremento áltamente significativo de ésta respecto a las parcelas testigo (P= 0,001; Tabla 69); sin embargo, entre ambas aplicaciones no se presentaron diferencias significativas:

$$E = 13,0 \text{ kg}/100 \text{ m}^2$$

$$S = 13,2 \text{ kg}/100 \text{ m}^2$$

$$T = 10,2 \text{ kg}/100 \text{ m}^2$$

c) La comparación entre los nueve tratamientos individuales (Tabla 70), puso de manifiesto:

- Las producciones de grano más elevadas se obtuvieron con los tratamientos EN₃ y SN₃, sin diferencias entre ellos, pero con diferencias significativas de diversa índole en relación a los restantes:

$$EN_3 = 16,5 \text{ kg}/100 \text{ m}^2$$

$$SN_3 = 16,3 \text{ kg}/100 \text{ m}^2$$

Tabla 70.- Ensayo-1983. Cosecha grano: Comparación entre el total de tratamientos N, S y E. % de incremento o disminución y nivel de probabilidad.

	TN ₁	TN ₂	TN ₃	SN ₁	SN ₂	SN ₃	EN ₁	EN ₂
EN ₃	100% (0,001)	73,7% (0,001)	29,4% (0,01)	29,4% (0,01)	57,1% (0,001)	1,5% (-)	32,0% (0,01)	50,0% (0,001)
EN ₂	33,3% (0,05)	15,8% (-)	-15,9% (-)	-15,9% (-)	4,8% (-)	-47,7% (0,001)	-13,6% (-)	
EN ₁	51,5% (0,01)	31,6% (0,05)	-2,0% (-)	-2,0% (-)	19,0% (-)	-30,0% (0,01)		
SN ₃	97,0% (0,001)	71,1% (0,001)	27,5% (0,01)	27,5% (0,01)	54,8% (0,001)			
SN ₂	27,3% (0,10)	10,5% (-)	-27,3% (0,10)	-27,3% (0,10)				
SN ₁	54,5% (0,001)	34,2% (0,01)	0% -					
TN ₃	54,5% (0,001)	34,2% (0,01)						
TN ₂	15,2% (-)							

- Existe un grupo de tratamientos que produce cosechas de tipo intermedio, entre los cuales no se presentaron diferencias estadísticamente significativas. Estos tratamientos son: del bloque del testigo, el nivel superior de nitrógeno, así como los niveles N₁ y N₂ de los bloques con azufre y ethrel:

$$TN_3 = 12,8 \text{ kg}/100 \text{ m}^2$$

$$EN_1 = 12,5 \text{ kg}/100 \text{ m}^2$$

$$SN_1 = 12,8 \text{ kg}/100 \text{ m}^2$$

$$EN_2 = 11,0 \text{ kg}/100 \text{ m}^2$$

$$SN_2 = 10,5 \text{ kg}/100 \text{ m}^2$$

- Los tratamientos TN₁ y TN₂ resultaron los menos efectivos en la producción de grano, con diferencias estadísticas variables respecto a los demás tratamientos, pero mostrándose muy similares entre sí:

$$TN_1 = 8,3 \text{ kg}/100 \text{ m}^2$$

$$TN_2 = 9,5 \text{ kg}/100 \text{ m}^2$$

La representación de los resultados medios de cosecha grano en función de los tratamientos se presenta en la Gráfica 6.

Como resumen de lo anteriormente expuesto, se puede destacar:

1) Las cosechas grano más elevadas se obtuvieron con los tratamientos globales N_3 (80 kg/Ha).

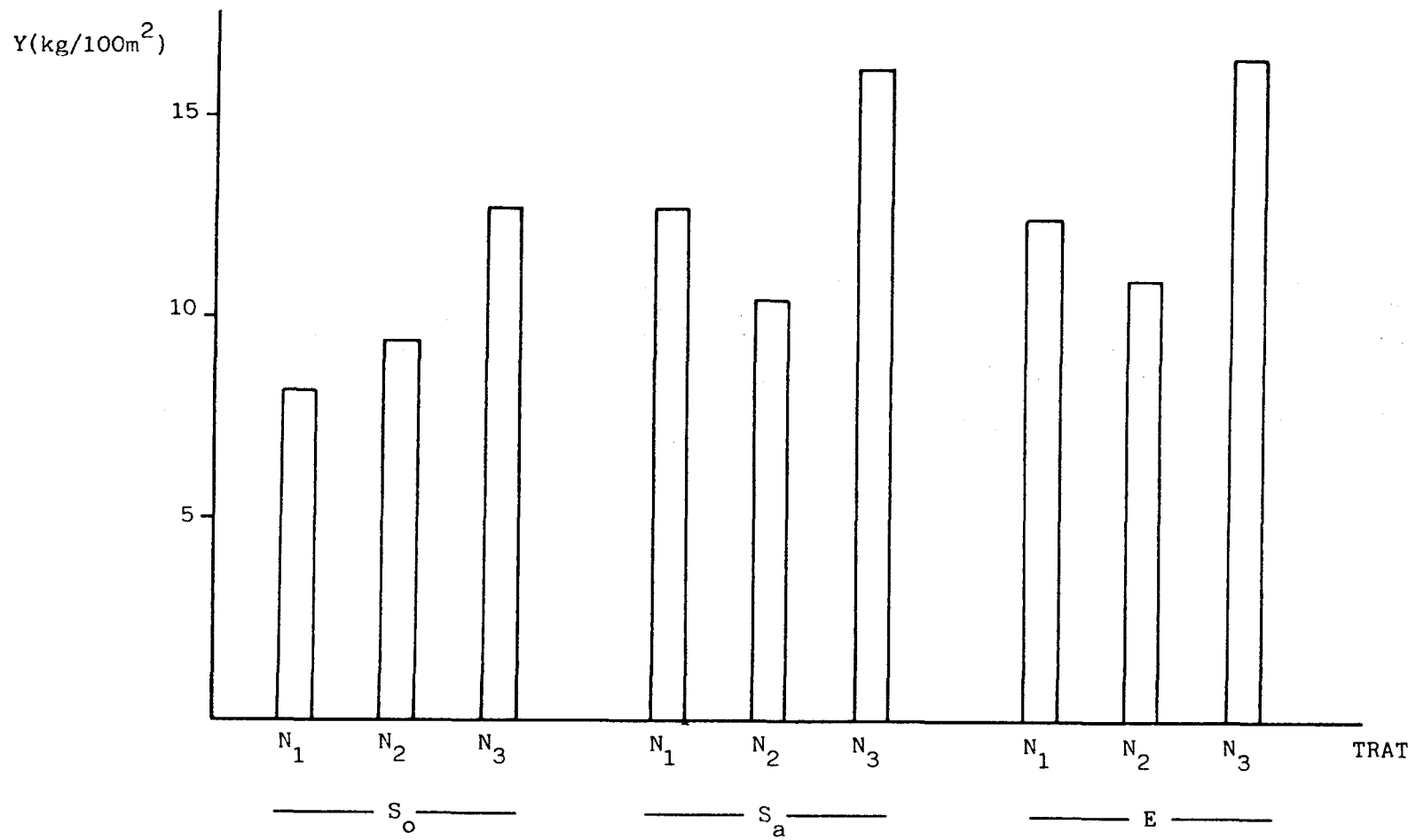
2) El efecto de los tratamientos globales E y S fué muy similar incrementando las cosechas respecto a los testigos.

3) En el caso de los tratamientos individuales, las aplicaciones de E y S produjeron un efecto suplementario del nitrógeno, cuando este se ensayaba a niveles (N_1) y medio (N_2), aumentando sus cosechas frente a los testigos correspondientes (TN_1 y TN_2) e igualándolos con el nivel más elevado de nitrógeno (TN_3).

Es de destacar que este efecto suplementario fué más claro para - el nivel inferior de nitrógeno (SN_1 y EN_1), ya que los niveles medios (SN_2 y EN_2), aunque incrementaron la cosecha con respecto a sus testigos no presentaron diferencias significativas respecto a ellos.

Para el nivel superior de nitrógeno (N_3), los efectos del azufre y del ethrel fueron de tipo aditivo, ya que incrementaron significativamente las cosechas frente al testigo (TN_3).

4) Por último, destacar que los mayores porcentajes de incremento en la cosecha grano fueron los obtenidos por los tratamiento EN_3 y SN_3 con el 100% y el 97% respectivamente en relación a TN_1 .



Gráfica 6.- Ensayo-1983. Representación de los valores medios de cosecha grano en función de los tratamientos.

4.2.2.2.- Análisis de la cosecha planta y parámetros determinantes en función de los tratamientos de nitrógeno, azufre y ethrel.

4.2.2.2.1.- Cosecha planta (g/planta).

Los valores medios del peso de los granos por planta, por tratamiento y repetición, así como el análisis de varianza y mínimas diferencias significativas de esos valores se exponen respectivamente en las Tablas 71 y 72.

Tabla 71.- Ensayo-1983. Cosecha planta en función de los tratamientos de nitrógeno, azufre y ethrel.

Resultados por tratamiento y repetición:

RP	TRATAMIENTOS									Ex	\bar{x}
	T			S			E				
	N ₁	N ₂	N ₃	N ₁	N ₂	N ₃	N ₁	N ₂	N ₃		
I	2,04	2,58	3,02	2,85	3,12	3,41	3,20	2,96	3,27	26,45	2,94
II	2,18	2,80	2,84	3,21	3,05	3,14	2,94	3,07	3,52	26,75	2,97
III	2,34	2,67	3,21	3,03	2,75	3,56	3,00	2,73	3,41	26,70	2,97
IV	2,08	2,70	3,12	2,95	3,12	3,56	2,89	3,07	3,27	26,76	2,97
Ex	8,64	10,75	12,19	12,04	12,04	13,67	12,03	11,83	13,47		
\bar{x}	2,16	2,69	3,05	3,01	3,01	3,42	3,01	2,96	3,37		

Resultados por tratamiento:

	T	S	E	Ex	\bar{x}
N ₁	8,64	12,04	12,03	32,71	2,73
N ₂	10,75	12,04	11,83	34,62	2,89
N ₃	12,19	13,67	13,47	39,33	3,29
Ex	31,58	37,75	37,33		
\bar{x}	2,63	3,15	3,11		

Tabla 72.- Ensayo-1983. Cosecha planta: Análisis de varianza y mínimas diferencias significativas.

<u>Análisis de varianza</u>						
<u>FV</u>	<u>GL</u>	<u>SC</u>	<u>MC</u>	<u>FC</u>	<u>NP</u>	
RP	3	0,07	0,02	0,67	-	
TRAT	N	2	2,03	1,01	33,60	0,001
	ES	8	4,42	0,55	18,33	0,001
	NES	4	0,36	0,09	3,00	-
ERROR	24	0,60	0,03			
TOTAL	35					
<u>Mínimas diferencias significativas:</u>						
	<u>V</u>	<u>0,10</u>	<u>0,05</u>	<u>0,01</u>	<u>0,001</u>	
	TRAT	0,21	0,25	0,34	0,45	
	N	0,12	0,14	0,17	0,26	
	ES	0,12	0,14	0,17	0,26	

Los resultados obtenidos son prácticamente equivalentes a los de cosecha grano:

La cosecha planta no varió estadísticamente con las repeticiones, ni con la interacción nitrógeno-azufre o ethrel (Tabla 72). Sin embargo, sí se obtuvieron variaciones significativas con el global de los tratamientos y con los efectos principales N y ES (P= 0,001; Tabla 72).

El estudio de las mínimas diferencias significativas, permite destacar los siguientes puntos:

a) Entre los tratamientos nitrogenados (Tabla 73), se puede observar que el N₃ dió lugar a cosechas/planta significativamente superiores a las obtenidas con N₁ y N₂ (P= 0,001); mientras que entre estas dos últimas dosis no hubo diferencias estadísticas:

$$N_3 = 3,29 \text{ g/planta}$$

$$N_2 = 2,89 \text{ g/planta}$$

$$N_1 = 2,73 \text{ g/planta}$$

b) Las aplicaciones de azufre y ethrel por vía foliar, produjeron un aumento áltamente significativo (P= 0,001) de la cosecha planta respecto a la obtenida por los testigos. Sin embargo, entre ambos tratamientos no se presentaron diferencias estadísticas (Tabla 73):

$$S = 3,15 \text{ g/planta}$$

$$E = 3,11 \text{ g/planta}$$

$$T = 2,63 \text{ g/planta}$$

Tabla 73.- Ensayo-1983. Cosecha planta: Comparación entre los efectos principales N y ES. % de incremento o disminución y nivel de probabilidad.

	N ₁	N ₂		T	S
N ₃	20,2% (0,001)	13,5% (0,001)	E	18,3% (0,001)	-1,3% (-)
N ₂	5,9% (-)		S	19,8% (0,001)	

Tabla 74.- Ensayo-1983. Cosecha planta: Comparación entre el total de tratamientos N, S y E. % de incremento o disminución y nivel de probabilidad.

	TN ₁	TN ₂	TN ₃	SN ₁	SN ₂	SN ₃	EN ₁	EN ₂
EN ₃	56,0% (0,001)	25,3% (0,001)	10,5% (0,05)	12,0% (0,01)	12,0% (0,01)	-1,5% (-)	12,0% (0,01)	13,9% (0,01)
EN ₂	37,0% (0,001)	10,0% (0,05)	-3,0% (-)	-1,7% (-)	-1,7% (-)	-15,5% (0,001)	-1,7% (-)	
EN ₁	39,4% (0,001)	11,9% (0,05)	-1,3% (-)	0% (-)	0% (-)	-13,6% (0,01)		
SN ₃	58,0% (0,001)	27,1% (0,001)	12,1% (0,01)	13,6% (0,01)	13,6% (0,01)			
SN ₂	37,0% (0,001)	11,9% (0,05)	-1,3% (-)	0% (-)				
SN ₁	37,0% (0,001)	11,9% (0,05)	-1,3% (-)					
TN ₃	41,2% (0,001)	13,4% (0,01)						
TN ₂	24,5% (0,001)							

c) Al estudiar el conjunto de los nueve tratamientos (Tabla 74), se pudo constatar:

- Las mayores producciones por planta fueron obtenidas con los tratamientos individuales EN_3 y SN_3 con diferencias de diversa significación frente a los restantes y sin diferencias entre ellos:

$$SN_3 = 3,42 \text{ g/planta}$$

$$EN_3 = 3,37 \text{ g/planta}$$

En base a la observación de estos resultados cabe destacar que cuando al nivel N_3 se le suministra S o E al final del ahijado, se presenta un efecto aditivo de estos tratamientos por vía foliar, incrementando significativamente la cosecha en relación al testigo TN_3 (Tabla 74).

- Las cosechas obtenidas por este último tratamiento TN_3 quedaron igualadas estadísticamente por las de los niveles bajo y medio de N cuando se les aplicaba S o E (SN_1 , SN_2 , EN_1 y EN_2). Además, estos cuatro tratamientos mencionados en último lugar presentaron diferencias significativas con respecto a sus testigos de azufre o ethrel (Tabla 74); lo que confirma el efecto suplementario de ambos fertilizantes obtenido en la cosecha grano, cuando se aplican junto a dosis medias o bajas de nitrógeno:

$$TN_3 = 3,05 \text{ g/planta}$$

$$SN_2 = 3,01 \text{ g/planta}$$

$$EN_2 = 2,96 \text{ g/planta}$$

$$SN_1 = 3,01 \text{ g/planta}$$

$$EN_1 = 3,01 \text{ g/planta}$$

- Las cosechas más bajas por planta fueron las obtenidas por los tratamientos TN_2 y TN_1 con diferencias significativas entre ellos ($P = 0,001$; Tabla 74):

$$TN_2 = 2,69 \text{ g/planta}$$

$$TN_1 = 2,16 \text{ g/planta}$$

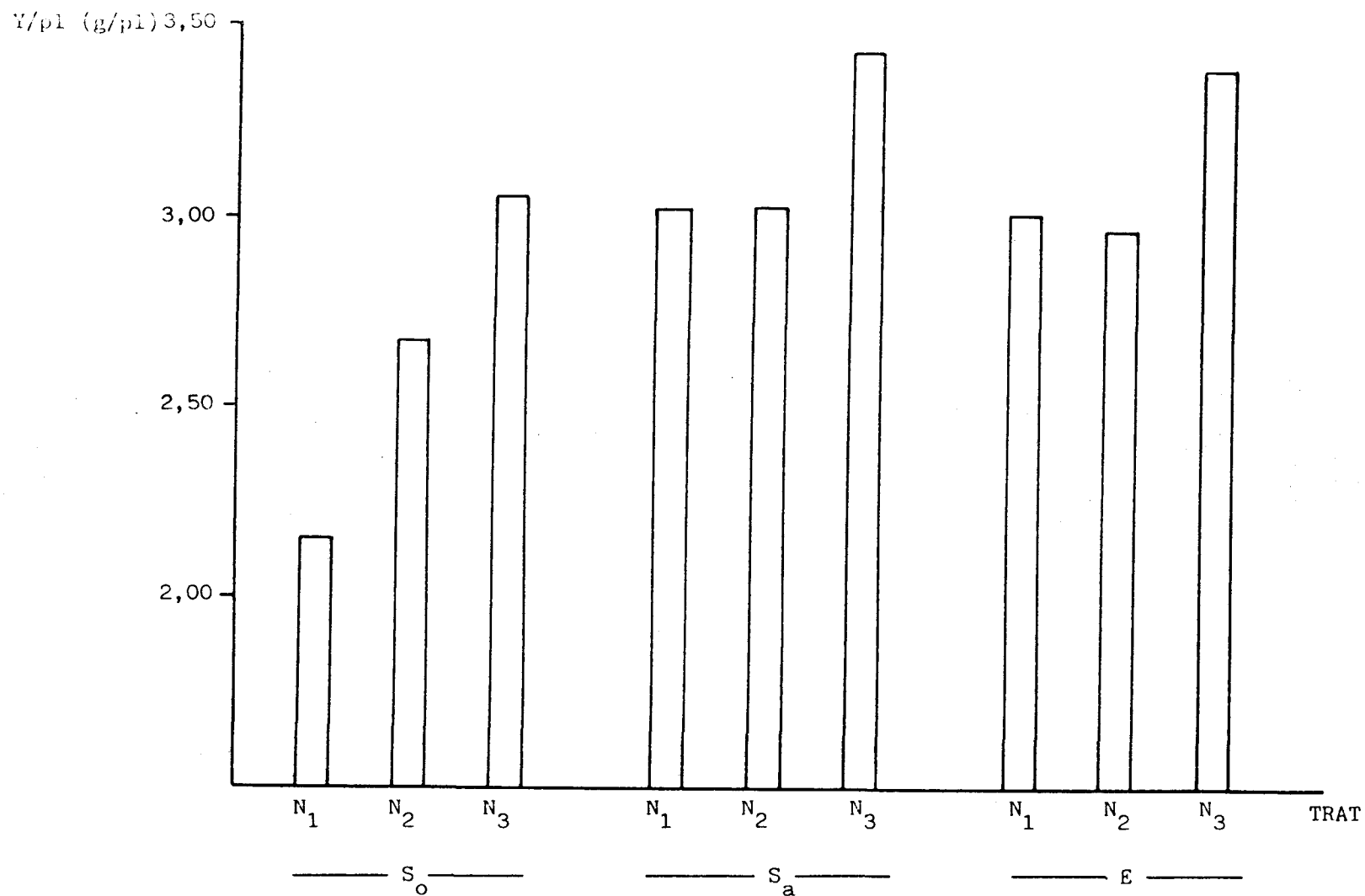
En la Gráfica 7 se representan los valores medios de cosecha planta en función de los tratamientos suministrados.

Resumiendo, el efecto de los tratamientos sobre la cosecha/planta confirma la práctica totalidad de lo expuesto en el caso de la cosecha grano, ya que:

1) El peso de los granos por planta fué influenciado significativamente por el abonado nitrogenado, siendo la dosis más efectiva N_3 (80 kg/Ha) mientras que N_2 y N_1 no resultaron estadísticamente diferentes.

2) Los tratamientos de azufre elemental y ethrel por vía foliar al final del ahijado presentaron efectos estadísticos muy semejantes, incrementando las cosechas con respecto a los testigos y al suministrarlos junto a niveles medios y bajos de nitrógeno suplementaron la acción de éste fertilizante, mientras que su aplicación a niveles altos de nitrógeno causó un efecto aditivo.

3) SN_3 y EN_3 presentaron unos incrementos en cosecha planta frente al testigo TN_1 del 58 y 56% respectivamente.



Gráfica 7.- Ensayo-1983. Representación de los valores medios de cosecha planta en función de los tratamientos.

4.2.2.2.2.- Número de espigas por planta.

En las Tablas 75 y 76 se presentan respectivamente los valores medios del número de espigas por planta por tratamiento y repetición, así como el análisis de varianza y mínimas diferencias significativas.

Tabla 75.- Ensayo-1983. Número de espigas por planta en función de los tratamientos de nitrógeno, azufre y ethrel.

Resultados por tratamiento y repetición:

RP	TRATAMIENTOS									Ex	\bar{x}
	T			S			E				
	N ₁	N ₂	N ₃	N ₁	N ₂	N ₃	N ₁	N ₂	N ₃		
I	2,50	3,33	3,72	3,50	3,83	3,67	3,83	3,67	3,67	31,72	3,52
II	2,50	3,33	3,50	3,83	3,67	3,83	3,67	3,67	4,00	32,00	3,56
III	2,67	3,00	4,00	3,67	3,33	4,17	3,67	3,17	4,17	31,85	3,54
IV	2,50	3,50	3,67	3,67	3,33	4,17	3,33	3,50	3,83	31,50	3,50
Ex	10,17	13,16	14,89	14,67	14,16	15,84	14,50	14,01	15,67		
\bar{x}	2,54	3,29	3,72	3,67	3,54	3,96	3,63	3,50	3,92		

Resultados por tratamiento:

	T	S	E	Ex	\bar{x}
N ₁	10,17	14,67	14,50	39,34	3,28
N ₂	13,16	14,16	14,01	41,33	3,44
N ₃	14,89	15,84	15,67	46,40	3,87
Ex	38,22	44,67	44,18		
\bar{x}	3,19	3,72	3,68		

Tabla 76.- Ensayo-1983. Número de espigas: Análisis de varianza y mínimas diferencias significativas.

Análisis de varianza:

<u>FV</u>	<u>GL</u>	<u>SC</u>	<u>MC</u>	<u>FC</u>	<u>NP</u>	
RP	3	0,02	0,01	0,14	-	
TRAT	N	2	2,70	1,35	27,00	0,001
	ES	8	5,74	0,72	14,40	0,001
	NES	4	0,40	0,10	2,00	-
ERROR	24	1,12	0,05			
TOTAL	35					

Mínimas diferencias significativas:

<u>V</u>	<u>0,10</u>	<u>0,05</u>	<u>0,01</u>	<u>0,001</u>
TRAT	0,20	0,33	0,45	0,60
N	0,15	0,19	0,25	0,34
ES	0,15	0,19	0,25	0,34

Del análisis estadístico efectuado (Tabla 76), se deduce que el número de espigas por planta varió significativamente en función de los tratamientos suministrados ($P= 0,001$), pero sin afectarse estadísticamente por las repeticiones. Al subdividir los tratamientos se comprueba que los efectos principales N y ES afectaron significativamente al número de espigas, mientras que la interacción doble NES no lo hizo.

La comparación de los tratamientos mediante mínimas diferencias significativas, pone de manifiesto:

a) En el conjunto de los tratamientos nitrogenados (Tabla 77), el nivel N_3 fué superior estadísticamente a N_2 y N_1 ($P= 0,001$), con incrementos en el número medio de espigas del 12,5 y 18% respectivamente. Entre estas dos últimas dosis no aparecieron diferencias significativas:

$$N_3 = 3,87 \text{ espigas/planta}$$

$$N_2 = 3,44 \text{ espigas/planta}$$

$$N_1 = 3,28 \text{ espigas/planta}$$

b) Los tratamientos con azufre y ethrel por vía foliar (Tabla 77) incrementaron significativamente el número de espigas en relación a los testigos T (P= 0,001); no presentándose diferencias estadísticas entre ambas aplicaciones de fertilizante.

S= 3,72 espigas/planta

E= 3,68 espigas/planta

T= 3,19 espigas/planta

Tabla 77.- Ensayo-1983. Número de espigas por planta: Comparación entre los efectos principales N y ES. % de incremento o disminución y nivel de probabilidad.

	N ₁	N ₂		T	S
N ₃	18,0% (0,001)	12,5% (0,001)	E	15,4% (0,001)	-1,1% (-)
N ₂	4,8% (-)		S	16,6% (0,001)	

Tabla 78.- Ensayo-1983. Número de espigas por planta: Comparación entre el total de tratamiento N, S y E. % de incremento o disminución y nivel de probabilidad.

	TN ₁	TN ₂	TN ₃	SN ₁	SN ₂	SN ₃	EN ₁	EN ₂
EN ₃	54,3% (0,001)	19,2% (0,001)	5,4% (0,10)	6,8% (0,10)	10,7% (0,05)	-1,0% (-)	7,4% (0,10)	12,0% (0,05)
EN ₂	37,8% (0,001)	6,4% (0,10)	-6,3% (0,10)	-4,9% (-)	-1,1% (-)	-27,4% (0,01)	-3,7% (-)	
EN ₁	42,9% (0,001)	10,3% (0,05)	-2,5% (-)	-1,1% (-)	2,5% (-)	-8,3% (0,10)		
SN ₃	55,9% (0,001)	20,4% (0,001)	6,5% (0,10)	7,9% (0,10)	11,9% (0,05)			
SN ₂	39,4% (0,001)	7,6% (0,10)	-5,1% (-)	-3,7% (-)				
SN ₁	44,5% (0,001)	11,6% (0,05)	-1,4% (-)					
TN ₃	46,5% (0,001)	13,1% (0,05)						
TN ₂	29,5% (0,001)							

c) Al estudiar el conjunto de los nueve tratamientos (Tabla 78), se pudo constatar:

- Los incrementos más acusados del número de espigas por planta fueron debidos a los tratamientos SN_3 y EN_3 sin diferencias entre ellos y con diferencias significativas frente al resto. Cabe destacar que obtuvieron, respectivamente, aumentos del 55,9% y del 54,3% en relación a TN_1 (Tabla 78).

Al igual que para las cosechas grano y planta, la aplicación de S o E sobre el nivel máximo de nitrógeno (N_3), causó un efecto aditivo sobre el número de espigas, ya que se incrementó dicho número estadísticamente respecto al tratamiento testigo TN_3 ($P= 0,10$):

$SN_3 = 3,96$ espigas/planta

$EN_3 = 3,92$ espigas/planta

$TN_3 = 3,72$ espigas/planta

- Así mismo, al suministrar azufre o ethrel a las dosis bajas o medias de nitrógeno (N_1 y N_2) se vuelve a constatar el efecto suplementario de dichos fertilizantes foliares, al elevarse significativamente el número de espigas/planta en relación a sus respectivos testigos (Tabla 78):

$SN_2 = 3,54$ espigas/planta

$EN_2 = 3,50$ espigas/planta

$TN_2 = 3,29$ espigas/planta

$SN_1 = 3,67$ espigas/planta

$EN_1 = 3,63$ espigas/planta

$TN_1 = 2,54$ espigas/planta

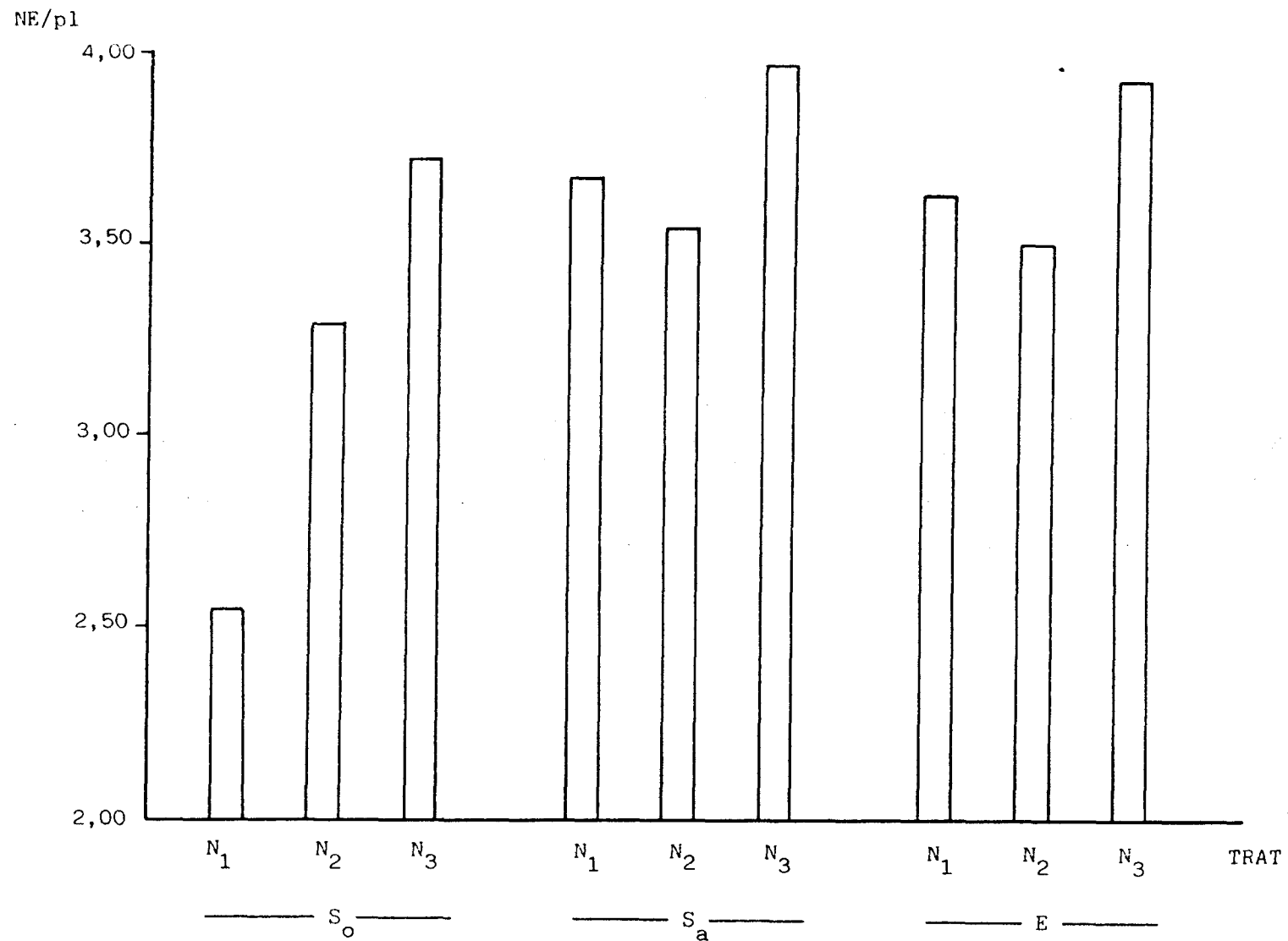
La representación de los valores medios del número de espigas - por planta puede observarse en la Gráfica 8.

Como resumen de lo anteriormente expuesto, se constata que el efecto de los distintos tratamientos sobre el número de espigas por planta fué muy similar al observado sobre las cosechas grano y planta:

1) La fertilización nitrogenada incrementa el número de espigas por planta, resultando los tres niveles ensayados (40,60 y 80 kg/Ha), significativamente diferentes cuando no van acompañados de aplicación de azufre o ethrel por vía foliar.

2) El azufre y ethrel vuelven a presentar un doble efecto: aditivo, al suministrarlos junto a dosis elevadas de nitrógeno, y suplementario si se les aplica a niveles medios o bajos de fertilización nitrogenada. Destacándose que, de nuevo, el azufre y ethrel se comportan de manera muy similar en todos los casos.

3) Los tratamientos SN_3 y EN_3 presentaron porcentajes de incremento frente a TN_1 muy semejantes a los obtenidos en cosecha planta (55,9 y 54,3% respectivamente).



Gráfica 8.- Ensayo-1983. Representación de los valores medios del número de espigas por planta en función de los tratamientos.

4.2.2.2.3.- Número de granos por espiga.

En la Tabla 79 se presentan los valores medios del número de granos por espiga por repetición y tratamiento y en la Tabla 80 el análisis de varianza de dichos valores.

Tabla 79.- Ensayo-1983. Número de granos por espiga en función de los tratamientos de nitrógeno, azufre y ethrel.

Resultados por tratamiento y repetición:

RP	TRATAMIENTOS									Ex	\bar{x}
	T			S			E				
	N ₁	N ₂	N ₃	N ₁	N ₂	N ₃	N ₁	N ₂	N ₃		
I	22,4	21,1	22,5	20,8	22,7	23,5	23,2	22,7	23,5	202,4	22,5
II	21,4	22,5	22,8	21,9	22,1	21,4	21,8	23,5	23,0	200,4	22,3
III	22,7	22,8	21,7	22,0	20,7	23,0	21,0	22,1	22,0	198,0	22,0
IV	20,8	21,3	22,1	21,3	24,2	22,1	23,0	22,8	22,6	200,2	22,2
Ex	87,3	87,7	89,1	86,0	89,7	90,0	89,0	91,1	91,1		
\bar{x}	21,8	21,9	22,3	21,5	22,4	22,5	22,3	22,8	22,8		

Resultados por tratamiento:

	T	S	E	Ex	\bar{x}
N ₁	87,3	86,0	89,0	262,3	21,9
N ₂	87,7	89,7	91,1	268,5	22,4
N ₃	89,1	90,0	91,1	270,2	22,5
Ex	264,1	265,7	271,2		
\bar{x}	22,0	22,1	22,6		

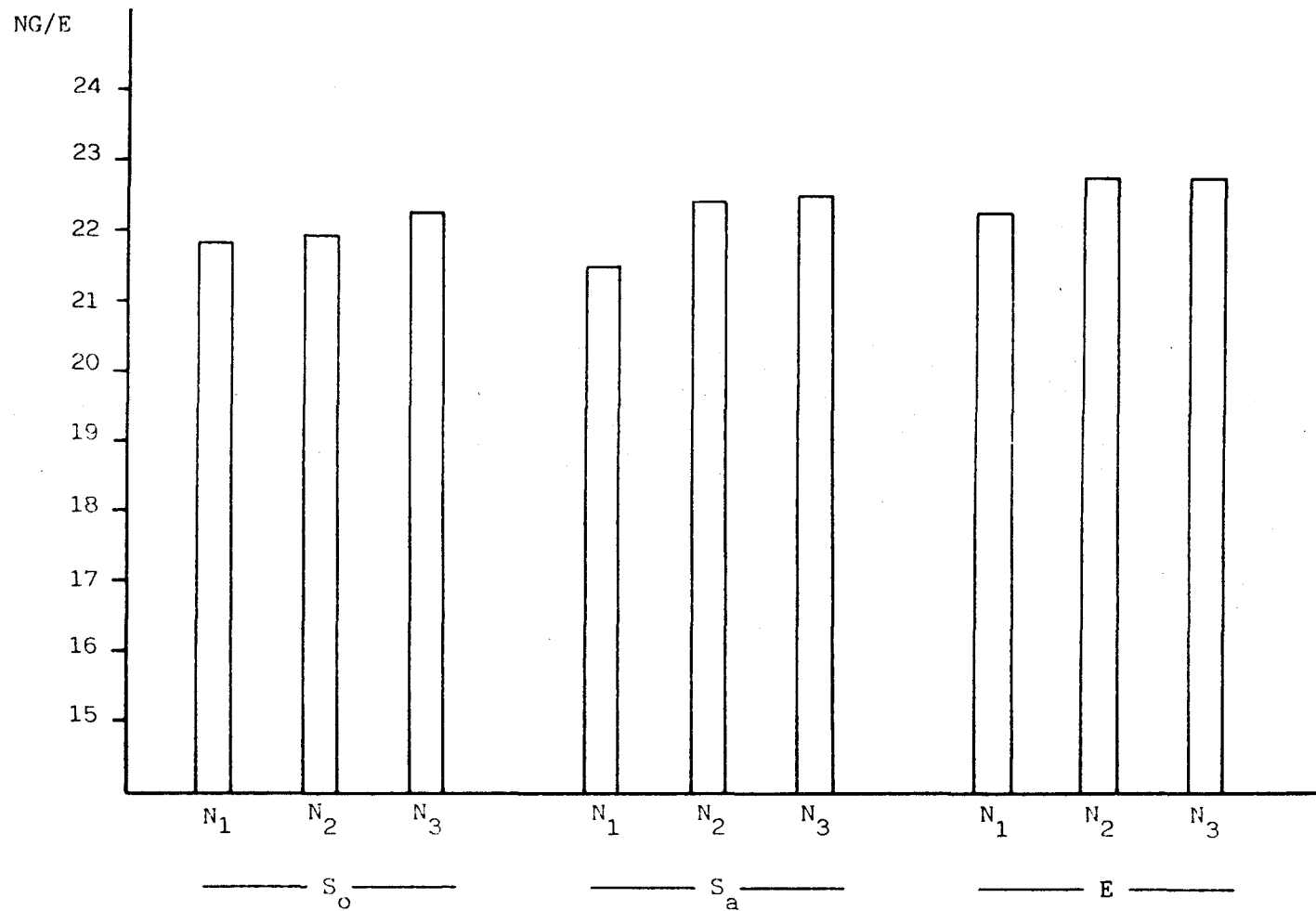
Tabla 80.- Ensayo-1983. Número de granos por espiga: Análisis de varianza.

Análisis de varianza:

<u>FV</u>	<u>GL</u>	<u>SC</u>	<u>MC</u>	<u>FC</u>	<u>NP</u>	
RP	3	1,08	0,36	0,44	-	
TRAT	N	2	2,88	1,44	1,77	-
	ES	8	5,97	0,74	0,91	-
	NES	4	0,78	0,20	0,25	-
ERROR	24	19,40	0,81			
TOTAL	35					

Del análisis estadístico efectuado se constata que el número de granos por espiga no presentó variabilidad estadística para ninguno de los efectos estudiados (Tabla 80), manteniéndose muy constante en los distintos tratamientos y repeticiones (Tabla 79).

En la Gráfica 9 puede observarse la representación de los valores medios del número de granos por espiga en función de los tratamientos.



Gráfica 9.- Ensayo-1983. Representación de los valores medios del número de granos por espiga en función de los tratamientos.

4.2.2.2.4.- Peso de mil granos (g).

Los valores medios del peso de mil granos por repetición y tratamiento, así como el análisis de varianza de los mismos se recogen en las Tablas 81 y 82 respectivamente.

Tabla 81.- Ensayo-1983. Peso de mil granos en función de los tratamientos de nitrógeno, azufre y ethrel.

Resultados por tratamiento y repetición:

RP	TRATAMIENTOS									Ex	\bar{x}
	T			S			E				
	N ₁	N ₂	N ₃	N ₁	N ₂	N ₃	N ₁	N ₂	N ₃		
I	36,5	36,7	36,0	39,2	35,9	39,6	36,0	35,6	37,9	333,4	37,0
II	40,7	37,1	35,6	38,3	37,7	38,4	36,7	35,5	38,3	338,4	37,6
III	38,6	39,0	37,0	37,5	37,0	37,2	38,9	38,9	37,2	341,3	37,9
IV	40,0	36,2	38,5	37,7	38,7	38,6	37,7	38,4	37,8	343,7	38,2
Ex	155,8	149,0	147,1	152,7	149,3	153,8	149,3	148,4	151,2		
\bar{x}	38,9	37,3	36,8	38,2	37,3	38,4	37,3	37,1	37,8		

Resultados por tratamiento:

	T	S	E	Ex	\bar{x}
N ₁	155,8	152,7	149,3	457,8	38,2
N ₂	149,0	149,3	148,4	446,7	37,2
N ₃	147,1	153,8	151,2	452,1	37,6
Ex	451,9	455,8	448,9		
\bar{x}	37,6	37,9	37,4		

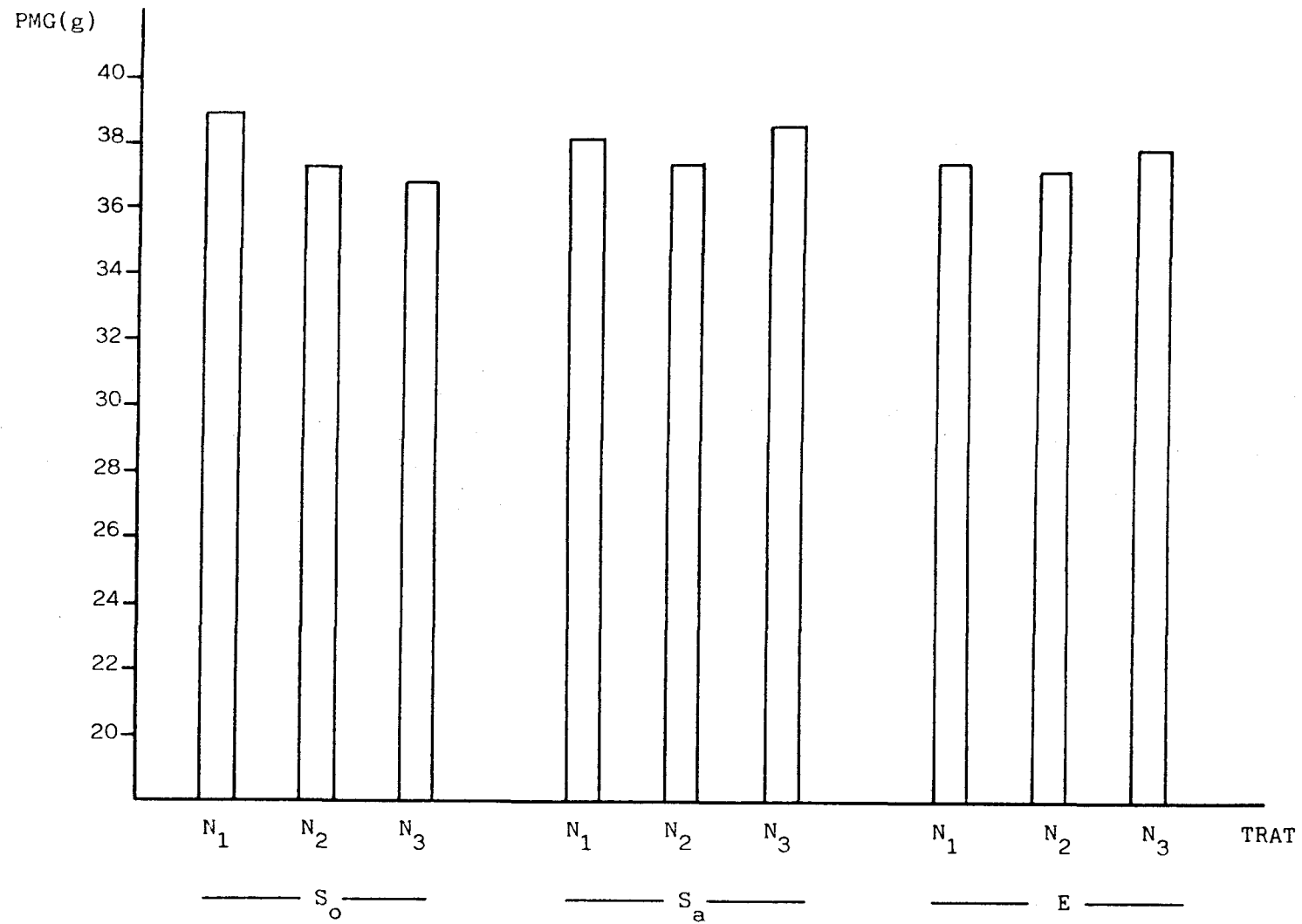
Tabla 82.- Ensayo-1983. Peso de mil granos: Análisis de varianza.

Análisis de varianza:

<u>FV</u>	<u>GL</u>	<u>SC</u>	<u>MC</u>	<u>FC</u>	<u>NP</u>	
RP	3	6,59	2,20	1,45	-	
TRAT	N	2	4,92	2,46	1,62	-
	ES	8	15,64	1,96	0,98	-
	NES	4	8,77	2,19	1,44	-
ERROR	24	36,63	1,52			
TOTAL	35					

Al igual que en el caso del número de granos por espiga, el presente parámetro determinante de la cosecha permaneció muy constante en función de las repeticiones y tratamientos suministrados, no afectándose estadísticamente con ellos (Tabla 82).

En la Gráfica 10 se representan los valores medios de peso de mil granos en función de los tratamientos.



Gráfica 10.- Ensayo-1983. Representación de los valores medios del peso de mil granos en función de los tratamientos.

4.2.2.3.- Importancia relativa de los parámetros de cosecha en la producción final de grano.

4.2.2.3.1.- Relación cosecha grano-parámetros.

El número de granos por espiga junto con el peso medio de los granos y el número de espigas por metro cuadrado son los tres parámetros que deciden la cosecha grano. Se ha estudiado la influencia relativa de cada uno de ellos sobre ésta mediante correlación simple, y su influencia conjunta por correlación parcial. En la Tabla 83 se recogen los coeficientes de correlación resultantes.

Tabla 83.- Ensayo-1983. Correlaciones simples y parciales entre cosecha grano y parámetros.

Coefficientes de correlación:

	<u>Simples</u>			<u>Parciales</u>
	NE/m ²	NG/E	PMG	
Y	0,9852 ***	0,0749	0,0099	$r_{Y-NE.NG} = 0,9914^{***}$ $r_{Y-NE.PMG} = 0,9895^{***}$
PMG	-0,0834	-0,1934		$r_{Y-NG.NE} = 0,6466^{***}$
NG/E	-0,0364			$r_{Y-PMG.NE} = 0,5390^{***}$

***, significativo al 0,001

Se observa claramente que el principal componente en la determinación de la cosecha grano es el número de espigas por metro cuadrado ($P = 0,001$), mientras que el número de granos por espiga y el peso medio de los granos presentan una relación muy escasa con la producción de grano por unidad de superficie.

La correlación parcial demuestra que, en efecto, el número de espigas por metro cuadrado, es el principal determinante de la cosecha y que sólo cuando es eliminada su influencia en la correlación, los coeficientes obtenidos entre la cosecha y los otros dos parámetros, número de granos por espiga y peso medio de los granos, son significativos. Mientras que la eliminación del efecto de estos últimos, aunque aumenta algo la correlación entre cosecha y número de espigas, lo hace en menor cuantía.

4.2.2.3.2.- Relación cosecha planta-parámetros.

La influencia de cada uno de los parámetros de la cosecha planta en la determinación final de ésta, se ha estudiado mediante correlación y los coeficientes resultantes se expresan en la Tabla 84.

Tabla 84.- Ensayo-198 . Correlaciones simples y parciales entre cosecha por planta y parámetros.

Coefficientes de correlación:

	<u>Simples</u>			<u>Parciales</u>
	NE/pl	NG/E	PMG	
Y/pl	0,9393 ***	0,3897 *	-0,1491	$r_{Y/pl-NE.PMG} = 0,9577***$ $r_{Y/pl-NE.NG} = 0,9629***$
PMG	-0,3499	-0,1934		$r_{Y/pl-NG.NE} = 0,6891***$
NG/E	0,1667			$r_{Y/pl-PMG.NE} = 0,5587***$

*, ***, significativos al 0,05 y 0,001 respectivamente.

De los tres parámetros: número de espigas por planta, número de granos por espiga y peso medio de los granos; el que se halla más estrechamente relacionado con la cosecha planta es el número de espigas por planta ($P = 0,001$). El segundo en importancia es el número de granos por espiga ($P = 0,05$) con un coeficiente de correlación bastante menor, mientras que el peso de los granos, presenta una relación muy escasa con la cosecha por planta.

La relación de la cosecha por planta con el número de espigas aumenta al eliminar el efecto de los restantes parámetros de cosecha, en mayor cuantía cuando se trata del número de granos por espiga que cuando se elimina el peso medio de los granos (Tabla 84).

Los tres parámetros de la cosecha por planta, presentan relaciones muy bajas entre sí lo que se explica porque son determinados en distintos momentos del desarrollo del cultivo.

4.2.2.4.- Resumen general del ensayo-1983.

1) Tanto la cosecha grano como la cosecha planta se encuentran determinadas principalmente por el número de espigas por unidad de superficie y por planta, respectivamente. El número de granos por espiga así como el peso medio de los granos, presentan relaciones muy bajas con ambas cosechas.

2) Las cosechas grano y planta aumentaron al elevarse las dosis de abonado nitrogenado en sementera y mitad de ahijado y con las aplicaciones de azufre y ethrel. Dicho aumento se realizó a través de uno solo de los parámetros de cosecha, el número de espigas por planta.

3) Los efectos de las aplicaciones de azufre y ethrel sobre las cosechas y número de espigas por planta presentaron un evidente paralelismo:

- Ensayados junto a dosis medias y bajas de nitrógeno (60 y 40 kg/Ha), suplementaron la acción de éste fertilizante, incrementando los valores medios hasta alcanzar los niveles obtenidos por las dosis superiores de nitrógeno sin azufre o ethrel (80 kg/Ha).

- Ensayados junto a dosis altas de nitrógeno (80 kg/Ha), actuaron con un efecto aditivo sobre la fertilización nitrogenada, ya que aumentaron significativamente las cosechas y número de espigas por planta, respecto a sus correspondientes testigos de azufre o ethrel.

4) La gran similitud entre las acciones observadas con las aplicaciones de ethrel y azufre por vía foliar sugieren que la acción de este último no es nutritiva, sino más bien de tipo hormonal. El azufre absorbido como SO_2 por las hojas aumentaría el contenido en metionina y ya que éste es el precursor en la biosíntesis del etileno ésta podría ser la causa del estrecho paralelismo observado en las acciones de ambos fertilizantes.

5) Se destacan los elevados % de incremento de los tratamientos EN_3 o SN_3 con respecto a TN_1 :

- En la cosecha grano, el 100% y 97% respectivamente.
- En cosecha planta 56% y 58%.
- En número de espigas por planta 54% y 56%.

4.2.3.- Ensayo-1984.

4.2.3.1.- Análisis de la cosecha grano (kg/100m²) en función de la dosis y épocas de aplicación de nitrógeno y de los tratamientos de azufre y ethrel.

Se han efectuado análisis de varianza y mínimas diferencias significativas para conocer la variabilidad estadística que pudiera existir en la cosecha grano bajo la influencia de: a) seis dosis de fertilizantes nitrogenados aplicados en sementera y mitad de ahijado (N₁= 10+ 30 kg/Ha; N₂= 30+10 kg/Ha; N₃= 20+20 kg/Ha; N₄= 50+30 kg/Ha; N₅= 30+50 kg/Ha y N₆= 40+40 kg/Ha) y b) aplicaciones de azufre y ethrel por vía foliar a mitad de ahijado (S= 12 kg/Ha y E= 0,55 kg/Ha), contrastados con su correspondiente testigo (T).

En la Tabla 85 se presentan los valores de cosecha por repetición y tratamiento y en la Tabla 86 el análisis de varianza y mínimas diferencias significativas.

Tabla 85.- Ensayo-1984. Cosecha grano en función de los tratamientos de nitrógeno, azufre y ethrel.

Resultados por tratamiento y repetición:

RP	TRATAMIENTOS																		Ex	\bar{x}
	T						S						E							
	N ₁	N ₂	N ₃	N ₄	N ₅	N ₆	N ₁	N ₂	N ₃	N ₄	N ₅	N ₆	N ₁	N ₂	N ₃	N ₄	N ₅	N ₆		
I	4.3	4.0	4.6	6.0	7.2	7.1	5.3	5.4	6.2	6.3	8.1	7.9	5.5	4.9	6.3	6.5	7.9	8.1	112.2	6.2
II	4.4	3.7	4.4	5.8	6.8	7.4	5.2	5.2	6.8	6.9	7.5	8.1	6.7	6.3	5.5	6.6	7.9	7.8	113.0	6.3
Ex	8.7	8.3	9.0	11.8	14.0	14.5	10.5	10.6	13.0	13.2	15.6	16.0	12.2	11.2	11.8	13.2	15.8	15.9		
\bar{x}	4.4	4.2	4.5	5.9	7.0	7.3	5.3	5.3	6.5	6.6	7.8	8.0	6.1	5.6	5.9	6.6	7.9	8.0		

Resultados por tratamiento:

	T	S	E	Ex	\bar{x}
N ₁	8.7	10.5	12.2	31.4	5.2
N ₂	8.3	10.6	11.2	30.1	5.0
N ₃	9.0	13.0	11.8	33.8	5.6
N ₄	11.8	13.2	13.1	38.1	6.4
N ₅	14.0	15.6	15.8	45.4	7.6
N ₆	14.5	16.0	15.9	46.4	7.7
Ex	60.3	78.9	80.0		
\bar{x}	5.5	6.6	6.7		

Tabla 86.- Ensayo-1984. Cosecha grano: Análisis de varianza y mínimas diferencias significativas.

Análisis de varianza:

FV	GL	SC	MC	FC	NP				
RP	1	0,01	0,01	0,05	-				
TRAT	N	5	41,2	8,2	41,0	0,001			
	ES	17	53,1	3,1	4,8	15,5	24,0	0,001	0,001
	N-ES	10	2,3	0,2	1,0	-			
ERROR	17	3,2	0,2						
TOTAL	35								

Mínimas diferencias significativas:

V	0,10	0,05	0,01	0,001
TRAT	0,77	0,94	1,29	1,77
N	0,44	0,54	0,74	1,02
ES	0,31	0,38	0,53	0,72

Del análisis estadístico realizado se deduce:

- Entre repeticiones no se presenta variabilidad estadística alguna.

- La cosecha grano varía significativamente con los tratamientos nitrogenados y con las aplicaciones de azufre y ethrel (P= 0,001; Tabla 86). Sin embargo, no se encuentra variabilidad alguna con el efecto doble N-ES.

Al igual que en los dos años anteriores, el estudio de las mínimas diferencias significativas entre tratamientos (Tabla 87 y 88), se dividió en tres apartados:

- a) Diferencias entre los seis niveles de nitrógeno,
- b) entre las aplicaciones de azufre o ethrel y
- c) entre cada uno de los dieciocho tratamientos.

a) Se puede observar en la Tabla 87 que el bloque de tratamientos con 80 Kg N/Ha (N_6 , N_5 y N_4) fué superior en efectividad al bloque con 40 kg N/Ha (N_3 , N_2 y N_1), con diferencias significativas de índole diversa (P= 0,05 a 0,001). Dentro del bloque con 80 kg N/Ha, los tratamientos N_6 (NS= 40 kg/Ha + NC= 40 kg/Ha) y N_5 (NS= 30 kg/Ha + NC= 50 kg/Ha) fueron superiores estadísticamente a N_4 (NS= 50 kg/Ha + NC= 30 kg/Ha), lo que evidencia -

Tabla 87.- Ensayo-1984. Cosecha grano: Comparación entre los efectos principales N y ES. % de incremento o disminución y nivel de probabilidad.

	N ₁	N ₂	N ₃	N ₄	N ₅		T	S
N ₆	47,8%	54,0%	37,3%	21,7%	2,1%	E	20,6%	1,4%
	0,001	0,001	0,001	0,001	-		0,001	-
N ₅	44,7%	50,8%	34,5%	19,2%		S	19,0%	
	0,001	0,001	0,001	0,001			0,001	
N ₄	21,4%	26,5%	12,8%					
	0,001	0,001	0,05					
N ₃	7,6%	12,2%						
	-	0,05						
N ₂	-4,0%							
	-							

mayor eficacia sobre la cosecha de la aplicación de mayores cantidades de nitrógeno en cobertera temprana que en sementera, siempre que en esta última se disponga de cantidad suficiente de nitrógeno, como es el caso de N₅, o bien la aplicación equilibrada del fertilizante en ambas épocas, como N₆. En el bloque con 40 kg/Ha, se comprueba que el tratamiento más efectivo fué el de aplicación equilibrada de nitrógeno en sementera y cobertera N₃ (NS= 20 kg/Ha + NC= 20 kg/Ha), con diferencias frente a N₁ (NS= 10 kg/Ha + NC= 30 kg/Ha) y con diferencias significativas respecto a N₃ (NS= 20 kg/Ha + NC= 20 kg/Ha).

$$\begin{aligned}
 N_6 &= 7,73 \text{ kg}/100\text{m}^2 & N_3 &= 5,63 \text{ kg}/100\text{m}^2 \\
 N_5 &= 7,57 \text{ kg}/100\text{m}^2 & N_2 &= 5,02 \text{ kg}/100\text{m}^2 \\
 N_4 &= 6,35 \text{ kg}/100\text{m}^2 & N_1 &= 5,23 \text{ kg}/100\text{m}^2
 \end{aligned}$$

b) Los efectos principales S y E (Tabla 87) tuvieron un paralelismo estadístico evidente, sin diferencias entre ellos y con diferencias altamente significativas frente al testigo:

$$\begin{aligned}
 E &= 6,67 \text{ kg}/100\text{m}^2 \\
 S &= 6,58 \text{ kg}/100\text{m}^2 \\
 T &= 5,53 \text{ kg}/100\text{m}^2
 \end{aligned}$$

c) De la comparación entre los 18 tratamientos individuales (Tabla 88), se deduce:

Tabla 88.- Ensayo-1984. Cosecha grano: Comparación entre el total de tratamientos N, S y E. % de incremento o disminución y nivel de probabilidad.

	TN ₁	TN ₂	FN ₃	FN ₄	TN ₅	TN ₆	SN ₁	SN ₂	SN ₃	SN ₄	SN ₅	SN ₆	EN ₁	EN ₂	EN ₃	EN ₄	EN ₅
EN ₀	52.8%	91.0%	70.7%	34.7%	13.0%	9.7%	51.4%	50.0%	22.3%	20.5%	1.9%	-0.6%	30.3%	42.0%	34.7%	21.4%	0.8%
	0.001	0.001	0.001	0.001	0.05	0.1	0.001	0.001	0.01	0.01	-	-	0.001	0.001	0.001	0.01	-
EN ₅	81.0%	90.4%	75.6%	33.9%	12.9%	9.0%	50.5%	49.1%	21.5%	19.7%	1.3%	-1.3%	29.5%	41.1%	33.9%	20.6%	-
	0.001	0.001	0.001	0.001	0.05	-	0.001	0.001	0.01	0.01	-	-	0.001	0.001	0.001	0.01	-
EN ₄	50.0%	57.8%	45.0%	11.0%	-0.4%	-9.5%	24.8%	23.6%	0.8%	-0.8%	-4.0%	-4.1%	7.4%	17.0%	11.0%	-	-
	0.001	0.001	0.001	-	-	-	0.01	0.05	-	-	0.05	0.01	-	0.05	-	-	-
EN ₃	35.0%	42.2%	31.1%	0.0%	-45.7%	-48.0%	12.4%	11.3%	-9.2%	-40.6%	-24.4%	-20.3%	-3.3%	5.4%	-	-	-
	0.01	0.001	0.001	-	0.05	0.01	-	-	-	-	0.001	0.001	-	-	-	-	-
EN ₂	28.7%	34.9%	24.4%	-5.1%	-20.0%	-22.8%	6.7%	5.7%	-43.8%	-45.2%	-28.2%	-30.0%	-8.2%	-	-	-	-
	0.05	0.01	0.05	-	0.01	0.01	-	-	-	0.05	0.001	0.001	-	-	-	-	-
EN ₁	40.2%	47.0%	35.6%	3.4%	-42.9%	-45.9%	10.2%	15.1%	-6.2%	-7.6%	-21.8%	-23.8%	-	-	-	-	-
	0.01	0.01	0.01	-	0.05	0.05	-	-	-	-	-	0.01	0.001	-	-	-	-
SN ₀	83.9%	92.8%	77.8%	35.0%	14.3%	10.3%	52.4%	50.9%	23.1%	21.2%	2.0%	-	-	-	-	-	-
	0.01	0.001	0.001	0.001	0.05	0.1	0.001	0.001	0.01	0.01	-	-	-	-	-	-	-
SN ₅	79.3%	88.0%	73.0%	32.2%	11.4%	7.6%	48.6%	47.2%	20.0%	18.2%	-	-	-	-	-	-	-
	0.001	0.001	0.001	0.001	0.1	-	0.001	0.001	0.01	0.05	-	-	-	-	-	-	-
SN ₄	51.7%	59.0%	40.7%	11.9%	-5.7%	-8.9%	25.7%	24.5%	1.5%	-	-	-	-	-	-	-	-
	0.001	0.001	0.001	0.1	-	-	0.01	0.01	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SN ₃	49.2%	50.6%	44.4%	10.2%	-7.1%	-40.3%	23.8%	22.6%	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	0.001	0.001	0.001	-	-	-	0.05	0.05	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SN ₂	21.8%	27.7%	17.5%	-40.1%	-24.3%	-20.9%	1.0%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	0.05	0.05	-	-	0.01	0.001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SN ₁	20.7%	26.5%	10.7%	-41.1%	-25.0%	-27.6%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	0.05	0.05	-	-	0.01	0.001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TN ₀	60.7%	74.7%	61.1%	22.9%	3.6%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	0.001	0.001	0.001	0.05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TN ₅	60.9%	68.7%	55.6%	18.6%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	0.001	0.001	0.001	0.05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
FN ₄	35.6%	42.2%	31.1%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	0.01	0.01	0.01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TN ₃	3.4%	8.4%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TN ₂	-4.6%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

- Las cosechas grano más elevadas fueron obtenidas con los tratamientos SN₆, SN₅, EN₆ y EN₅, sin diferencias entre ellos y con diferencias significativas de diversa índole frente al resto:

$$SN_6 = 8,00 \text{ kg}/100m^2$$

$$SN_5 = 7,80 \text{ kg}/100m^2$$

$$EN_6 = 7,95 \text{ kg}/100m^2$$

$$EN_5 = 7,90 \text{ kg}/100m^2$$

-Les sigue en efectividad un grupo de cuatro tratamientos, SN₄, EN₄, TN₅ y TN₆, que entre ellos no presentan diferencias significativas, pero sí frente a los restantes. Es de resaltar que en este año vuelve a presentarse el efecto aditivo, ya puesto de manifiesto en 1983, del azufre y ethrel por vía foliar sobre la cosecha, cuando se suministra a los tratamientos N₆ y N₅:

$$SN_4 = 6,60 \text{ kg}/100\text{m}^2$$

$$EN_4 = 6,55 \text{ kg}/100\text{m}^2$$

$$TN_6 = 7,25 \text{ kg}/100\text{m}^2$$

$$TN_5 = 7,00 \text{ kg}/100\text{m}^2$$

- Inmediatamente después se encuentran los tratamientos con 40 kg N/Ha, con azufre o ethrel, junto con TN₄. En este caso ha de resaltarse de nuevo el efecto suplementario de las aplicaciones de S y E al ensayarlas junto a dosis bajas de nitrógeno, aumentando significativamente sus cosechas respecto a sus correspondientes testigos:

$$TN_4 = 5,90 \text{ kg}/100\text{m}^2$$

$$SN_3 = 6,50 \text{ kg}/100\text{m}^2$$

$$EN_3 = 5,90 \text{ kg}/100\text{m}^2$$

$$SN_2 = 5,30 \text{ kg}/100\text{m}^2$$

$$EN_2 = 5,60 \text{ kg}/100\text{m}^2$$

$$SN_1 = 5,25 \text{ kg}/100\text{m}^2$$

$$EN_1 = 6,10 \text{ kg}/100\text{m}^2$$

- Los tratamientos TN₁, TN₂ y TN₃ resultaron los menos efectivos en la producción de grano, sin diferencias entre ellos y variables frente al resto:

$$TN_1 = 4,35 \text{ kg}/100\text{m}^2$$

$$TN_2 = 4,15 \text{ kg}/100\text{m}^2$$

$$TN_3 = 4,50 \text{ kg}/100\text{m}^2$$

En la Gráfica 11 se muestra la representación de los resultados de cosecha grano en función de los tratamientos.

En resumen, del efecto de los distintos tratamientos sobre la cosecha grano se deduce:

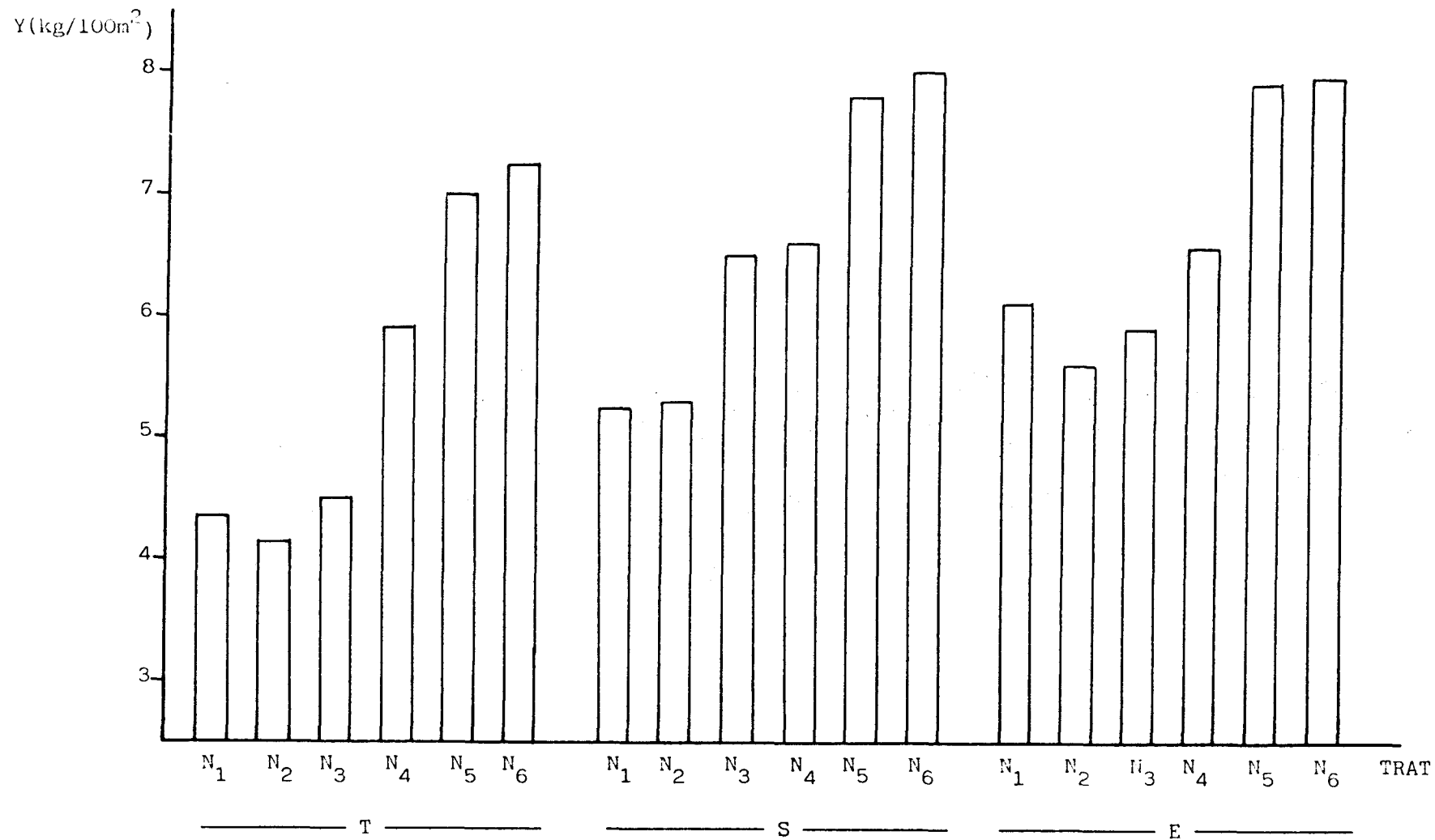
1) Las producciones de grano más elevadas fueron obtenidas por los niveles de 80 kg N/Ha y dentro de ellos con N_5 y N_6 , es decir, tratamientos con mayor cantidad de nitrógeno en cobertera temprana que en sementera y con dosis equilibradas de nitrógeno en ambas épocas, respectivamente.

Del bloque con 40 kg N/Ha, el tratamiento más efectivo fué N_3 , equilibrio en las dosis de fertilizante. Las cosechas más bajas se obtuvieron con N_1 y N_2 debido, muy probablemente a la escasa dosis de nitrógeno en sementera (N_1) o cobertera (N_2).

2) La gran similitud de los efectos de las aplicaciones de azufre y ethrel por vía foliar, incrementando las producciones respecto a los testigos.

3) Se vuelve a comprobar, como en años precedentes, la acción suplementaria de S y E cuando se aplican a parcelas con dosis bajas de nitrógeno. De igual forma, se constata el efecto aditivo de ambos fertilizantes por vía foliar cuando se ensayan junto a dosis altas de abonado nitrogenado.

4) Por último, resaltar que los mayores porcentajes de incremento en la cosecha fueron obtenidos por los tratamientos SN_6 (92,8%), SN_5 (88,0%), EN_6 (91,6%) y EN_5 (90,4%) con respecto a TN_2 , que resultó la combinación menos efectiva.



Gráfica 11.- Ensayo-1984. Representación de los valores medios de cosecha grano en función de los tratamientos.

4.2.3.2.- Análisis de la cosecha planta y parámetros determinantes en función de las dosis y épocas de aplicación de nitrógeno y de los tratamientos de azufre y ethrel.

4.2.3.2.1.- Cosecha planta (g/planta).

En las tablas 89 y 90 se exponen, respectivamente, los valores medios de cosecha planta por tratamiento y repetición, y el análisis de varianza y mínimas diferencias significativas.

Tabla 89.- Ensayo-1984. Cosecha planta en función de los tratamientos de nitrógeno, azufre y ethrel.

Resultados por tratamiento y repetición:

RP	TRATAMIENTOS																				Ex	\bar{x}
	F						S						L									
	N ₁	N ₂	N ₃	N ₄	N ₅	N ₀	N ₁	N ₂	N ₃	N ₄	N ₅	N ₀	N ₁	N ₂	N ₃	N ₄	N ₅	N ₀				
I	2.05	2.10	1.92	2.39	2.70	3.22	2.31	2.23	2.49	2.03	3.09	3.31	2.41	2.12	2.03	2.84	3.43	3.70	48.23	2.0		
II	2.07	1.87	1.92	2.42	2.96	3.11	2.37	2.46	2.95	3.26	3.26	3.52	2.85	2.42	2.48	3.01	3.10	3.25	49.34	2.7		
Ex	4.12	3.97	3.84	4.81	5.72	6.33	4.68	4.69	5.44	5.89	6.95	6.83	5.26	4.54	5.11	5.85	6.59	6.95				
\bar{x}	2.06	1.99	1.92	2.41	2.86	3.17	2.34	2.35	2.72	2.95	3.48	3.42	2.63	2.27	2.50	2.93	3.30	3.48				

Resultados por tratamiento:

	T	S	E	Ex	\bar{x}
N ₁	4.12	4.68	5.20	14.00	2.34
N ₂	3.97	4.69	4.54	13.20	2.20
N ₃	3.84	5.44	5.11	14.39	2.40
N ₄	4.81	5.89	5.85	16.55	2.70
N ₅	5.72	6.95	6.59	19.26	3.21
N ₀	6.33	6.83	6.95	20.11	3.35
Ex	28.79	34.48	34.30		
\bar{x}	2.40	2.87	2.86		

Tabla 90.- Ensayo-1984. Cosecha planta: Análisis de varianza y mínimas diferencias significativas.

Análisis de varianza:

FV	Gl	SC	MC	FC	NP						
RP	1	0,04	0,04	0,8	-						
TRAT	N	5	6,94	1,39	27,8	0,001					
	ES	17	2	9,00	1,75	0,53	0,88	10,6	17,6	0,001	0,001
	N-ES	10	0,31	0,03	0,6	-					
ERROR	17	0,77	0,55								
TOTAL	35										

Mínimas diferencias significativas:

V	0,10	0,05	0,01	0,001
TRAT	0,38	0,47	0,64	0,87
N	0,22	0,27	0,37	0,50
ES	0,15	0,19	0,26	0,35

Los resultados del análisis de varianza realizado son muy similares a los ya obtenidos para cosecha grano:

- No se observa variabilidad estadística entre repeticiones ni con la interacción N-ES.

- Existen variaciones significativas en la cosecha planta con el total de tratamientos y con los efectos principales N y ES (P= 0,001; Tabla 90).

En la comparación entre tratamientos por mínimas diferencias significativas (Tablas 91 y 92), resaltan los siguientes resultados, convergentes con los ya destacados en cosecha grano:

a) Los tratamientos nitrogenados N_6 y N_5 dieron lugar a las cosechas planta más elevadas, con diferencias altamente significativas frente al resto (P= 0,001; Tabla 91). Por otra parte, las combinaciones con 40 kg N/Ha (N_1 , N_2 y N_3) fueron los menos efectivos sobre la producción por planta, sin diferencias estadísticas entre ellos:

N_6 = 3,35 g/planta	N_3 = 2,40 g/planta
N_5 = 3,21 g/planta	N_2 = 2,20 g/planta
N_4 = 2,76 g/planta	N_1 = 2,34 g/planta

Tabla 91.- Ensayo-1984. Cosecha planta: Comparación entre los efectos principales N y ES. % de incremento o disminución y nivel de probabilidad.

	N_1	N_2	N_3	N_4	N_5		T	S
N_6	43,2%	52,3%	39,6%	21,4%	4,3%	E	19,2%	-0,3%
	0,001	0,001	0,001	0,001	-		0,001%	-
N_5	37,2%	45,9%	33,8%	16,3%		S	19,6%	
	0,001	0,001	0,001	0,01			0,001	
N_4	18,0%	25,5%	15,0%					
	0,001	0,001	0,05					
N_3	2,6%	9,1%						
	-	-						
N_2	-6,0							
	-							

b) El suministro de azufre y ethrel por vía foliar condujo a un incremento significativo de la cosecha (P= 0,001; Tabla 91) respecto de la obtenida por el testigo; sin presentarse diferencias entre ambas aplicaciones:

S. 2.87 g/planta

E= 2,86 g/planta

T= 2,40 g/planta

c) Al estudiar el conjunto de los 18 tratamientos (Tabla 92) se demuestra:

Tabla 92.- Ensayo-1984. Cosecha planta: Comparación entre el total de tratamientos N, S y E. % de incremento o disminución y nivel de probabilidad.

	TN ₁	TN ₂	TN ₃	TN ₄	TN ₅	TN ₆	SN ₁	SN ₂	SN ₃	SN ₄	SN ₅	SN ₆	EN ₁	EN ₂	EN ₃	EN ₄	EN ₅
EN ₆	68.7%	74.9%	81.3%	44.4%	21.7%	9.8%	48.7%	48.1%	27.9%	18.0%	0.0%	1.8%	33.3%	53.3%	35.9%	18.8%	5.5%
	0.001	0.001	0.001	0.001	0.01	0.10	0.001	0.001	0.01	0.05	-	-	0.01	0.001	0.001	0.05	-
EN ₅	60.0%	65.8%	71.9%	36.9%	15.4%	4.1%	41.0%	40.4%	21.3%	11.9%	-5.2%	-3.5%	25.5%	45.4%	28.9%	12.6%	-
	0.001	0.001	0.001	0.001	0.05	-	0.001	0.001	0.05	0.10	-	-	0.01	0.001	0.01	0.10	-
EN ₄	42.0%	47.2%	52.6%	21.6%	1.4%	-7.5%	25.2%	24.7%	7.7%	-0.7%	45.8%	44.3%	11.4%	29.1%	14.5%	-	-
	0.001	0.001	0.001	0.05	-	-	0.05	0.05	-	-	0.05	0.05	0.10	0.01	0.10	-	-
EN ₃	24.0%	28.6%	33.3%	0.2%	-10.5%	-19.2%	9.4%	8.9%	-5.9%	-13.2%	-26.4%	-25.1%	-2.7%	12.8%	-	-	-
	0.05	0.05	0.01	-	-	0.05	-	-	-	0.10	0.001	0.001	-	-	-	-	-
EN ₂	10.2%	14.1%	18.2%	-5.8%	-20.6%	-28.4%	-3.0%	-3.4%	-10.5%	-23.1%	-34.8%	-33.6%	-13.7%	-	-	-	-
	-	-	0.10	-	0.05	0.001	-	-	0.10	0.01	0.001	0.001	0.10	-	-	-	-
EN ₁	27.7%	32.2%	37.0%	9.1%	-8.0%	-17.0%	12.4%	11.9%	-3.3%	-11.0%	-24.4%	-23.1%	-	-	-	-	-
	0.05	0.01	0.01	-	-	0.05	-	-	-	-	0.01	0.01	-	-	-	-	-
SN ₆	65.5%	71.9%	78.1%	41.9%	19.6%	7.9%	46.2%	45.5%	25.7%	15.9%	-1.7%	-	-	-	-	-	-
	0.001	0.001	0.001	0.001	0.05	-	0.001	0.001	0.01	0.05	-	-	-	-	-	-	-
SN ₅	68.7%	74.9%	81.3%	44.4%	21.7%	9.8%	48.7%	48.1%	27.9%	18.0%	-	-	-	-	-	-	-
	0.001	0.001	0.001	0.001	0.05	0.10	0.001	0.001	0.01	0.05	-	-	-	-	-	-	-
SN ₄	43.0%	48.2%	53.7%	22.4%	3.2%	-6.9%	26.1%	25.5%	8.5%	-	-	-	-	-	-	-	-
	0.001	0.001	0.001	0.05	-	-	0.05	0.05	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SN ₃	32.0%	36.7%	41.7%	12.9%	-4.9%	-14.2%	16.2%	15.7%	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	0.01	0.01	0.001	-	-	-	0.10	0.10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SN ₂	13.8%	18.1%	22.4%	-2.5%	-17.8%	-25.9%	0.4%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	0.10	0.05	-	0.05	0.01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SN ₁	13.6%	17.6%	21.9%	-2.9%	-18.2%	-26.2%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	0.10	0.05	-	0.05	0.01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TN ₆	53.6%	59.3%	65.1%	31.5%	10.8%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	0.001	0.001	0.001	0.01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TN ₅	38.8%	43.7%	49.0%	18.7%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	0.01	0.001	0.001	0.05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TN ₄	14.5%	21.1%	25.5%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	0.10	0.05	0.05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TN ₃	-7.0%	-3.5%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TN ₂	-3.4%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

- Los tratamientos con mayor efectividad sobre la producción por planta fueron SN₆, SN₅, EN₆ y EN₅, sin diferencias entre ellos y con diferencias estadísticas respecto a los demás:

SN₆ = 3,42 g/planta

EN₆ = 3,48 g/planta

SN₅ = 3,48 g/planta

EN₅ = 3,30 g/planta

- Vuelve a observarse el efecto aditivo del azufre y ethrel - cuando se aplican a los niveles N_5 y N_6 , ya que los cuatro tratamientos resultantes, antes indicados, son superiores significativamente a TN_6 y TN_5 :

$$TN_6 = 3,17 \text{ g/planta}$$

$$TN_5 = 2,86 \text{ g/planta}$$

- También se destaca la acción suplementaria de S y E suministrados junto a la combinación N_3 , puesto que SN_3 y EN_3 no presentaron diferencias estadísticas respecto a TN_4 y TN_5 , a pesar de que, como sabemos, N_3 corresponde a 40 kg N/Ha y N_4 y N_5 a 80 kg N/Ha:

$$TN_4 = 2,41 \text{ g/planta}$$

$$SN_3 = 2,72 \text{ g/planta}$$

$$EN_3 = 2,56 \text{ g/planta}$$

- Por último, indicar que los tratamientos con menos efecto sobre la cosecha fueron de nuevo TN_1 , TN_2 y TN_3 :

$$TN_1 = 2,06 \text{ g/planta}$$

$$TN_2 = 1,99 \text{ g/planta}$$

$$TN_3 = 1,92 \text{ g/planta}$$

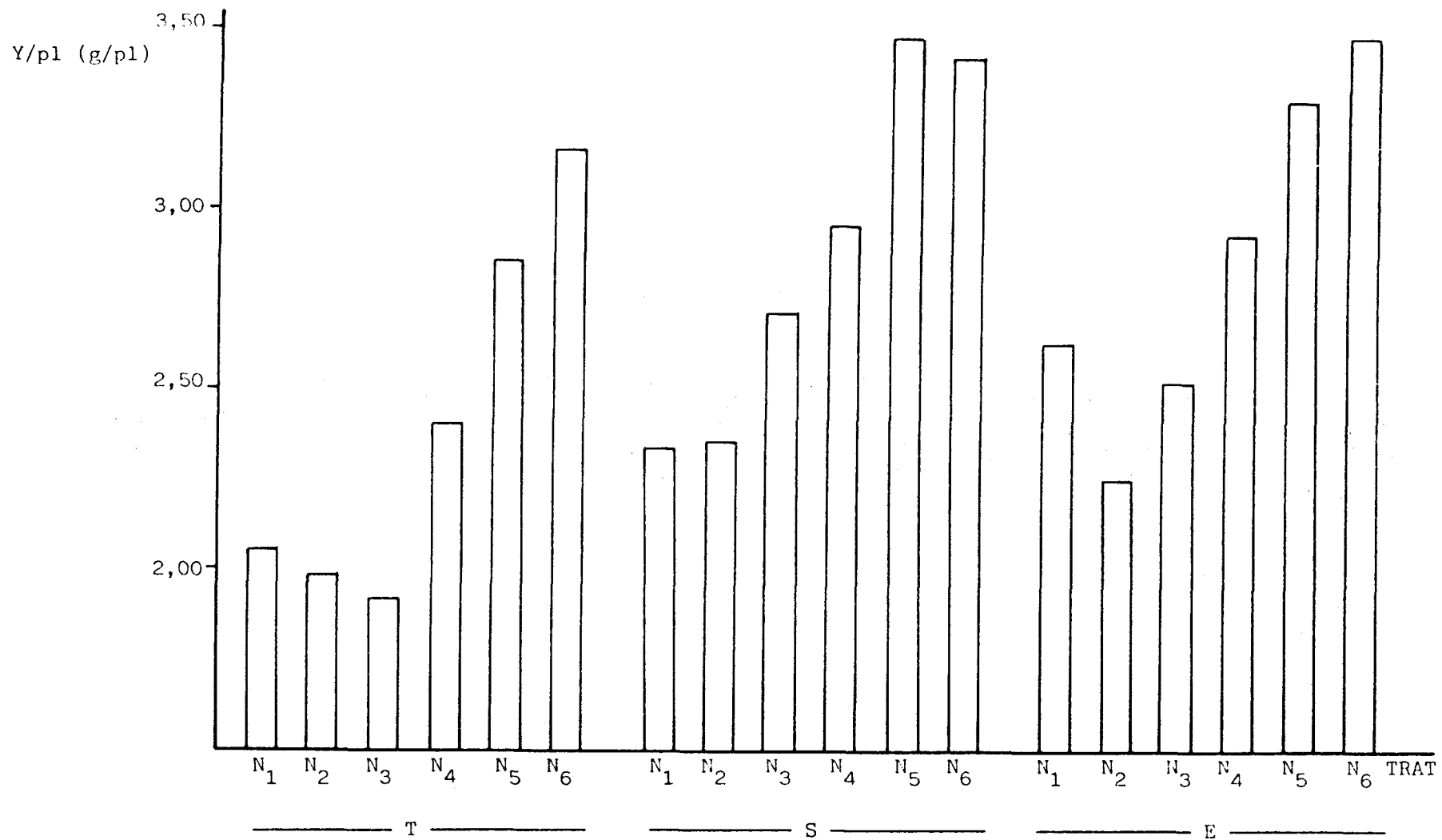
Los valores medios de cosecha planta por tratamiento se representan en la Gráfica 12.

Como resumen de lo expuesto anteriormente se destaca:

1) La producción por planta fué elevada estadísticamente por los fertilizantes nitrogenados, siendo los niveles más efectivos N_6 y N_5 , y en bastante menor proporción N_4 .

2) Azufre y ethrel vuelven a tener efectos muy similares sobre la cosecha, presentando una doble acción: aditiva, al suministrarlos junto a dosis altas de nitrógeno (N_6 y N_5) y suplementaria al adicionarlos con dosis bajas (N_3).

3) Los porcentajes de incremento en cosecha más elevados fueron los obtenidos por los tratamientos EN_6 (81,3%), EN_5 (71,9%), SN_6 (78,1%) y SN_5 (81,3%) respecto a TN_3 .



Gráfica 12.- Ensayo-1984. Representación de los valores medios de cosecha planta por tratamiento.

4.2.3.2.2.- Número de espigas por planta.

Los valores medios del número de espigas por planta, por tratamiento y repetición, así como el análisis de varianza y mínimas diferencias significativas se presentan respectivamente en las Tablas 93 y 94.

Tabla 93.- Ensayo-1984. número de espigas por planta en función de los tratamientos de nitrógeno, azufre y ethrel.

Resultados por tratamiento y repetición:

RP	TRATAMIENTOS																		Ex	\bar{x}
	T						S						E							
	N ₁	N ₂	N ₃	N ₄	N ₅	N ₆	N ₁	N ₂	N ₃	N ₄	N ₅	N ₆	N ₁	N ₂	N ₃	N ₄	N ₅	N ₆		
I	2.7	2.4	2.5	2.7	3.5	3.0	2.8	2.7	2.9	3.3	4.0	4.3	2.8	2.7	3.2	3.0	4.2	4.3	58.8	3.3
II	2.5	2.0	2.7	3.3	3.7	3.9	2.8	2.7	3.0	3.5	4.2	4.4	3.5	2.8	3.3	3.0	4.2	4.2		
Ex	5.2	5.0	5.2	0.0	7.2	7.5	5.0	5.4	0.5	0.8	8.8	8.7	0.3	5.5	0.5	7.2	8.4	8.5		
\bar{x}	2.6	2.5	2.0	3.0	3.0	3.8	2.8	2.7	3.3	3.4	4.4	4.4	3.2	2.8	3.3	3.0	4.2	4.3		

Resultados por tratamiento:

	T	S	E	Ex	\bar{x}
N ₁	5.2	5.0	0.3	17.1	2.9
N ₂	5.0	5.4	5.5	15.9	2.7
N ₃	5.2	0.5	0.5	18.2	3.0
N ₄	0.0	0.8	7.2	20.0	3.3
N ₅	7.2	8.8	8.4	24.4	4.1
N ₆	7.5	8.7	8.5	24.7	4.1
Ex	30.1	41.8	42.4		
\bar{x}	3.0	3.5	3.5		

Tabla 94.- Ensayo-1984. Número de espigas por planta: Análisis de varianza y mínimas diferencias significativas.

Análisis de varianza.

FV	GL	SC	MC	FC	NP		
RP	1	0,2	0,2	5,1	0,05		
TRAT	N	5	11,7	2,3	56,8	0,001	
	ES	17	14,1	0,8	20,2	24,6	0,001
	N-ES	10	0,4	0,1	1,0	-	
ERROR	17	0,7	0,04				
TOTAL	35						

Mínimas diferencias significativas:

V	0,10	0,05	0,10	0,001
RP	0,12	0,14	0,20	0,27
TRAT	0,34	0,42	0,57	0,78
N	0,19	0,24	0,33	0,45
ES	0,14	0,17	0,23	0,32

Del estudio estadístico efectuado (Tabla 94) se deduce que para el número de espigas por planta:

- Existe variabilidad estadística entre repeticiones ($P=0,05$; Tabla 94), siendo la repetición II significativamente superior a la I.

- Los tratamientos globales y los efectos principales N y ES hicieron variar el número de espigas en forma altamente significativa ($P=0,001$; Tabla 94). Con la interacción N ES no se encontró acción estadística.

La comparación entre tratamientos, mediante mínimas diferencias significativas (Tablas 95 y 96), vuelve a poner de manifiesto hechos ya observados en las cosechas grano y planta:

a) Las combinaciones de abonado nitrogenado más efectivas fueron N_6 y N_5 , sin diferencias entre ellas y con diferencias altamente significativas frente al resto (Tabla 95). les sigue en efectividad N_4 , con diferencias de diversa índole con los restantes. Por último, se encuentra un grupo constituido por N_3 , N_2 y N_1 ; N_3 es superior estadísticamente a N_2 , pero no difiere de N_1 ; y a su vez, N_1 y N_2 no presentan diferencias significativas:

$N_6= 4,12$ espigas/planta	$N_3= 3,03$ espigas/planta
$N_5= 4,07$ espigas/planta	$N_2= 2,65$ espigas/planta
$N_4= 3,33$ espigas/planta	$N_1= 2,85$ espigas/planta

Tabla 95.- Ensayo-1984. Número de espigas por planta: Comparación entre los efectos principales N y ES. % de incremento o disminución y nivel de probabilidad.

	N_1	N_2	N_3	N_4	N_5		T	S
N_6	44,6%	55,5%	36,0%	23,7%	1,2%	E	17,3%	1,5%
	0,001	0,001	0,001	0,001	-		0,001	-
N_5	42,8%	53,6%	34,3%	22,2%		S	15,6%	
	0,001	0,001	0,001	0,001			0,001	
N_4	16,8%	25,7%	9,9%					
	0,001	0,001	0,05					
N_3	6,3%	14,3%						
	-	0,01						
N_2	-7,5%							
	-							

- Los mejores tratamientos vuelven a ser SN_6 , SN_5 , EN_6 y EN_5 , - con diferencias estadísticas frente al resto:

$SN_6 = 4,35$ espigas/planta

$SN_5 = 4,40$ espigas/planta

$EN_6 = 4,25$ espigas/planta

$EN_5 = 4,20$ espigas/planta

- Les sigue un grupo formado por las combinaciones EN_4 , SN_4 , TN_5 y TN_6 ; observándose de nuevo el efecto aditivo de E y S sobre los niveles N_5 y N_6 :

$EN_4 = 3,60$ espigas/planta

$SN_4 = 3,40$ espigas/planta

$TN_6 = 3,75$ espigas/planta

$TN_5 = 3,60$ espigas/planta

- A continuación se encuentran TN_4 , SN_3 y EN_3 ; constatándose la acción suplementaria del azufre y ethrel por vía foliar al adicionarlos junto a las dosis N_3 (40 kg N/Ha), incrementando su número de espigas hasta - igualarlo estadísticamente con el resultado de TN_4 (80 kg N/Ha):

$TN_4 = 3,00$ espigas/planta

$SN_3 = 3,25$ espigas/planta

$EN_3 = 3,25$ espigas/planta

- Finalmente, destacar la escasa efectividad sobre el número de espigas de los tratamientos TN_1 , TN_2 y TN_3 :

$TN_1 = 2,60$ espigas/planta

$TN_2 = 2,50$ espigas/planta

$TN_3 = 2,60$ espigas/planta

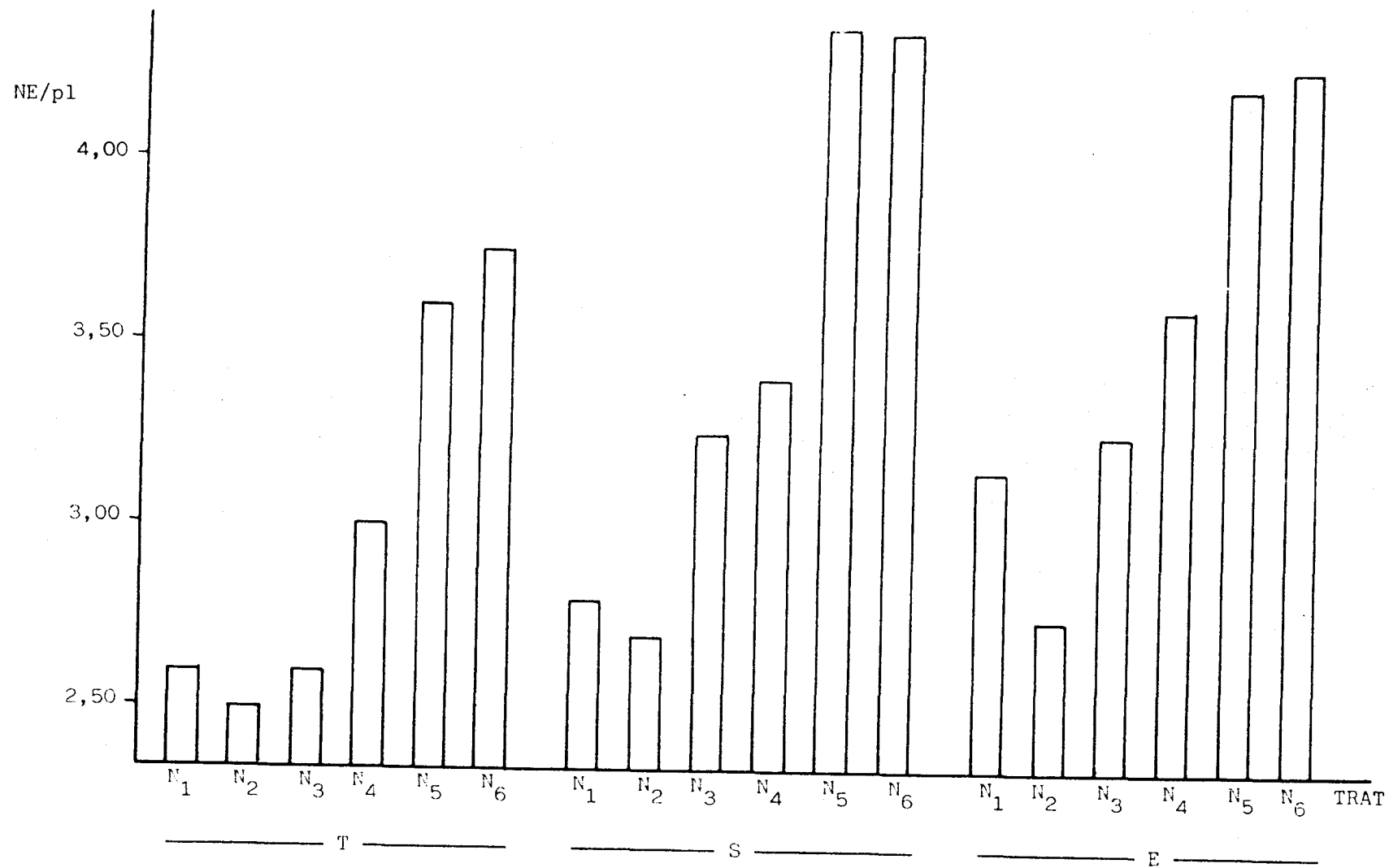
La representación de los valores medios del número de espigas - por planta en función de los tratamientos se expone en la Gráfica 13.

Como resumen, se puede destacar que el efecto de los tratamientos sobre el número de espigas por planta presenta una gran similitud con el ya observado para las cosechas grano y planta:

1) Los bloques de tratamientos con 80 kg N/Ha incrementaron significativamente el número de espigas respecto a las combinaciones con 40 kg N/Ha. Se constata además la mayor efectividad del equilibrio en las aplicaciones de nitrógeno entre sementera y cobertera temprana. Cuando existe desequilibrio entre las dosis, el mejor efecto se obtiene cuando el nivel superior se suministra en cobertera.

2) Azufre y ethrel por vía foliar presentan una acción paralela y doble: aditiva, junto a dosis elevadas de nitrógeno y suplementaria, al adicionarlos con niveles bajos y equilibrados de dicho fertilizante.

3) Por último, destacar que los tratamientos más efectivos fueron EN₆ (70,0%), EN₅ (68,0%), SN₆ (74,0%) y SN₅ (76,0%), respecto a TN₂.



Gráfica 13.- Ensayo-1984. Representación de los valores medios de número de espigas por planta en función de los tratamientos.

4.2.3.2.3.- Número de granos por espiga.

En la Tabla 97 se recogen los valores del número medio de granos por espiga por tratamiento y repetición y en la Tabla 98 el análisis de varianza de los mismos.

Tabla 97.- Ensayo-1984. Número de granos por espiga en función de los tratamientos de nitrógeno, azufre y ethrel.

Resultados por tratamiento y repetición:

RP	TRATAMIENTOS																					Ex	\bar{x}
	T						S						E										
	N ₁	N ₂	N ₃	N ₄	N ₅	N ₀	N ₁	N ₂	N ₃	N ₄	N ₅	N ₀	N ₁	N ₂	N ₃	N ₄	N ₅	N ₀					
I	20.5	23.6	20.8	22.7	23.2	23.0	22.9	22.9	22.0	22.1	22.9	21.4	23.9	22.4	22.8	21.9	22.7	23.0	406.8	22.0			
II	21.8	21.2	21.5	21.6	23.5	22.8	22.9	23.9	22.8	25.2	21.1	22.2	21.5	21.0	20.9	23.9	21.5	21.5	401.4	22.3			
Ex	42.3	44.8	42.3	44.3	46.7	46.4	45.8	46.8	45.4	47.3	44.0	43.6	45.4	44.0	43.7	45.8	44.2	45.4					
\bar{x}	21.2	22.4	21.2	22.2	23.4	23.2	22.9	23.4	22.7	23.7	22.0	21.8	22.7	22.0	21.9	22.9	22.1	22.7					

Resultados por tratamiento:

	T	S	E	Ex	\bar{x}
N ₁	42.3	45.8	45.4	133.5	22.3
N ₂	44.8	46.8	44.0	135.0	22.0
N ₃	42.3	45.4	43.7	131.4	22.9
N ₄	44.3	47.3	45.8	137.4	22.9
N ₅	46.7	44.0	44.2	134.9	22.5
N ₆	46.4	43.6	45.4	135.4	22.6
Ex	266.8	272.9	268.5		
\bar{x}	22.2	22.7	22.4		

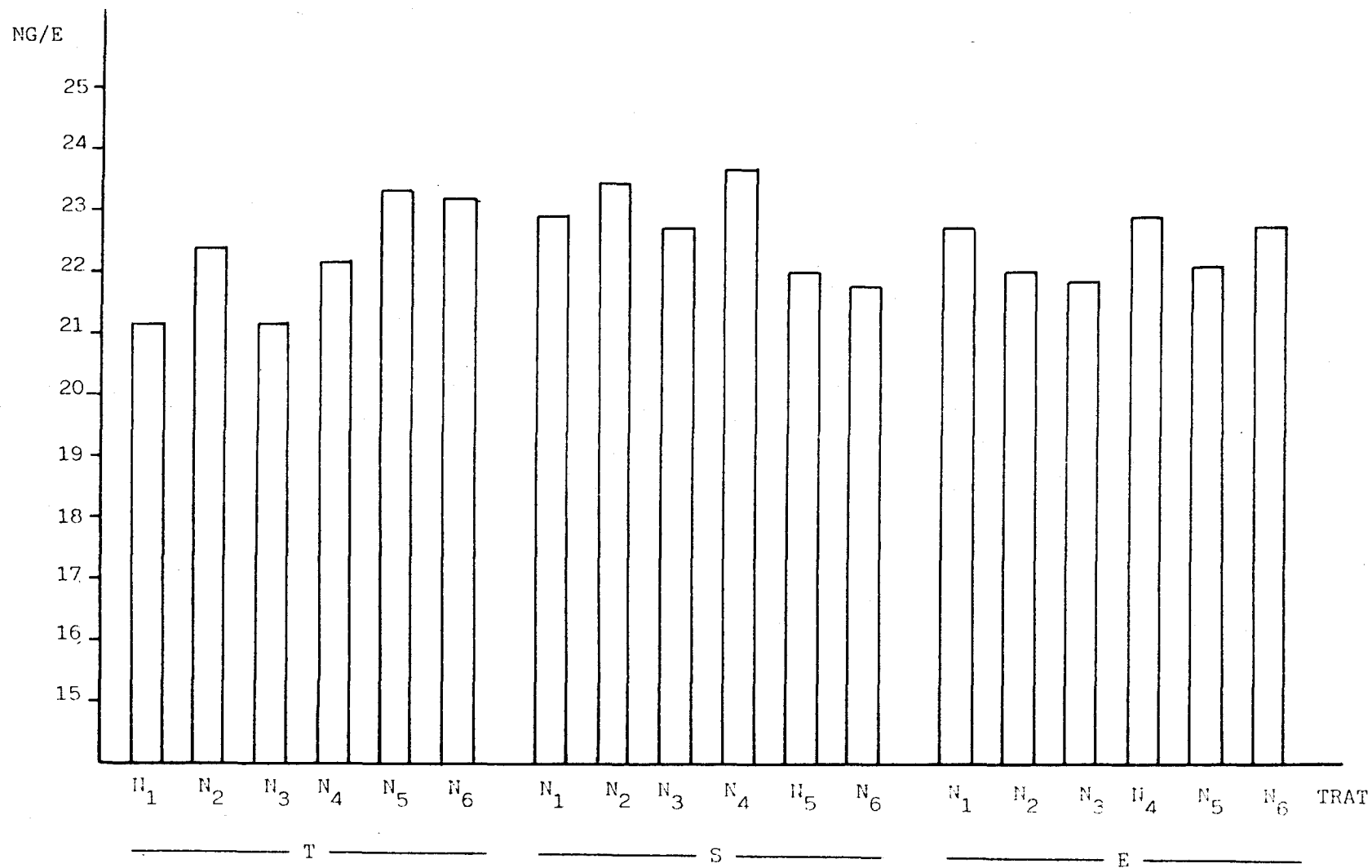
Tabla 98.- Ensayo-1984. Número de granos por espiga: Análisis de varianza.

Análisis de varianza:

FV	GL	SC	MC	FC	NP
RP	1	0,8	0,8	0,6	-
TRAT	N	5	3,5	0,7	0,5
	ES	17	18,2	1,1	0,8
	N-ES	10	13,0	1,3	1,0
ERROR	17	22,0	1,3		
TOTAL	35				

El análisis de varianza realizado pone de manifiesto que, al igual que en años anteriores, ni repeticiones ni tratamientos causaron variabilidad estadística alguna en el número de granos por espiga (Tabla 98), manteniéndose dicho número muy constante para los distintos efectos.

La representación de los valores medios por planta del número de granos por espiga se expone en la Gráfica 14.



Gráfica 14.- Ensayo-1984. Representación de los valores medios de número de granos por espiga en función de los tratamientos.

4.2.3.2.4.- Peso de mil granos (g).

En las Tablas 99 y 100 se presentan, respectivamente, los valores medios por repetición y tratamiento del peso de mil granos y el análisis de varianza de dichos valores.

Tabla 99.- Ensayo-1984. peso de mil granos en función de los tratamientos de nitrógeno, azufre y ethrel.

Resultados por tratamiento y repetición:

RP	TRATAMIENTOS																		Ex	\bar{x}
	T						S						E							
	N ₁	N ₂	N ₃	N ₄	N ₅	N ₆	N ₁	N ₂	N ₃	N ₄	N ₅	N ₆	N ₁	N ₂	N ₃	N ₄	N ₅	N ₆		
I	37.0	37.0	37.0	39.0	34.0	38.0	36.0	36.0	38.0	36.0	35.0	36.0	36.0	35.0	36.0	36.0	36.0	36.0	654.0	36.3
II	38.0	34.0	33.0	34.0	34.0	35.0	37.0	38.0	36.0	37.0	37.0	36.0	38.0	40.0	36.0	35.0	35.0	36.0	649.0	36.1
Ex	75.0	71.0	70.0	73.0	68.0	73.0	73.0	74.0	74.0	73.0	72.0	72.0	74.0	75.0	72.0	71.0	71.0	72.0		
\bar{x}	37.5	35.5	35.0	30.5	34.0	30.5	30.5	37.0	37.0	30.5	36.0	36.0	37.0	37.5	36.0	35.5	35.5	30.0		

Resultados por tratamiento:

	T	S	E	Ex	\bar{x}
N ₁	75.0	73.0	74.0	222.0	37.0
N ₂	71.0	74.0	75.0	220.0	36.7
N ₃	70.0	74.0	72.0	216.0	36.0
N ₄	73.0	73.0	71.0	217.0	36.2
N ₅	68.0	72.0	71.0	211.0	35.2
N ₆	73.0	72.0	72.0	217.0	36.2
Ex	430.0	438.0	435.0		
\bar{x}	35.8	36.5	36.3		

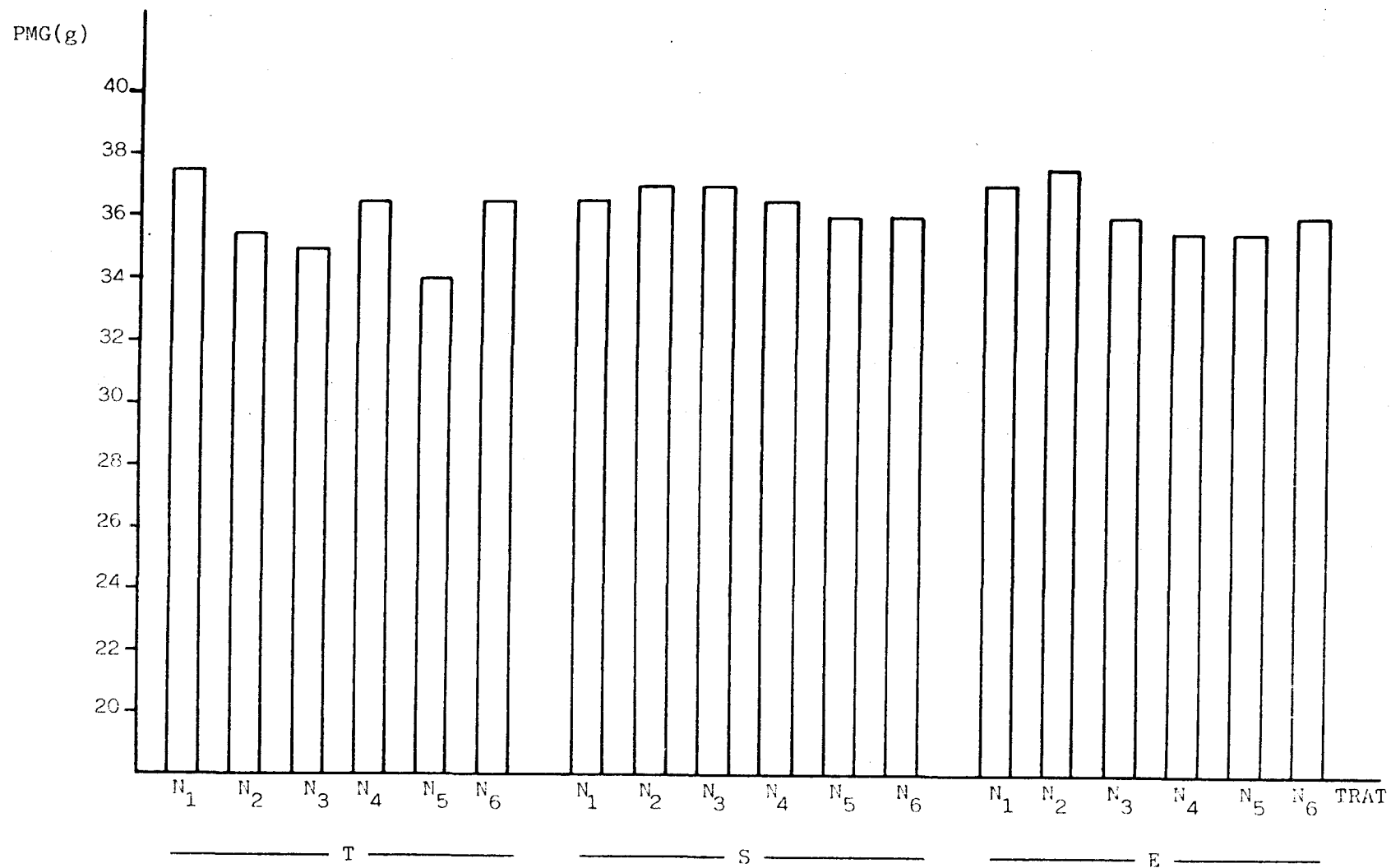
Tabla 100.- Ensayo-1984. Peso de mil granos: Análisis de varianza.

Análisis de varianza:

	FV	GL	SC	MC	FC	NP
RP		1	0,7	0,7	0,2	-
TRAT	N	5	11,8	2,4	0,8	-
	ES	17	27,1	1,6	0,5	-
	N-ES	10	12,6	1,3	0,4	-
ERROR		17	51,8	3,1		
TOTAL		35				

El estudio estadístico (Tabla 100) evidencia que el peso de mil granos permaneció muy constante en función de las repeticiones y tratamientos, no afectándose significativamente con ellos.

En la Gráfica 15 se representan detalladamente los valores de peso de mil granos en función de los tratamientos.



Gráfica 15.- Ensayo-1984. Representación de los valores medios de peso de mil granos en función de los tratamientos.

4.2.3.3.- Importancia relativa de los parámetros de cosecha en la producción final de grano.

4.2.3.3.1.- Relación cosecha grano-parámetros.

Al igual que en los ensayos de años anteriores, se ha analizado, mediante correlaciones simples y parciales, la importancia relativa de los parámetros determinantes de la cosecha en las variaciones de la producción final de grano. Los resultados obtenidos se presentan en la Tabla 101.

Tabla 101.- Ensayo-1984. Correlaciones simples y parciales entre cosecha - grano y parámetros.

Coefficientes de correlación:

	<u>Simples</u>			<u>Parciales</u>
	NE/m ²	NG/E	PMG	
Y	0,9483 ***	0,2075 -	-0,0506 -	r _{Y-NE.NG} = 0,9782***
PMG	-0,2394 -	0,0219 -		r _{Y-NE.PMG} = 0,9655***
NG/E	-0,0383 -			r _{Y-NG.NE} = 0,7688***
				r _{Y-PMG.NE} =0,5725***

***, significativo al 0,001.

Del estudio de ambos tipos de correlación vuelve a ponerse de manifiesto que el parámetro decisivo en la determinación de las variaciones en la cosecha grano es el número de espigas por unidad de superficie. Los dos restantes componentes de la producción, número de granos por espiga y peso de mil granos influyen en bastante menor medida, como se desprende de la magnitud de sus coeficientes de correlación simples y parciales.

4.2.3.3.2.- Relación cosecha planta-parámetros.

Los resultados de las correlaciones simples y parciales entre cosecha planta, número de espigas por planta, número de granos por espiga y peso de mil granos se recogen en la tabla 102.

Tabla 102.- Ensayo-1984. Correlaciones simples y parciales entre cosecha -
planta y parámetros.

Coefficientes de correlación:

	<u>Simples</u>			<u>Parciales</u>
	NE/pl	NG/E	PMG	
Y/pl	0,9508 ***	0,2953 -	-0,0663 -	$r_{Y/pl-NE.NG} = 0,9815***$
PMG	-0,2574 -	0,0219 -		$r_{Y/pl-NE.PMG} = 0,9684***$
NG/E	0,0478 -			$r_{Y/pl-NG.NE} = 0,8074***$
				$r_{Y/pl-PMG.NE} = 0,5960***$

***, significativo al 0,001.

Nuevamente el número de espigas por planta es el parámetro más importante en las variaciones de cosecha planta; mientras que los dos restantes componentes tienen influencia más escasa.

4.2.3.4.- Resumen general del ensayo 1984.

1) El número de espigas por unidad de superficie o por planta es el parámetro determinante de la cosecha que decide en mayor medida las variaciones en la producción final de grano. Los dos restantes componentes de la cosecha, número de granos por espiga y peso de mil granos presentan escasa influencia sobre dichas variaciones.

2) Al incrementar las dosis totales de fertilización nitrogenada (de 40 kg N/Ha a 80 kg N/Ha) se elevaron igualmente las cosechas grano y planta, ya que el número de espigas aumentó significativamente.

3) En el bloque de tratamientos con 80 kg N/Ha, las combinaciones N_6 (NS= 40 kg/Ha + NC= 40 kg/Ha) y N_5 (NS= 30 kg/Ha + NC= 50 kg/Ha) fueron más efectivas sobre las cosechas y número de espigas que N_4 (NS= 50 kg/Ha + NC= 30 kg/Ha). Este hecho confirma lo ya apuntado en el ensayo de 1982: cuando la misma cantidad de nitrógeno total se reparte entre sementera y cobertera temprana, la acción más favorable se presenta si la dosis del abono en cobertera es igual o superior a la de sementera.

4) El azufre y ethrel suministrados por vía foliar al final del ahijado provocaron acciones muy similares:

- Aplicados junto a los tratamientos con 80 kg N/Ha (N_6 , N_5 y N_4) tuvieron un efecto aditivo, superando estadísticamente las cosechas y número de espigas de los mismos tratamientos sin azufre o ethrel (TN_6 , TN_5 y TN_4).

- Aplicados junto al tratamiento de 40 kg N/Ha con niveles equilibrados entre sementera y cobertera (N_3) su acción fué suplementaria - con respecto al nivel TN_4 , igualándose significativamente con éste.

5) Se vuelve por tanto, a poner de manifiesto el posible efecto hormonal del azufre por vía foliar al final del ahijado, dado el paralelismo existente entre las acciones del azufre y ethrel.

6) Por último, resaltar los porcentajes de incremento de los tratamientos más efectivos SN_6 , SN_5 , EN_6 y EN_5 frente a TN_2 ó TN_3 :

- En cosecha grano: 92,8%, 88,0%, 91,6% y 90,4% respectivamente frente a TN_2 .

- En cosecha planta: 78,1%, 81,3% y 71,9% respectivamente frente a TN_3 .

- En número de espigas por planta: 74,0%, 76,0%, 70,0% y 68,0% respectivamente frente a TN_2 .

4.2.4.- Estudio comparativo de la cosecha grano, cosecha planta y - parámetros determinantes en los ensayos de 1982, 1983 y 1984.

En la Tabla 103 se recoge el estudio comparativo ("t" de Student) de las cosechas grano y planta así como sus parámetros determinantes durante los años 1982, 83 y 84, acompañado de los respectivos porcentajes de aumento o disminución.

Tabla 103.- Análisis de diferencias entre medias ("t" de Student) de cosechas y parámetros en los años 1982, 83 y 84. % de aumento (+) o disminución (-) y nivel de probabilidad.

<u>AÑO</u>		<u>Y</u>	<u>Y/pl</u>	<u>NE/pl</u>	<u>NGE</u>	<u>PMG</u>	<u>Pl/m²</u>
1982	\bar{x}	18,40	2,49	3,52	24,83	28,33	75,22
	s	4,28	0,46	0,50	1,09	2,70	4,08
	n	36	36	36	36	36	36
1983	\bar{x}	12,22	2,96	3,53	22,25	37,69	41,08
	s	3,07	0,38	0,44	0,87	1,30	7,14
	n	36	36	36	36	36	36
1984	\bar{x}	6,26	2,71	3,34	22,45	36,19	23,06
	s	1,27	0,53	0,65	1,08	1,51	1,41
	n	36	36	36	36	36	36
<u>COMPARACION</u>		<u>Y</u>	<u>Y/pl</u>	<u>NE/pl</u>	<u>NGE</u>	<u>PMG</u>	<u>Pl/m²</u>
1982/83		50,6%	-18,9%	-0,3%	11,6%	-33,0%	83,1%
		(0,001)	(0,001)	(-)	(0,001)	(0,001)	(0,001)
1982/84		193,9%	-8,8%	5,4%	10,6%	-27,7%	226,2%
		(0,001)	(-)	(-)	(0,001)	(0,001)	(0,001)
1983/84		95,2%	9,2%	5,7%	-0,9%	4,1%	78,1%
		(0,001)	(-)	(-)	(-)	(-)	(0,001)

Del análisis estadístico realizado se deduce:

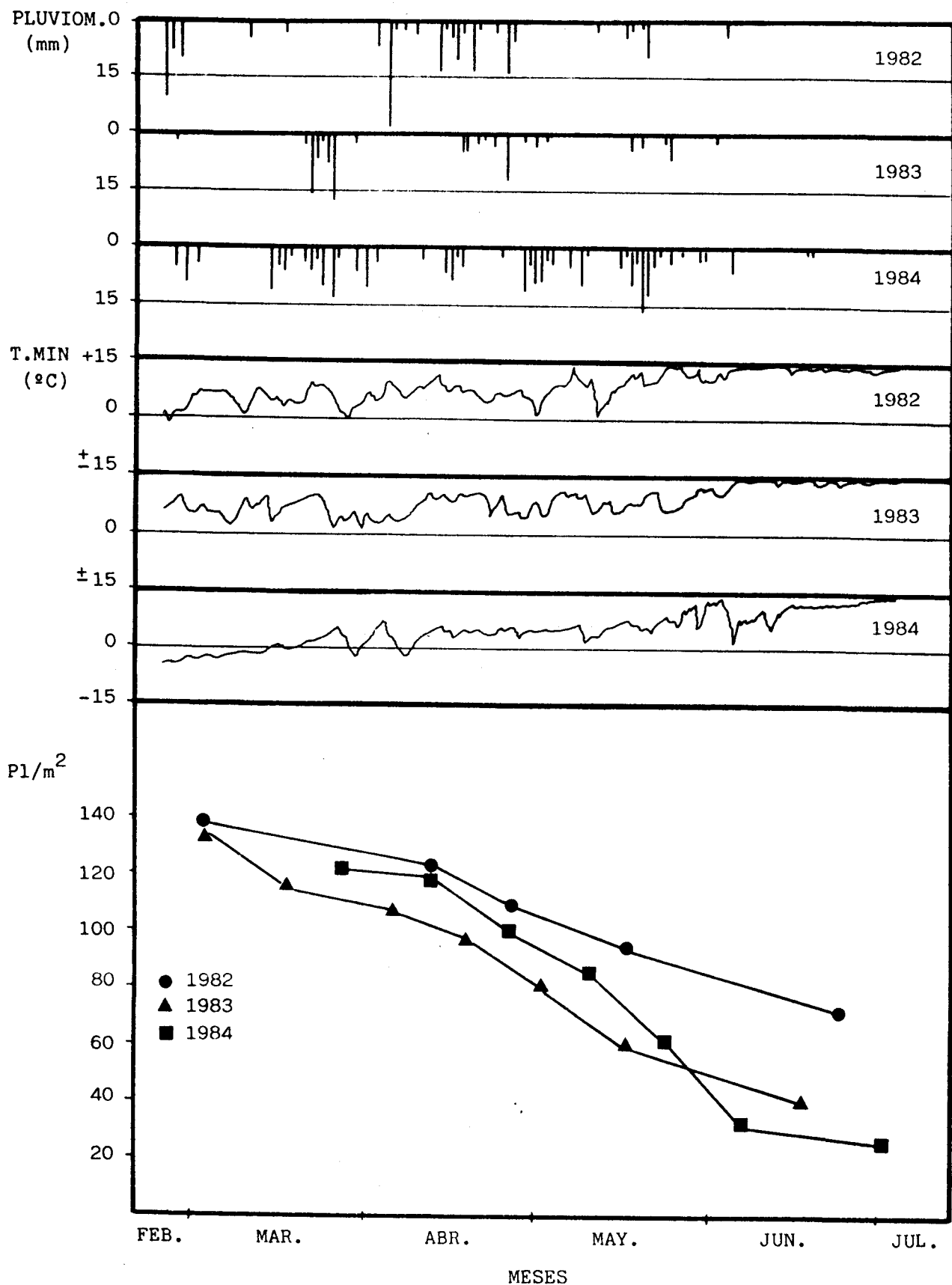
1) Las cosechas grano medias de los años 1982 y 1983 fueron significativamente superiores a la de 1984, con incrementos del 193,9 y 92,5% respectivamente. Este aumento fué debido, casi en su totalidad, a la elevación del número final de plantas por unidad de superficie, con incrementos del 226,2 y 78,1% respectivamente (Tabla 103). Por otra parte, la cosecha del año 1982 superó a la de 1983 en un 50,6%, también fundamentalmente a causa de la mayor densidad de plantas en 1982, con un 83,1% de incremento respecto a 1983 (Tabla 103).

Estas significativas diferencias en el número final de plantas por unidad de superficie pueden ser explicadas en base a las diferentes condiciones climáticas durante los tres años de estudio, especialmente temperatura mínima y pluviometría, factores que afectan en gran medida a la supervivencia de las plantas.

En la Gráfica 16 se presenta la evolución del número de plantas por m^2 a lo largo del desarrollo del cultivo, así como la temperatura mínima y pluviometría diarias durante los tres años ensayados.

Puede observarse que en 1984 la primera toma de muestras se realizó 25 días después que en 1982 y 1983. Esto fué debido a las bajas temperaturas existentes en los meses de Febrero y Marzo de 1984 (temperaturas mínimas por debajo de 0° desde el 10 de Febrero hasta el 13 de Marzo), lo que retrasó la nascencia y crecimiento de las plantas. Además, se constata que el número inicial de plantas fué notablemente inferior en este año respecto a los anteriores. Otros descensos importantes en el número de plantas se detectan en los muestreos del 23 de Mayo y 5 de Junio, los cuales también pueden explicarse por las temperaturas del mes anterior (27 días con temperaturas mínimas $\leq 5^{\circ}C$ desde el 24 de Abril al 24 de Mayo), agravadas por el fuerte viento reinante.

Por otra parte, la disminución de plantas en el año 1983 respecto de 1982 se explica por la escasez de agua en los primeros estadios de desarrollo durante 1983 (7 mm desde el 23 de Febrero hasta el 20 de Marzo, mientras que entre las mismas fechas de 1982 la pluviometría total fué de 45 mm). A partir de Abril, las curvas de plantas/ m^2 caen en forma bastante similar, al igual que existe paralelismo en la lluvia y temperatura mínima en ambos años.



Gráfica 16.- Evolución del número de plantas por m², temperatura mínima y pluviometría diarias durante los ensayos de 1982, 1983 y 1984.

2) Las cosechas por planta fueron bastante similares en los tres años, existiendo sólo aumentos significativos en la de 1983 respecto a 1982 (18,9%, Tabla 103). Este hecho corrobora lo anteriormente expuesto para explicar los incrementos en cosecha grano, ya que ésta es igual al producto de cosecha planta y número final de plantas.

3) En cuanto a los parámetros determinantes de la cosecha se constata:

- La no existencia de diferencias significativas en el número de espigas por planta en los tres años de estudio.

- Los pequeños porcentajes de incremento en el número de granos por espiga: 11,6% entre 1982 y 83; 10,6% entre 1982 y 84 y 0,9% entre 1984 y 83.

- Las diferencias algo mayores en el peso de mil granos entre 1983 y 82 (33,0%), así como entre 1984 y 82 (27,7%). Mientras que entre 1983 y 84 sólo fueron del 4,1%.

En resumen, las notables diferencias existentes entre las cosechas grano de 1982, 1983 y 1984 pueden ser explicadas en base a las variaciones en el número final de plantas por unidad de superficie (provocadas por las distintas condiciones climatológicas en los tres años), ya que ni las cosechas plantas ni sus parámetros determinantes presentaron oscilaciones importantes en los años ensayados.

4.2.5.- Proteína bruta del grano en los ensayos de 1982, 83 y 84.

Los valores de contenido en proteína del grano, calculados como % N-Kjeldahl x 5,7, por tratamiento y repetición en los años 1982, 83 y 84, así como sus respectivos análisis de varianza y mínimas diferencias significativas se incluyen en las Tablas 104 a 111.

Tabla 104.- Ensayo-1982. Proteína bruta del grano en función de las dosis de nitrógeno y azufre en ahijado para el nivel mínimo de nitrógeno en sementera, NS₁.

Resultados por tratamiento y repetición:

RP	TRATAMIENTOS									Ex	\bar{x}
	NS ₁										
	S ₁			S ₂			S ₀				
NA ₀	NA ₁	NA ₂	NA ₀	NA ₁	NA ₂	NA ₀	NA ₁	NA ₂			
I	8,61	10,09	8,32	10,83	13,57	10,66	11,51	10,03	12,26	95,88	10,65
II	10,49	8,72	10,83	12,77	9,52	12,77	11,51	10,66	11,17	98,44	10,94
Ex	19,10	18,81	19,15	23,60	23,09	23,43	23,02	20,69	23,43		
\bar{x}	9,55	9,41	9,58	11,80	11,55	11,72	11,51	10,35	11,72		

Resultados por tratamiento:

	NA ₀	NA ₁	NA ₂	Ex	\bar{x}
S ₁	19,10	18,81	19,15	57,06	9,51
S ₂	23,60	23,09	23,43	70,12	11,69
S ₀	23,02	20,69	23,43	67,14	11,19
Ex	65,72	62,59	66,01		
\bar{x}	10,95	10,43	11,00		

Tabla 105.- Ensayo-1982. Proteína bruta del grano para el nivel NS₁: Análisis de varianza.

Análisis de varianza:

FV	GL	SC	MC	FC	NP
RP	1	0,37	0,37	0,16	-
TRAT	NA	2	1,20	0,60	0,26
	NA	8	17,90	2,24	7,80
	SNA	4	1,09	0,27	0,12
ERROR	8	18,59	2,32		
TOTAL	17				

Tabla 106.- Ensayo-1982. Proteína bruta del grano en función de las dosis de nitrógeno y azufre en ahijado para el nivel máximo de nitrógeno en sementera, NS₂.

Resultados por tratamiento y repetición:

RP	TRATAMIENTOS									Ex	\bar{x}
	NS ₂										
	S ₁			S ₂			S ₀				
NA ₀	NA ₁	NA ₂	NA ₀	NA ₁	NA ₂	NA ₀	NA ₁	NA ₂			
I	11,17	9,86	10,32	9,35	11,74	12,94	11,17	11,17	13,40	101,02	11,24
II	12,94	10,83	11,91	7,13	12,26	13,79	12,43	12,26	13,28	106,83	11,87
Ex	24,11	20,69	22,23	16,48	24,00	26,73	23,60	23,43	26,68		
\bar{x}	12,06	10,35	11,12	8,24	12,00	13,37	11,80	11,72	13,34		

Resultados por tratamiento:

	NA ₀	NA ₁	NA ₂	Ex	\bar{x}
S ₁	24,11	20,69	22,23	67,03	11,17
S ₂	16,48	24,00	26,73	67,21	11,20
S ₀	23,60	23,43	26,68	73,71	12,29
Ex	64,19	68,12	75,64		
\bar{x}	10,70	11,35	12,61		

Tabla 107.- Ensayo-1982. Proteína bruta del grano para el nivel NS₂: Análisis de varianza y mínimas diferencias significativas.

Análisis de varianza:

FV	GL	SC	MC	FC	NP					
RP	1	1,81	1,81	2,48	-					
TRAT	NA	2	11,28	5,64	7,73	0,05				
	S	8	32,29	4,83	4,91	2,42	6,73	3,32	0,01	-
	SNA	4	23,18	5,79	7,93	0,01				
ERROR	8	5,84	0,73							
TOTAL	17									

Mínimas diferencias significativas:

V	0,10	0,05	0,01	0,001
TRAT	1,58	1,96	2,85	4,28
NA	0,91	1,13	1,64	2,47

Tabla 108.- Ensayo-1983. Proteína bruta del grano en función de los tratamientos de nitrógeno, azufre y ethrel.

Resultados por tratamiento y repetición:

RP	<u>TRATAMIENTOS</u>										Ex	\bar{x}
	T			S			E					
	N ₁	N ₂	N ₃	N ₁	N ₂	N ₃	N ₁	N ₂	N ₃			
I	9,46	11,91	9,65	9,75	9,52	11,17	11,51	8,55	12,60	94,12	10,46	
II	9,29	10,20	8,27	7,41	8,89	7,30	7,13	9,69	9,35	77,53	8,61	
III	9,29	10,09	10,26	10,83	10,20	10,03	8,44	9,69	11,17	90,00	10,00	
IV	9,23	9,75	10,43	11,00	9,23	9,80	10,55	9,69	10,49	90,17	10,02	
Ex	37,27	41,95	38,61	38,99	37,84	38,30	37,63	37,62	43,61			
\bar{x}	9,32	10,49	9,65	9,75	9,46	9,58	9,41	9,41	10,90			

Resultados por tratamiento:

	T	S	E	Ex	\bar{x}
N ₁	32,27	41,95	38,61	117,83	9,82
N ₂	38,99	37,84	38,30	115,13	9,59
N ₃	37,63	37,62	43,61	118,86	9,91
Ex	113,89	117,41	120,52		
\bar{x}	9,49	9,78	10,04		

Tabla 109.- Ensayo-1983. proteína bruta del grano: Análisis de varianza y mínimas diferencias significativas.

Análisis de varianza:

<u>FV</u>	<u>GL</u>	<u>SC</u>	<u>MC</u>	<u>FC</u>	<u>NP</u>
RP	3	17,31	5,77	5,77	0,01
TRAT	N	2	1,83	0,92	0,92
	ES	8	9,66	1,21	0,31
	NES	4	7,21	1,80	1,80
ERROR	24	23,88	1,00		
TOTAL	35				

Mínimas diferencias significativas:

<u>V</u>	<u>0,10</u>	<u>0,05</u>	<u>0,01</u>	<u>0,001</u>
RP	0,80	0,97	1,32	1,76

Tabla 110.- Ensayo-1984. Proteína bruta del grano en función de los tratamientos de nitrógeno, azufre y ethrel.

Resultados por tratamiento y repetición:

RP	TRATAMIENTOS																		Ex	\bar{x}
	T						S						E							
	N ₁	N ₂	N ₃	N ₄	N ₅	N ₆	N ₁	N ₂	N ₃	N ₄	N ₅	N ₆	N ₁	N ₂	N ₃	N ₄	N ₅	N ₆		
I	6,95	6,67	6,84	6,67	6,73	8,04	6,78	6,10	7,13	6,73	7,64	7,13	6,38	7,30	6,50	6,56	7,30	6,16	123,61	6,87
II	6,78	7,64	5,99	7,24	7,18	6,27	6,90	6,67	6,38	7,70	7,52	7,41	6,56	7,13	7,70	7,18	6,50	7,81	126,56	7,03
Ex	13,73	14,31	12,83	13,91	13,91	14,31	13,68	12,77	13,51	14,43	15,16	14,54	12,94	14,43	14,20	13,74	13,80	13,97		
\bar{x}	6,87	7,16	6,42	6,96	6,96	7,16	6,84	6,39	6,76	7,22	7,58	7,27	6,47	7,22	7,10	6,87	6,90	6,99		

Resultados por tratamiento:

	T	S	E	Ex	\bar{x}
N ₁	13,73	13,68	12,94	40,35	6,73
N ₂	14,31	12,77	14,43	41,51	6,92
N ₃	12,83	13,51	14,20	40,54	6,76
N ₄	13,91	14,43	13,74	42,08	7,01
N ₅	13,91	15,16	13,80	42,87	7,15
N ₆	14,31	14,54	13,97	42,82	7,14
Ex	83,00	84,09	83,08		
\bar{x}	6,91	7,01	5,92		

Tabla 111.- Ensayo-1984. Proteína bruta del grano: Análisis de varianza.

Análisis de varianza:

FV	GL	SC	MC	FC	NP
RP	1	0,25	0,25	0,71	-
TRAT	N	5	0,06	0,01	0,03
	ES	17	3,30	0,19	0,54
	N-ES	10	2,24	0,22	0,63
ERROR	17	6,02	0,35		
TOTAL	35				

Del análisis estadístico efectuado se deduce:

1.- En el ensayo-1982, el contenido de proteína bruta del grano varió significativamente en función de los tratamientos NA, y de la interacción de segundo orden SNA, pero sólo en el caso del nivel máximo de nitrógeno en sementera NS₂ (P= 0,05 y 0,01; Tabla 107), obteniendo la mayor cantidad de proteína el nivel NA₂ (40 kg N/Ha en ahijado).

Para el nivel mínimo de nitrógeno en sementera NS₁, no se observó variabilidad estadística en ningún caso (Tabla 105).

2.- En el ensayo-1983, no se presentaron variaciones significativas en el contenido de proteína con los tratamientos efectuados. Sin embargo, las repeticiones variaron de forma significativa (Tabla 109), siendo la repetición II estadísticamente inferior a las tres restantes.

3.- Por último, en el ensayo-1984 (Tablas 110 y 111), se constata que, tanto los niveles de nitrógeno como las aplicaciones de azufre o ethrel no inducen variabilidad estadística alguna en el contenido de proteína del grano.

4.3.- Dinámica del ahijamiento durante el desarrollo del cultivo en función de los tratamientos.

El número de espigas por planta es el parámetro determinante de la cosecha que presenta una mayor influencia en las variaciones de la producción final de grano, tal como ha sido demostrado en los apartados anteriores. Por esta razón, se hace necesario realizar un estudio sobre la dinámica del ahijamiento en función de los tratamientos para cada año de ensayo.

- En primer lugar se analiza la cantidad de ahijamientos producidos y su evolución con el tiempo en función de los tratamientos de sementera y cobertera temprana.

- A continuación se estudia el efecto de dichos tratamientos sobre la supervivencia de los tallos, hijos, es decir, sobre su capacidad para producir espiga.

4.3.1.- Ensayo-1982.

4.3.1.1.- Evolución de los ahijamientos.

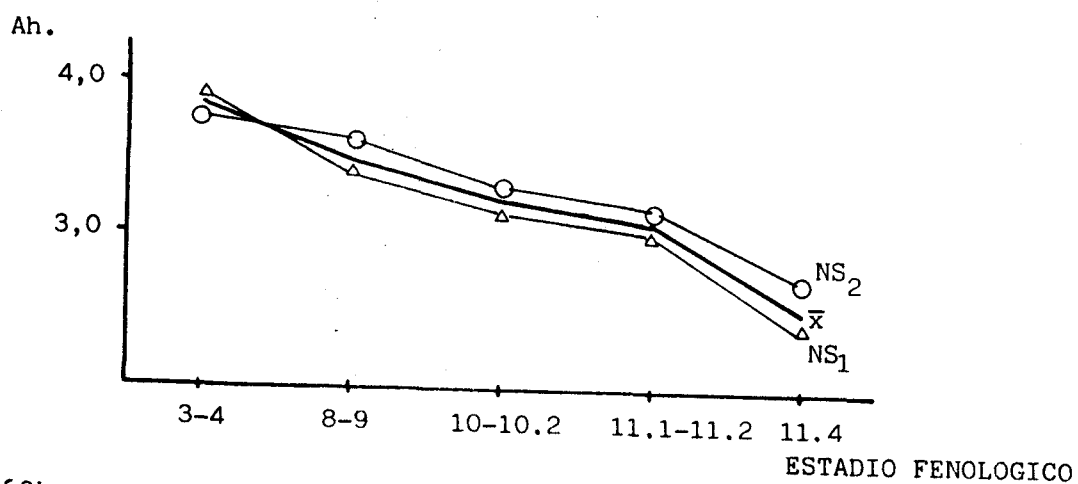
En la Tabla 112, se expresan los valores medios del número de ahijamientos por planta en función de las dosis de nitrógeno en sementera y cobertera temprana y de los niveles de azufre foliar al final del ahijado a lo largo del desarrollo del cultivo.

Puede observarse que el número de ahijamientos decrece progresivamente con el tiempo; en los primeros estadios de crecimiento la disminución está relativamente atenuada y es similar para la gran mayoría de los tratamientos, mientras que en la última fase, la caída es más o menos brusca en función de los niveles utilizados de fertilizante. En efecto, si comparamos las curvas de dinámica del ahijamiento entre los efectos principales NS, NA y S frente a la curva media total (Gráficas 17, 18 y 19), se pone de manifiesto:

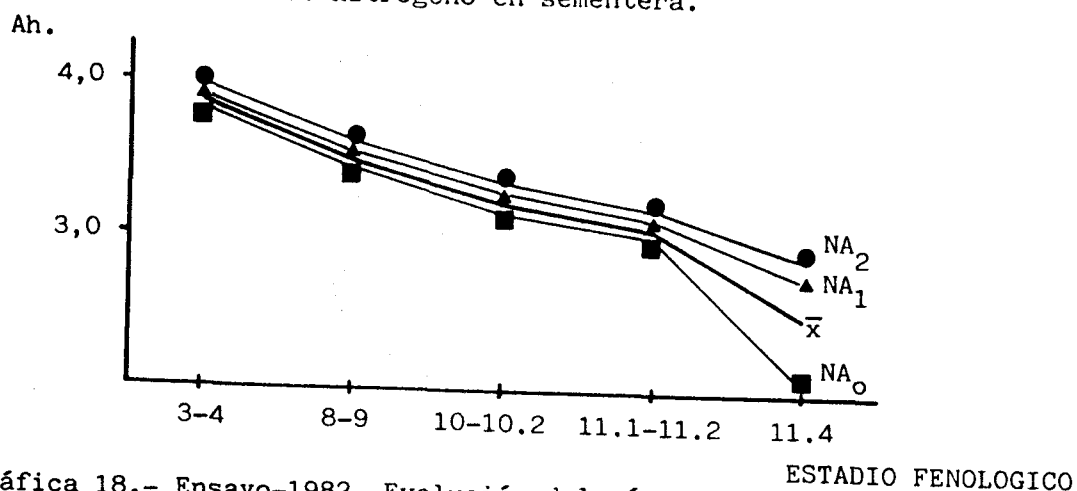
a) Los tratamientos de máximo nivel de nitrógeno en sementera (NS_2) provocan que el número de ahijamientos desde época temprana (estadios 8-9) decaiga en menor medida que el de los tratamientos NS_1 y la curva media, consiguiendo, por tanto, un mayor número final de espigas por planta (Gráfica 17).

Tabla 112.- Ensayo-1982. Evolución del número medio de tallos hijos por planta a lo largo del desarrollo del cultivo, en función de los tratamientos individuales de NS, NA y S.

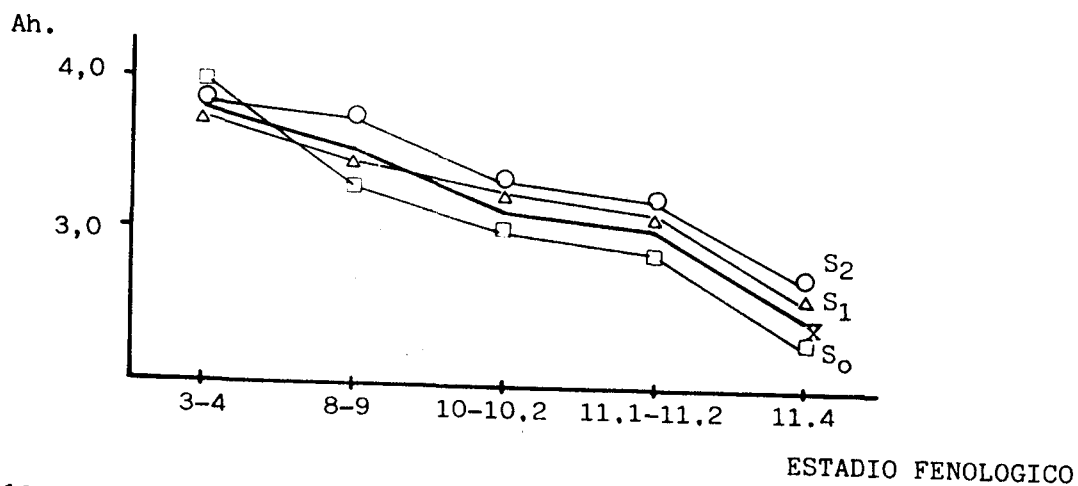
TRAT		ESTADIO FENOLOGICO						
		3-4	8-9	10-10.1-10.2		11.1-11.2		11.4
		Ah.	Ah.	Ah.	Ah.E	Ah.	Ah.E	Ah.E
<u>NS₁</u>	NA ₀ S ₁	3,70	3,50	3,50	1,65	3,00	2,33	1,84
	NA ₁ S ₁	3,85	3,15	3,15	1,85	2,83	2,67	2,67
	NA ₂ S ₁	3,50	3,00	3,33	2,33	3,17	2,17	2,84
	NA ₀ S ₂	3,50	3,50	3,17	1,35	3,17	3,00	2,00
	NA ₁ S ₂	4,15	3,80	3,00	2,00	3,17	3,17	2,67
	NA ₂ S ₂	4,15	3,85	3,50	2,50	3,33	3,33	3,00
	NA ₀ S ₀	4,35	3,35	2,85	1,50	3,17	3,17	1,67
	NA ₁ S ₀	3,70	3,00	3,00	2,00	3,00	2,67	2,17
	NA ₂ S ₀	4,35	3,35	3,00	2,35	2,67	2,50	2,50
	\bar{x}	3,92	3,39	3,17	1,95	3,06	2,78	2,37
s	0,34	0,31	0,23	0,40	0,20	0,41	0,47	
<u>NS₂</u>	NA ₀ S ₁	3,70	3,85	3,17	1,17	3,50	3,50	2,33
	NA ₁ S ₁	3,85	3,85	3,33	0,25	3,34	3,17	2,84
	NA ₂ S ₁	3,80	3,35	3,50	2,15	3,17	2,67	3,00
	NA ₀ S ₂	3,70	3,35	3,33	2,10	3,00	2,17	2,33
	NA ₁ S ₂	4,00	3,85	3,00	2,15	3,00	3,00	3,00
	NA ₂ S ₂	4,00	4,00	3,50	2,50	3,50	3,50	3,00
	NA ₀ S ₀	4,20	3,15	3,00	0,65	2,50	2,50	2,17
	NA ₁ S ₀	3,50	3,35	3,35	1,85	3,50	3,33	3,00
	NA ₂ S ₀	3,80	3,85	2,85	2,00	2,67	2,67	2,50
	\bar{x}	3,84	3,62	3,30	1,65	3,13	2,95	2,69
	s	0,21	0,32	0,24	0,77	0,37	0,47	0,35
	\bar{x}_T	3,88	3,51	3,24	1,80	3,10	2,87	2,53
	s _T	0,28	0,32	0,24	0,59	0,29	0,44	0,41



Gráfica 17.- Ensayo-1982. Evolución del número medio de ahijamientos por planta durante el desarrollo del cultivo en función de las dosis de nitrógeno en sementera.



Gráfica 18.- Ensayo-1982. Evolución del número medio de ahijamientos por planta durante el desarrollo del cultivo en función de las dosis de nitrógeno en ahijado.



Gráfica 19.- Ensayo-1982. Evolución del número medio de ahijamientos por planta durante el desarrollo del cultivo en función de las dosis de azufre foliar en ahijado.

b) En relación a los tratamientos nitrogenados y de azufre foliar aplicados en cobertera temprana (estadios 5-6), puede observarse:

- La evolución de las curvas de NA, en cualquiera de sus dosis, es bastante similar hasta los estadios 11.1-11.2, a partir de los cuales los niveles NA_1 y NA_2 se separan significativamente de la dosis NA_0 , siendo superiores a ella y a la media total (Gráfica 18).

- Respecto al azufre por vía foliar (Gráfica 19), se observa que a partir de los estadios 10-10.2 (antesis), los niveles S_2 y S_1 son claramente superiores a S_0 y a la media total.

4.3.1.2.- Supervivencia de los tallos hijos.

En las Tablas 113 y 114 se expresan (en función de los nueve tratamientos individuales y de los efectos principales NS, NA y S), el número total y medio de ahijamientos en la antesis (estadios 10-10.2), el número y porcentaje de tallos hijos con longitud superior a la tercera parte del tallo principal en dicho período, así como la media final de ahijamientos con espiga y el porcentaje de hijos que formaron espiga con respecto a los de la antesis (% de supervivencia).

El exámen de la Tabla 113, permite establecer que, en la antesis, aquellos ahijamientos cuya longitud sea superior a la tercera parte de la del tallo principal formarán espiga, lo que se pone de manifiesto por la elevada correlación entre el porcentaje de ahijamientos con longitud superior al mínimo fijado y el de supervivencia final en relación a la antesis ($r= 0,9039$; $P<0,001$).

La supervivencia de los tallos hijos en cosecha está estrechamente relacionada con los tratamientos suministrados (Tabla 114):

- Al elevar las dosis de nitrógeno en sementera ($NS_1= 20$ kg/Ha a $NS_2= 40$ kg/Ha) se incrementa notablemente el porcentaje de hijos fértiles (74,76% a 81,52%).

- Los tratamientos de cobertera temprana también provocan una respuesta favorable en la supervivencia final de los ahijamientos. Las dosis de nitrógeno manifiestan claras diferencias ($NA_0= 65,53\%$; $NA_1= 79,69\%$ y $NA_2=85,32\%$), mientras que los dos niveles de azufre se comportan en forma similar y con mayores porcentajes de supervivencia que el testigo ($S_0= 73,82\%$; $S_1= 85,29\%$ y $S_2= 86,39\%$).

Tabla 113.- Ensayo-1982. Supervivencia de los tallos hijos a partir de la antesis (estadíos 10-10.2) en función de los tratamientos individuales de NS, NA y S.

TRAT	ANTESIS				COSECHA	
	\bar{x} Ah.	Nº Ah.	Nº Ah > 1/3	% Ah > 1/3	\bar{x} Ah.E	% Superv.
<u>NS₁</u>						
NA ₀ S ₁	3,50	21	11	52,38	1,84	52,57
NA ₁ S ₁	3,17	19	16	84,21	2,67	84,23
NA ₂ S ₁	3,33	20	17	85,00	2,84	85,29
NA ₀ S ₂	3,17	19	13	60,42	2,00	63,09
NA ₁ S ₂	3,00	18	15	83,33	2,67	89,00
NA ₂ S ₂	3,50	21	18	85,72	3,00	85,71
NA ₀ S ₀	2,85	17	11	64,71	1,67	58,60
NA ₁ S ₀	3,00	18	13	72,22	2,17	72,33
NA ₂ S ₀	3,00	18	14	77,78	2,50	83,33
<u>NS₂</u>						
NA ₀ S ₁	3,17	19	13	68,42	2,33	75,50
NA ₁ S ₁	3,33	20	17	85,00	2,84	85,29
NA ₂ S ₁	3,50	21	18	85,72	3,00	85,71
NA ₀ S ₂	3,33	20	14	70,00	2,33	69,07
NA ₁ S ₂	3,00	18	17	94,40	3,00	85,71
NA ₂ S ₂	3,50	21	18	85,72	3,00	85,71
NA ₀ S ₀	3,00	18	13	72,22	2,17	72,33
NA ₁ S ₀	3,50	21	17	80,95	3,00	85,71
NA ₂ S ₀	2,85	17	13	76,48	2,50	87,72

Coefficiente de correlación % Ah.>1/3 - % Superv.

$$r = 0,9039 \quad ***$$

$$n = 18$$

Tabla 114.- Ensayo-1982. Supervivencia de los tallos hijos a partir de la antesis (estadios 10-10.2) en función de los efectos principales N y S.

TRAT	ANTESIS				COSECHA	
	\bar{x} Ah.	Nº Ah.	Nº Ah>1/3	% Ah>1/3	\bar{x} Ah.E	% Superv.
NS ₁	3,17	171	128	74,85	2,37	74,76
NS ₂	3,30	178	141	79,21	2,69	81,52
NA ₀	2,93	35	24	68,57	1,92	65,53
NA ₁	3,25	39	31	79,49	2,59	79,69
NA ₂	2,93	35	27	77,14	2,50	85,32
S ₀	3,17	76	59	77,63	2,34	73,82
S ₁	3,33	80	68	85,00	2,84	85,29
S ₂	3,38	81	69	85,19	2,92	86,39

4.3.2.- Ensayo-1983.

4.3.2.1.- Evolución de los ahijamientos.

La evolución del número medio de tallos hijos por planta a lo largo del desarrollo del cultivo, en función de los nueve tratamientos individuales de nitrógeno, azufre y ethrel se presenta en la Tabla 115.

En los primeros estadios de crecimiento, el número de ahijamientos incrementa progresivamente, alcanza un máximo coincidente con el final de la etapa de ahijado e inicio de la de encañado (estadios 5-6), decayendo posteriormente hasta la antesis. Es a partir de esta fase cuando se observa fundamentalmente el efecto de los tratamientos sobre el número final de hijos fértiles.

En las Gráficas 20 y 21 se puede observar con más detalle lo anteriormente expuesto, para el caso de los efectos principales de nitrógeno y azufre o ethrel. La fertilización nitrogenada muestra su acción incluso antes de la antesis, exactamente en los estadios 8-9 (Gráfica 20) a partir de los que se detecta una clara diferenciación en el número de ahijamientos hasta la recogida, momento en el que se presentan los máximos rangos entre los tres niveles N₁, N₂ y N₃. El efecto del azufre y ethrel estuvo retrasado respecto al del nitrógeno (estadios 10.5-11.1), en respuesta a su aplicación más tardía (23 días después) observándose la similitud entre el número final de ahijamientos con espiga producida por S y E, significativamente superiores a los del testigo (Gráfica 21).

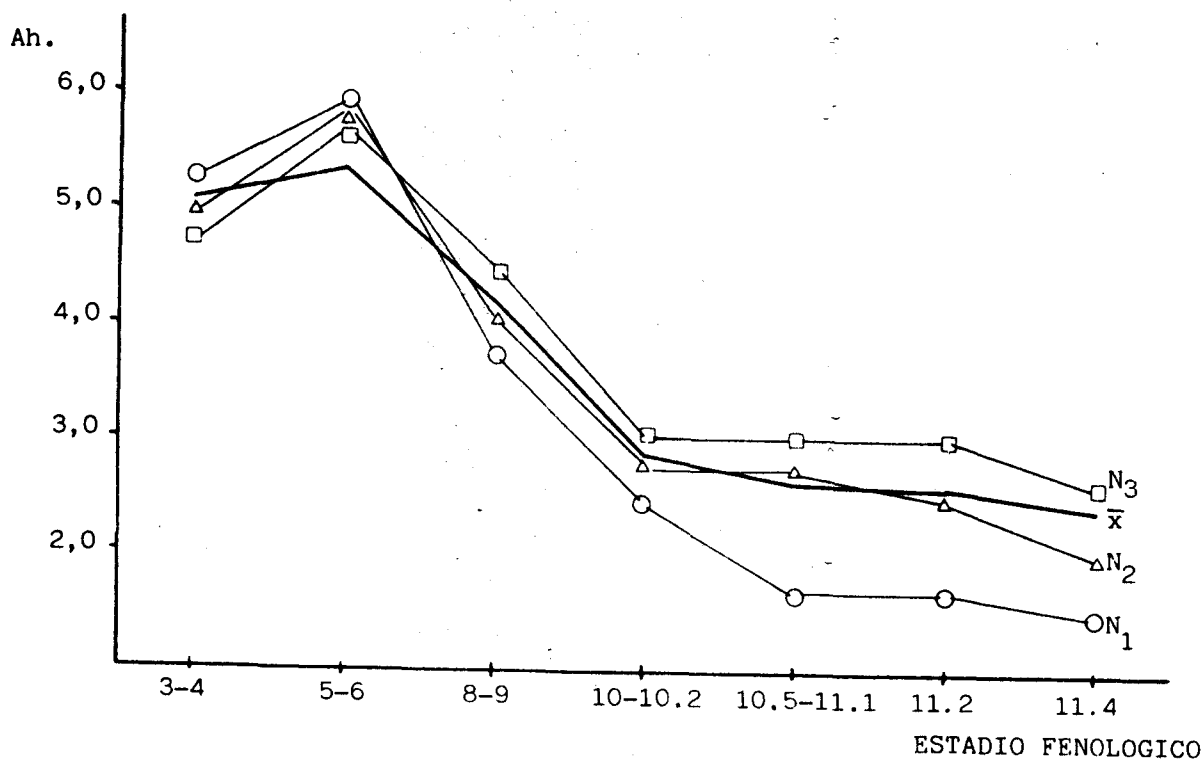
Tabla 115.- Ensayo-1983. Evolución del número de tallos hijos por planta a lo largo del desarrollo del cultivo en función de los tratamientos individuales de N, S y E.

TRAT	ESTADIO FENOLOGICO									
	3-4	5-6	8-9	10-10.1-10.2		10.5-11.1		11.2		11.4
	Ah.	Ah.	Ah.	Ah.	Ah.E	Ah.	Ah. E	Ah.	Ah.E	Ah.E
TN ₁	5,25	6,00	3,75	2,50	0,75	1,75	1,50	1,75	1,25	1,54
TN ₂	5,00	6,00	4,00	2,75	1,75	2,75	1,75	2,50	1,75	2,29
TN ₃	4,75	5,75	4,50	3,00	2,00	3,00	2,50	3,00	2,50	2,72
SN ₁	4,75	4,75	4,00	2,75	2,25	3,00	2,50	2,50	2,50	2,67
SN ₂	5,50	5,00	4,25	2,75	1,75	2,75	2,25	2,50	2,50	2,54
SN ₃	5,25	6,00	4,50	3,00	2,25	2,75	2,50	3,00	3,00	2,96
EN ₁	5,00	4,00	4,25	2,75	1,75	2,50	2,50	2,50	1,75	2,63
EN ₂	5,25	5,25	4,25	2,75	1,75	2,75	2, 5	2,50	2,25	2,50
EN ₃	5,00	4,75	4,50	3,00	2,00	2,75	2,50	3,00	2,75	2,92
\bar{x}	5,08	5,28	4,22	2,81	1,81	2,67	2,25	2,58	2,25	2,53
s	0,25	0,71	0,26	0,17	0,45	0,38	0,38	0,39	0,56	0,42

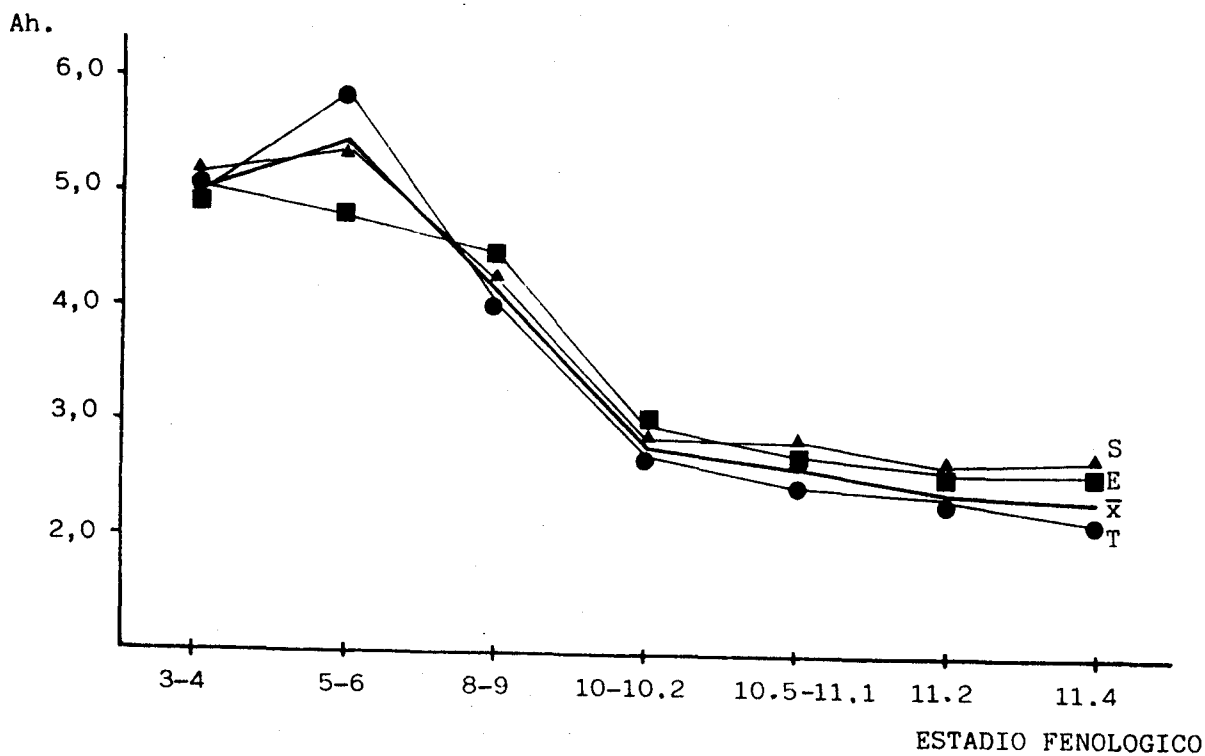
4.3.2.2.- Supervivencia de los tallos hijos.

En las Tablas 116 y 117 se detallan, al igual que para el ensayo-1982 los valores del número y media de ahijamientos, número y porcentaje de hijos con longitud superior a la tercera parte del tallo principal en antesis y media final de hijos fértiles así como el porcentaje de supervivencia desde la antesis, para los nueve tratamientos individuales y para los efectos principales N y ES.

Destacar, de nuevo, la estrecha relación existente entre el porcentaje de hijos con longitud superior a la tercera parte del tallo principal y el porcentaje de supervivencia ($r= 0,9694$; $P < 0,001$), lo que corrobora la existencia de una longitud mínima en los ahijamientos necesaria para la formación de espigas. Dicha longitud mínima es dependiente de la fertilización suministrada. En efecto, en la Tabla 117



Gráfica 20.- Ensayo-1983. Evolución del número medio de ahijamientos por planta durante el desarrollo del cultivo en función de los tratamientos nitrogenados.



Gráfica 21.- Ensayo-1983. Evolución del número medio de ahijamientos por planta durante el desarrollo del cultivo en función de los tratamientos de azufre y ethrel.

Tabla 116.- Ensayo-1983. Supervivencia de los tallos hijos a partir de la antesis (estadios 10-10.2), en función de los tratamientos individuales de N, S y E.

TRAT	ANTESIS				COSECHA	
	\bar{x} Ah.	Nº Ah.	Nº Ah>1/3	% Ah>1/3	\bar{x} Ah.E	% Superv.
TN ₁	2,50	10	6	60,00	1,54	61,60
TN ₂	2,75	11	8	72,73	2,29	83,27
TN ₃	3,00	12	10	83,33	2,72	90,67
SN ₁	2,75	11	10	90,91	2,67	97,10
SN ₂	2,75	11	9	81,82	2,54	92,37
SN ₃	3,00	12	11	91,67	2,96	98,67
EN ₁	2,75	11	10	90,91	2,63	95,64
EN ₂	2,75	11	9	81,82	2,50	91,00
EN ₃	3,00	12	11	91,67	2,92	97,34

Coefficiente de correlación % Ah.>1/3 - % Superv.

$$r = 0,9694 \text{ ***}$$

$$n = 9$$

se observa que los tres niveles de nitrógeno ($N_1 = 40$ kg/Ha; $N_2 = 60$ kg/Ha y $N_3 = 80$ kg/Ha) presentan diferencias apreciables en la fertilidad de los tallos hijos ($N_1 = 61,60\%$; $N_2 = 83,27\%$ y $N_3 = 90,67\%$). Por otra parte, el azufre y ethrel se comportan de forma similar, pero con notables diferencias frente al testigo (T= 79,28%; S= 96,11% y E= 94,70%).

Tabla 117.- Ensayo-1983. Supervivencia de los tallos hijos a partir de la antesis (estadios 10-10.2), en función de los efectos principales N y ES.

TRAT	ANTESIS				COSECHA	
	\bar{x} Ah.	Nº Ah.	Nº Ah>1/3	% Ah>1/3	\bar{x} Ah.E	% Superv.
N ₁	2,50	10	6	60,00	1,54	61,60
N ₂	2,75	11	8	72,73	2,29	83,27
N ₃	3,00	12	10	83,33	2,72	90,67
T	2,75	33	24	72,73	2,18	79,28
S	2,83	34	30	88,24	2,72	96,11
E	2,83	34	30	88,24	2,68	94,70

4.3.3.- Ensayo-1984.

4.3.3.1.- Evolución de los ahijamientos.

La Tabla 118 refleja los valores medios de tallos hijos por planta en función de los dieciocho tratamientos de nitrógeno, azufre y ethrel, durante el desarrollo completo del cultivo.

La evolución de los ahijamientos es, en parte, similar a la de los ensayos 1982 y 1983, con la salvedad de que en los primeros estadios de desarrollo el número de hijos es inferior en el ensayo-1984, muy probablemente debido a las bajas temperaturas reinantes durante esta época (meses de Febrero y Marzo). A partir de los estadios 8-9 (final de encañado), el número de ahijamientos en este año se hace muy similar al de años anteriores.

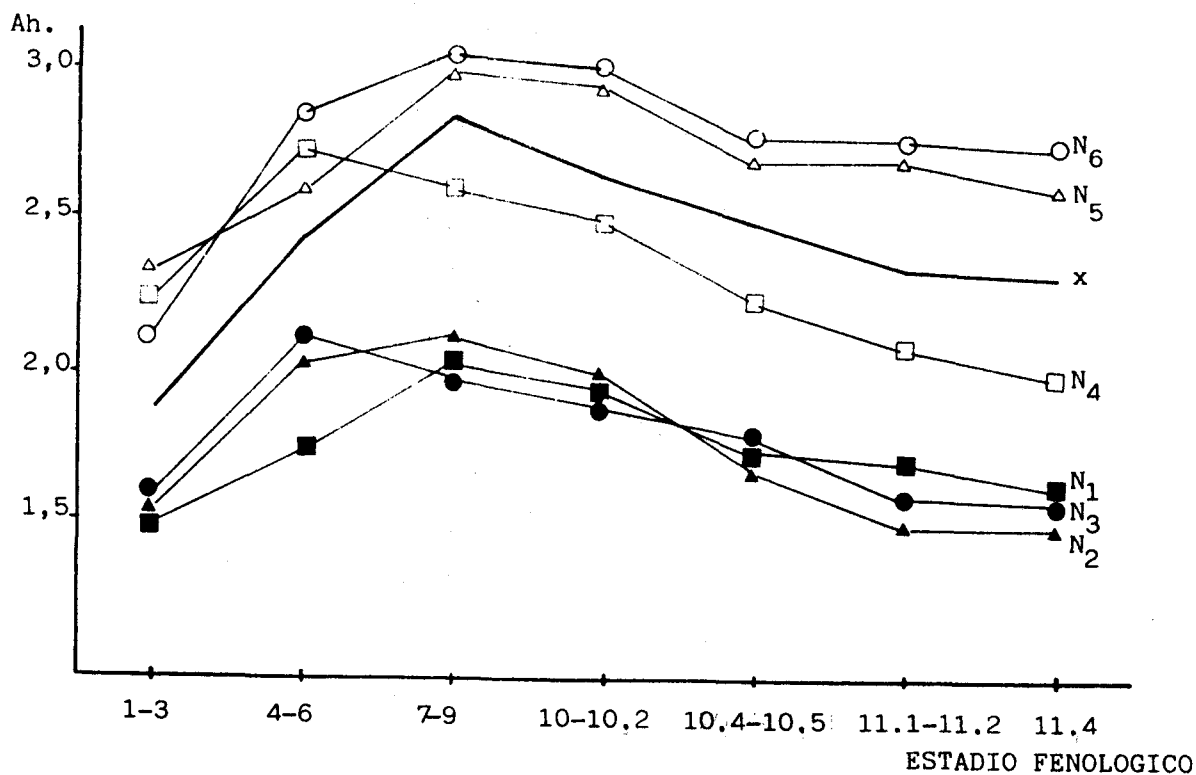
Las Gráficas 22 y 23 representan gráficamente la dinámica del ahijamiento para los seis tratamientos nitrogenados y para las aplicaciones de azufre y ethrel. El bloque de tratamientos con 40 kg N total/Ha se comporta de manera semejante (Gráfica 22); incrementando progresivamente su número de hijos hasta los estadios 7-9 y posteriormente decayendo hasta la recolección, sin presentar diferencias estadísticas. Puede observarse que estas tres curvas (N_1 , N_2 y N_3) se sitúan durante todo el desarrollo muy por debajo de la curva media total.

Con respecto al bloque de tratamientos con 80 kg N total/Ha, destacar la similitud de las curvas entre N_6 y N_5 , superiores ambas a la curva media total y la menor efectividad de N_4 , que provoca una caída en el número de ahijamientos a partir de los estadios 4-6, situándose la curva - desde el final del encañado (estadios 7-9) por debajo de las N_6 , N_5 y media total, con diferencias significativas frente a ellas (Gráfica 22). De nuevo se pone de manifiesto la mayor efectividad del equilibrio entre las aplicaciones de nitrógeno entre sementera y cobertera (N_6), o el incremento de la dosis de cobertera respecto a la de sementera (N_5).

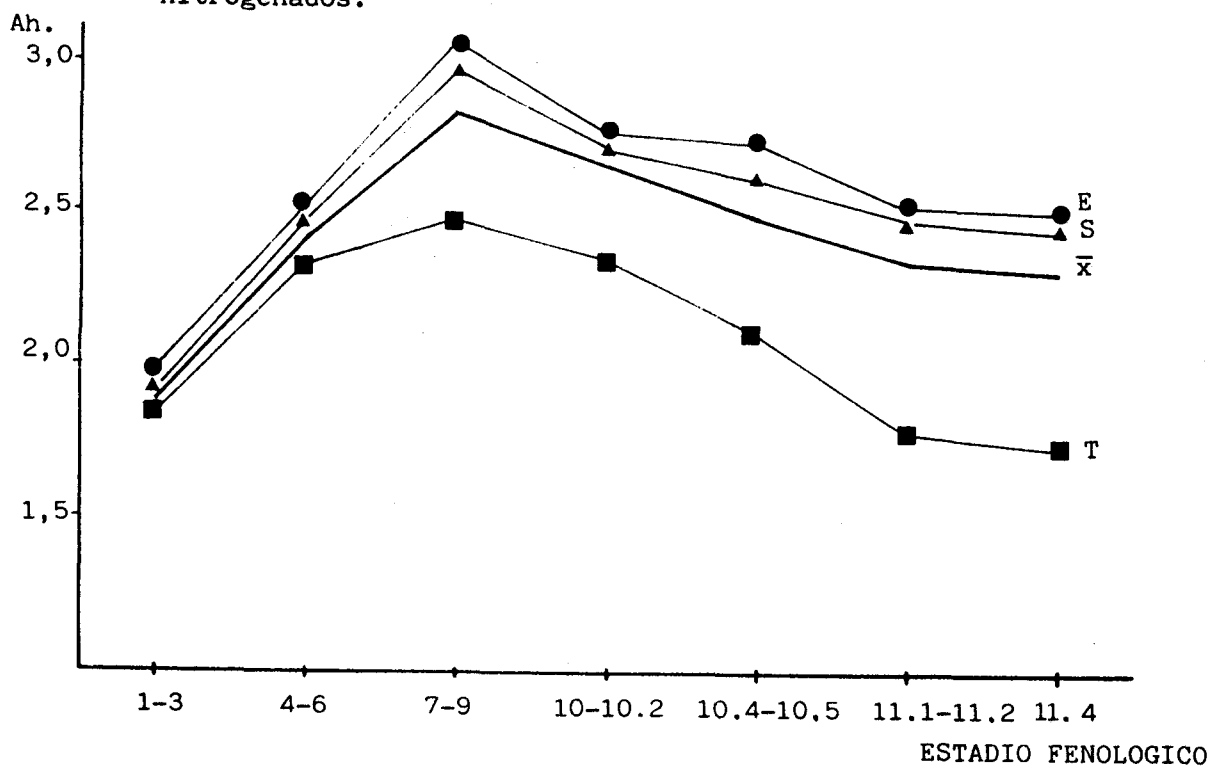
Las aplicaciones de azufre y ethrel (Gráfica 23) produjeron respuestas muy semejantes en el número medio de ahijamientos, siendo estos significativamente superiores a los del testigo a partir de los estadios 7-9.

Tabla 118.- Ensayo-1984. Evolución del número medio de tallos hijos por planta a lo largo del desarrollo del cultivo en función de los tratamientos individuales de N, S y E.

TRAT	ESTADIOS FENOLOGICOS									
	1-3	4-6	7-9	10-10.3		10.4-10.5		11.1-11.2		11.4
	Ah.	Ah.	Ah.	Ah.	Ah.E	Ah.	Ah.E	Ah.	Ah.E	Ah.E
T										
N ₁	1,55	1,75	2,10	1,92	0,75	1,75	1,30	1,70	1,70	1,60
N ₂	1,55	2,05	2,25	2,00	1,00	1,70	1,00	1,50	1,50	1,50
N ₃	1,55	2,15	2,00	1,92	0,60	1,80	1,30	1,50	1,50	1,60
N ₄	2,25	2,75	2,60	2,50	0,85	2,25	2,00	2,10	2,10	2,00
N ₅	2,35	2,60	3,00	2,92	1,15	2,70	2,20	2,75	2,75	2,60
N ₆	2,15	2,85	3,00	3,00	1,30	2,75	2,50	2,75	2,75	2,75
S										
N ₁	1,35	1,95	2,40	2,25	0,65	2,10	1,40	1,85	1,85	1,80
N ₂	2,00	2,35	2,50	2,17	1,30	2,15	1,75	1,95	1,95	1,70
N ₃	1,85	2,65	2,50	2,42	0,85	2,35	1,75	2,20	2,20	2,25
N ₄	2,40	2,65	3,10	2,75	1,00	2,70	2,10	2,70	2,70	2,40
N ₅	1,80	2,80	3,70	3,50	1,25	3,15	2,00	3,15	3,15	3,40
N ₆	2,25	2,75	3,70	3,42	1,30	3,30	2,15	3,20	3,20	3,35
E										
N ₁	1,65	2,15	2,60	2,33	0,40	2,35	1,60	2,30	2,30	2,15
N ₂	2,05	1,85	2,40	2,17	1,01	2,00	0,90	1,75	1,75	1,75
N ₃	1,60	2,55	2,60	2,50	0,65	2,50	1,75	2,05	2,05	2,25
N ₄	1,85	2,35	3,25	2,92	0,85	2,90	2,25	2,40	2,40	2,60
N ₅	1,65	3,15	3,85	3,25	2,25	3,35	2,25	3,25	3,25	3,20
N ₆	2,35	2,95	3,75	3,33	1,10	3,40	2,30	3,25	3,25	3,25
\bar{x}	1,90	2,46	2,85	2,63	1,01	2,51	1,81	2,35	2,35	2,34
s	0,33	0,40	0,61	0,53	0,41	0,55	0,47	0,61	0,61	0,64



Gráfica 22.- Ensayo-1984. Evolución del número medio de ahijamientos por planta durante el desarrollo del cultivo en función de los tratamientos nitrogenados.



Gráfica 23.- Ensayo-1984. Evolución del número medio de ahijamientos por planta durante el desarrollo del cultivo en función de los tratamientos de azufre y ethrel.

4.3.3.2.- Supervivencia de los tallos hijos.

Los valores del número total y medio de tallos hijos por planta y número y porcentaje de ahijamientos con longitud superior a la tercera parte del tallo principal en la antesis, así como la media y porcentaje de supervivencia de ahijamientos final para los 18 tratamientos individuales y para los efectos principales N, S y E, se recogen respectivamente en las Tablas 119 y 120.

Tabla 119.- Ensayo-1984. Supervivencia de los tallos hijos a partir de la antesis (estadios 10-10.3) en función de los tratamientos individuales de N, S y E.

TRAT	ANTESIS				COSECHA		
	\bar{x} Ah.	Nº Ah.	Nº Ah > 1/3	% Ah > 1/3	\bar{x} Ah. E	% Superv.	
<u>T</u> N ₁	1,92	23	19	82,61	1,60	83,33	
	N ₂	2,00	24	17	70,83	1,50	75,00
	N ₃	1,92	23	19	82,61	1,60	83,33
	N ₄	2,50	30	25	83,33	2,00	80,00
	N ₅	2,92	35	31	88,57	2,60	89,04
	N ₆	3,00	36	32	88,89	2,75	91,67
<u>S</u> N ₁	2,25	27	22	81,48	1,80	80,00	
	N ₂	2,17	26	20	76,92	1,70	78,34
	N ₃	2,42	29	26	89,65	2,25	92,98
	N ₄	2,75	33	29	87,88	2,40	87,27
	N ₅	3,50	42	40	95,24	3,40	97,14
	N ₆	3,42	41	41	97,56	3,35	97,95
<u>E</u> N ₁	2,33	28	26	92,86	2,15	92,27	
	N ₂	2,17	26	21	80,77	1,75	80,65
	N ₃	2,50	30	27	90,00	2,25	90,00
	N ₄	2,92	35	31	88,57	2,60	89,04
	N ₅	3,25	39	38	97,44	3,20	98,46
	N ₆	3,33	40	39	97,50	3,25	97,60

Coefficiente de correlación % Ah. > 1/3 - % Superv.:

$$r = 0,9726 \quad ***$$

$$n = 18$$

Se vuelve a comprobar (Tabla 119) la estrecha relación existente entre el porcentaje de ahijamientos que en la antesis presentan una longitud superior a la tercera parte de la del tallo principal y el porcentaje de supervivencia final ($r= 0,9726$; $P<0,001$). Por tanto, la existencia de una longitud mínima en los tallos hijos en la antesis es imprescindible para la producción de espiga.

Los tratamientos nitrogenados influyen sobre la supervivencia final de espigas en forma apreciable (Tabla 120). Pudiéndose destacar que los más efectivos son N_6 y N_5 con porcentajes de supervivencia del 91,67 y 89,04 respectivamente.

Las aplicaciones de azufre y ethrel actúan de manera muy semejante, con porcentajes de supervivencia del 90,18 y 92,00, respectivamente, ambos superiores al obtenido por el testigo, 84,45% (Tabla 120).

Tabla 120.- Ensayo-1984. Supervivencia de los tallos hijos a partir de la antesis (estadíos 10-10.3) en función de los efectos principales N y ES.

TRAT	ANTESIS				COSECHA	
	\bar{x} Ah.	Nº Ah.	Nº Ah>1/3	% Ah>1/3	\bar{x} Ah.E	% Superv.
N_1	1,92	23	19	82,61	1,60	83,33
N_2	2,00	24	17	70,83	1,50	75,00
N_3	1,92	23	19	82,61	1,60	83,33
N_4	2,50	30	25	83,33	2,00	80,00
N_5	2,92	35	31	88,57	2,60	89,04
N_6	3,00	36	32	88,89	2,75	91,67
T	2,38	171	143	83,62	2,01	84,45
S	2,75	198	178	89,90	2,48	90,18
E	2,75	198	182	91,91	2,53	92,00

4.3.4.- Resumen general de los tres años de estudio.

1) Durante los tres años ensayados, el modelo de ahijamiento fué muy similar al ya descrito para los cereales atemperados de Europa. En el inicio del desarrollo, el número de tallos hijos aumenta progresivamente en función de los tratamientos de sementera, hasta un máximo situado entre el final del ahijado y encañado, disminuyendo posteriormente hasta la antesis. Es a partir de esta etapa cuando se observan principalmente los efectos de los tratamientos de cobertera temprana sobre la formación final de espiga.

2) La estrecha correlación existente, durante los tres años, entre el porcentaje de hijos con longitud superior a la tercera parte de la del tallo principal en antesis y el porcentaje final de supervivencia, pone de manifiesto la existencia de una longitud mínima de los ahijamientos en la antesis, por debajo de la cual no darán lugar a espiga.

3) La capacidad de formación de espigas por los tallos hijos está íntimamente relacionada con las aplicaciones de nitrógeno, azufre y ethrel. En general, el suministro de fertilización nitrogenada en sementera incrementó el número inicial de hijos por planta, mientras que nitrógeno, azufre y ethrel en cobertera temprana aumentó la supervivencia final, esto es, el número de ahijamientos con espiga en la cosecha.

4.4.- Evolución de los índices de crecimiento durante los períodos vegetativo y de maduración en función de los tratamientos y su influencia sobre la producción final de grano.

Los tres parámetros determinantes de la cosecha de cebada son fijados en distintas etapas del desarrollo del cultivo. El número de espigas, primero de los componentes de la cosecha, queda establecido durante el período vegetativo o fase de preantesis; mientras que los dos restantes parámetros, número de granos por espiga y peso de los granos se deciden durante el período de post-antesis.

El objeto del presente apartado consiste en:

a) Analizar la influencia de los tratamientos sobre los períodos de pre- y post-antesis durante los tres años ensayados. Para lo cual se usan los índices de crecimiento representativos de cada una de las fases indicadas: peso seco del cultivo o biomasa (CDW , g/m^2), índice de área foliar (LAI , m^2/m^2) y la inversa del área foliar - ($1/LAR$, g/m^2) para el período de pre-antesis; y duración del área foliar - (LAD , semanas) y proporción grano: hoja (G , g/m^2 . semana) para el de post-ante sis. El efecto de los tratamientos sobre dichos índices se estudia mediante análisis de varianza en los principales estadíos de crecimiento, comparando la variabilidad estadística resultante con la ya obtenida para las cosechas grano y planta y número de espigas por planta.

b) Estudiar, mediante correlaciones lineales, la dependencia de las cosechas grano y planta de los índices de crecimiento de los dos períodos mencionados.

Los valores de los índices de crecimiento, por tratamiento y repetición, a lo largo del desarrollo del cultivo en los tres años ensayados se recogen en las Tablas 121 a 134.

Tabla 121.- Ensayo-1982. Valores de CDW (g/m^2), LAI (m^2/m^2) y 1/LAR (g/m^2) por tratamiento y repetición durante el período vegetativo. Estadío fenológico: 3-4.

<u>TRAT</u>	<u>RP</u>	<u>CDW</u>	<u>LAI</u>	<u>1/LAR</u>
NS ₁ NA ₀ S ₁	I	22,1	0,46	48,0
	II	25,8	0,50	51,6
NA ₁ S ₁	I	36,0	0,65	55,4
	II	33,0	0,51	64,7
NA ₂ S ₁	I	23,1	0,48	48,2
	II	29,6	0,51	58,0
NA ₀ S ₂	I	23,9	0,44	54,3
	II	32,9	0,63	52,2
NA ₁ S ₂	I	29,0	0,55	52,7
	II	34,5	0,62	55,6
NA ₂ S ₂	I	46,5	0,88	52,8
	II	29,0	0,63	46,0
NA ₀ S ₀	I	39,1	0,73	53,6
	II	32,6	0,61	53,4
NA ₁ S ₀	I	24,7	0,47	52,6
	II	38,1	0,78	48,8
NA ₂ S ₀	I	43,2	0,76	56,8
	II	41,4	0,86	48,1
NS ₂ NA ₀ S ₁	I	25,1	0,48	52,3
	II	24,5	0,43	57,0
NA ₁ S ₁	I	32,7	0,67	48,8
	II	17,2	0,40	43,0
NA ₂ S ₁	I	28,8	0,61	47,2
	II	42,1	0,80	52,6
NA ₀ S ₂	I	35,0	0,51	68,6
	II	16,3	0,30	54,3
NA ₁ S ₂	I	33,6	0,61	55,1
	II	24,5	0,40	61,3
NA ₂ S ₂	I	33,4	0,62	53,9
	II	38,9	0,69	56,4
NA ₀ S ₀	I	33,1	0,49	67,6
	II	22,7	0,47	48,3
NA ₁ S ₀	I	25,5	0,52	49,0
	II	32,6	0,63	51,7
NA ₂ S ₀	I	39,8	0,62	64,2
	II	24,8	0,47	52,8

Tabla 122.- Ensayo-1982. Valores de CDW (g/m^2), LAI (m^2/m^2) y 1/LAR (g/m^2) por tratamiento y repetición durante el período vegetativo. Estado fenológico: 8-9.

TRAT		RP	CDW	LAI	1/LAR
NS ₁	NA ₀ S ₁	I	209,6	1,73	121,2
		II	219,6	2,23	98,5
	NA ₁ S ₁	I	278,3	2,02	137,8
		II	218,0	2,10	103,8
	NA ₂ S ₁	I	156,2	1,40	111,6
		II	225,0	1,82	123,6
	NA ₀ S ₂	I	218,3	1,07	204,0
		II	272,3	1,92	141,8
	NA ₁ S ₂	I	194,7	1,68	115,9
		II	237,9	1,99	119,5
	NA ₂ S ₂	I	479,4	3,34	143,5
		II	151,2	1,47	102,9
	NA ₀ S ₀	I	207,2	2,02	102,6
		II	213,6	2,70	79,1
	NA ₁ S ₀	I	145,1	1,45	100,1
		II	239,4	2,03	117,9
	NA ₂ S ₀	I	298,1	1,89	157,7
		II	210,6	1,95	108,0
NS ₂	NA ₀ S ₁	I	260,4	2,61	99,8
		II	220,7	2,03	108,7
	NA ₁ S ₁	I	214,7	1,95	110,1
		II	173,2	1,77	97,9
	NA ₂ S ₁	I	160,0	1,21	132,2
		II	228,2	2,36	96,7
	NA ₀ S ₂	I	166,1	1,45	114,6
		II	297,4	2,46	120,9
	NA ₁ S ₂	I	233,5	2,07	112,8
		II	141,6	1,69	83,8
	NA ₂ S ₂	I	270,2	1,73	156,2
		II	229,4	2,61	87,9
	NA ₀ S ₀	I	234,2	1,63	143,7
		II	173,6	1,73	100,3
	NA ₁ S ₀	I	289,8	2,10	138,0
		II	258,0	1,63	158,3
	NA ₂ S ₀	I	195,8	1,91	102,5
		II	192,8	1,59	121,3

Tabla 123.- Ensayo-1982. Valores de CDW (g/m^2), LAI (m^2/m^2) y 1/LAR (g/m^2) por tratamiento y repetición durante el período vegetativo. Estado fenológico: 10-10.1 (Antesis).

TRAT		RP	CDW	LAI	1/LAR
NS ₁	NA ₀ S ₁	I	232,2	1,18	196,8
		II	378,4	1,54	245,7
	NA ₁ S ₁	I	523,6	1,75	299,2
		II	457,3	1,53	298,9
	NA ₂ S ₁	I	448,2	1,68	266,8
		II	572,0	1,73	330,6
	NA ₀ S ₂	I	314,1	1,09	228,2
		II	340,3	1,36	250,2
	NA ₁ S ₂	I	576,6	1,78	323,9
		II	427,7	1,60	267,3
	NA ₂ S ₂	I	713,7	2,14	333,5
		II	349,2	1,26	277,1
	NA ₀ S ₀	I	231,3	0,90	257,0
		II	357,5	1,32	270,8
	NA ₁ S ₀	I	413,1	1,60	258,2
		II	395,1	1,54	256,6
	NA ₂ S ₀	I	591,6	1,92	308,3
		II	448,1	1,34	334,4
NS ₂	NA ₀ S ₁	I	257,5	1,62	159,0
		II	276,5	1,77	156,2
	NA ₁ S ₁	I	535,7	2,04	262,6
		II	446,0	2,05	217,6
	NA ₂ S ₁	I	450,3	1,38	326,3
		II	467,5	2,12	220,5
	NA ₀ S ₂	I	313,5	1,46	217,4
		II	285,3	1,18	241,8
	NA ₁ S ₂	I	266,4	1,05	253,7
		II	654,1	2,31	283,2
	NA ₂ S ₂	I	303,4	1,43	212,2
		II	608,8	2,33	261,3
	NA ₀ S ₀	I	269,9	1,26	214,2
		II	242,0	1,19	203,4
	NA ₁ S ₀	I	424,7	1,71	248,2
		II	280,0	1,09	256,9
	NA ₂ S ₀	I	558,1	1,67	334,2
		II	391,8	1,23	318,5

Tabla 124.- Ensayo-1982. Valores de LAD (semanas) y G ($\text{g/m}^2 \cdot \text{semana}$) por tratamiento y repetición durante el período de maduración. Estadío fenológico: 10-10.1 a 11.1-11.2.

TRAT		RP	LAD	G
NS ₁	NA ₀ S ₁	I	2,18	68,1
		II	3,51	55,6
	NA ₁ S ₁	I	4,01	43,0
		II	3,89	51,1
	NA ₂ S ₁	I	3,63	38,8
		II	3,84	50,8
	NA ₀ S ₂	I	1,88	93,9
		II	2,48	67,9
	NA ₁ S ₂	I	3,75	43,7
		II	2,55	76,5
	NA ₂ S ₂	I	3,68	69,6
		II	2,18	81,7
	NA ₀ S ₀	I	2,07	101,2
		II	2,79	50,7
	NA ₁ S ₀	I	3,15	63,3
		II	2,63	66,7
	NA ₂ S ₀	I	3,17	94,6
		II	2,06	104,6
NS ₂	NA ₀ S ₁	I	3,71	51,6
		II	3,56	44,2
	NA ₁ S ₁	I	4,41	36,3
		II	4,19	48,2
	NA ₂ S ₁	I	3,35	49,6
		II	4,73	45,6
	NA ₀ S ₂	I	3,26	18,3
		II	2,37	51,7
	NA ₁ S ₂	I	2,66	75,8
		II	4,28	36,0
	NA ₂ S ₂	I	3,56	57,9
		II	6,03	41,5
	NA ₀ S ₀	I	2,03	101,0
		II	2,51	81,1
	NA ₁ S ₀	I	3,45	63,9
		II	2,19	49,1
	NA ₂ S ₀	I	3,09	66,5
		II	2,60	63,8

Tabla 125.- Ensayo-1983. Valores de CDW (g/m^2), LAI (m^2/m^2) y 1/LAR (g/m^2)
por tratamiento y repetición durante el período vegetativo.
Estadío fenológico: 3-4.

<u>TRAT</u>	<u>RP</u>	<u>CDW</u>	<u>LAI</u>	<u>1/LAR</u>
TN ₁	I	89,6	1,51	59,4
	II	72,8	1,24	58,7
	III	65,8	1,12	58,8
	IV	42,0	0,82	51,2
TN ₂	I	68,0	1,09	62,4
	II	57,1	1,02	56,0
	III	88,4	1,39	63,6
	IV	61,2	0,95	64,4
TN ₃	I	38,3	0,73	52,5
	II	45,4	0,79	57,5
	III	76,7	1,34	57,3
	IV	83,8	1,49	56,3
SN ₁	I	78,7	1,35	58,3
	II	77,3	1,31	59,0
	III	77,3	1,37	56,4
	IV	34,5	0,62	55,7
SN ₂	I	76,2	1,27	60,0
	II	72,1	1,25	57,7
	III	44,9	0,75	59,9
	IV	71,5	1,26	56,8
SN ₃	I	53,8	0,99	54,4
	II	66,2	1,04	63,7
	III	60,7	1,09	55,7
	IV	70,4	1,28	55,0
EN ₁	I	72,1	1,07	67,4
	II	66,6	0,95	70,1
	III	84,3	1,23	68,5
	IV	54,4	0,83	65,6
EN ₂	I	59,3	1,04	57,0
	II	81,4	1,26	64,6
	III	58,0	1,01	57,4
	IV	66,2	1,10	60,2
EN ₃	I	79,1	1,35	58,6
	II	71,0	1,18	60,2
	III	80,4	1,04	77,3
	IV	59,0	1,07	55,2

Tabla 126.- Ensayo-1983. Valores de CDW (g/m^2), LAI (m^2/m^2) y $1/\text{LAR}$ (g/m^2) por tratamiento y repetición durante el período vegetativo. Estadio fenológico: 5-6.

<u>TRAT</u>	<u>RP</u>	<u>CDW</u>	<u>LAI</u>	<u>1/LAR</u>
TN ₁	I	141,1	1,66	85,0
	II	121,0	1,32	91,7
	III	143,4	1,74	82,4
	IV	129,9	1,57	82,8
TN ₂	I	138,9	1,86	74,7
	II	126,6	1,50	84,4
	III	210,6	2,15	98,0
	IV	94,1	1,24	75,9
TN ₃	I	129,0	1,69	76,3
	II	173,6	2,11	82,3
	III	127,7	1,76	72,6
	IV	133,9	2,23	60,1
SN ₁	I	148,5	1,76	84,4
	II	117,2	1,39	84,3
	III	120,6	1,46	82,6
	IV	112,5	1,33	84,6
SN ₂	I	145,2	1,89	76,8
	II	144,0	1,36	105,9
	III	139,2	1,81	76,5
	IV	152,4	2,02	75,5
SN ₃	I	187,7	2,35	79,9
	II	129,8	1,61	80,6
	III	144,9	1,75	82,8
	IV	187,7	2,37	79,2
EN ₁	I	148,5	1,71	86,9
	II	142,7	1,49	95,8
	III	126,4	1,38	91,6
	IV	150,8	1,75	86,2
EN ₂	I	125,2	1,68	74,5
	II	168,6	2,04	82,8
	III	114,1	1,42	80,4
	IV	148,8	1,70	87,5
EN ₃	I	179,4	1,25	143,5
	II	155,8	1,84	84,7
	III	192,3	2,22	86,6
	IV	166,4	1,84	90,4

Tabla 127.- Ensayo-1983. Valores de CDW (g/m^2), LAI (m^2/m^2) y $1/\text{LAR}$ (g/m^2) por tratamiento y repetición durante el período vegetativo. Estado fenológico: 8-9.

<u>TRAT</u>	<u>RP</u>	<u>CDW</u>	<u>LAI</u>	<u>1/LAR</u>
TN ₁	I	125,4	1,07	117,2
	II	167,9	1,68	100,0
	III	151,5	1,35	112,2
	IV	183,1	1,32	138,7
TN ₂	I	206,3	1,30	158,7
	II	256,0	1,79	143,0
	III	247,3	1,52	162,7
	IV	185,8	1,29	144,0
TN ₃	I	278,0	2,01	190,9
	II	267,1	1,83	196,0
	III	310,7	1,59	182,3
	IV	296,5	1,97	208,2
SN ₁	I	200,1	1,66	120,6
	II	222,6	1,51	147,4
	III	187,3	1,51	124,1
	IV	199,0	1,54	129,2
SN ₂	I	216,9	1,79	121,2
	II	227,4	1,90	119,7
	III	214,6	1,79	119,9
	IV	215,8	1,68	128,5
SN ₃	I	242,8	1,84	132,0
	II	321,5	2,06	156,1
	III	358,0	2,23	160,6
	IV	323,8	2,11	153,5
EN ₁	I	298,5	2,14	139,5
	II	187,3	1,26	148,7
	III	221,5	1,29	171,7
	IV	219,4	1,39	157,9
EN ₂	I	232,6	1,84	126,4
	II	217,7	1,16	187,7
	III	226,9	1,86	122,0
	IV	216,6	1,52	142,5
EN ₃	I	325,2	1,89	172,1
	II	371,9	2,19	169,8
	III	287,5	1,76	163,4
	IV	268,6	1,78	150,9

Tabla 128.- Ensayo-1983. Valores de CDW (g/m^2), LAI (m^2/m^2) y $1/LAR$ (g/m^2) por tratamiento y repetición durante el período vegetativo. Estado fenológico: 10-10.1 (Antesis).

<u>TRAT</u>	<u>RP</u>	<u>CDW</u>	<u>LAI</u>	<u>1/LAR</u>
TN ₁	I	111,9	0,71	157,6
	II	144,5	0,75	192,7
	III	186,1	0,71	262,1
	IV	148,5	0,80	185,6
TN ₂	I	236,6	0,91	260,0
	II	193,8	0,90	215,3
	III	218,5	0,74	295,3
	IV	213,8	0,89	240,2
TN ₃	I	196,9	1,03	191,2
	II	232,6	1,02	228,0
	III	242,8	1,14	213,0
	IV	329,5	1,06	310,8
SN ₁	I	179,2	0,86	208,4
	II	280,2	1,10	254,7
	III	333,6	1,24	269,0
	IV	192,1	1,10	174,6
SN ₂	I	267,2	1,09	245,1
	II	244,8	1,20	204,0
	III	264,2	1,21	218,3
	IV	230,5	1,08	213,4
SN ₃	I	342,2	1,42	241,0
	II	406,6	1,35	301,2
	III	385,8	1,38	279,6
	IV	327,6	1,09	300,6
EN ₁	I	232,3	0,97	239,5
	II	266,6	1,15	231,8
	III	274,2	0,96	285,6
	IV	224,2	1,10	203,8
EN ₂	I	256,5	1,01	254,0
	II	247,5	1,12	221,0
	III	248,5	1,13	219,9
	IV	244,4	1,05	232,8
EN ₃	I	404,8	1,34	302,1
	II	351,2	1,35	260,1
	III	315,2	1,33	237,0
	IV	352,3	1,32	267,0

Tabla 129.- Ensayo-1983. Valores de LAD (semanas) y G (g/m^2 . semana) por -
tratamiento y repetición durante el período de maduración
Estadío fenológico: 10-10.1 a 11.2.

<u>TRAT</u>	<u>RP</u>	<u>LAD</u>	<u>G</u>
TN ₁	I	1,80	38,9
	II	2,00	40,0
	III	1,82	54,9
	IV	2,12	37,7
TN ₂	I	2,66	41,4
	II	2,38	33,6
	III	1,80	55,6
	IV	2,34	38,5
TN ₃	I	2,74	40,1
	II	2,48	44,4
	III	3,04	46,1
	IV	2,80	53,6
SN ₁	I	2,28	39,5
	II	2,92	47,9
	III	3,28	45,7
	IV	2,92	44,5
SN ₂	I	2,54	47,2
	II	2,88	34,7
	III	2,92	37,6
	IV	2,44	36,9
SN ₃	I	3,48	43,1
	II	3,22	55,9
	III	3,36	50,6
	IV	2,54	59,1
EN ₁	I	2,22	49,5
	II	2,88	48,6
	III	2,16	69,4
	IV	2,56	39,0
EN ₂	I	2,26	53,1
	II	2,56	43,0
	III	2,74	43,8
	IV	2,38	37,8
EN ₃	I	2,96	57,4
	II	3,16	50,6
	III	2,92	54,8
	IV	2,84	60,0

Tabla 130.- Ensayo-1984. Valores de CDW (g/m^2), LAI (m^2/m^2) y 1/LAR (g/m^2) por tratamiento y repetición durante el período vegetativo. Estado fenológico: 1-3.

TRAT	RP	CDW	LAI	1/LAR	
T	N ₁	I	15,7	0,31	50,6
		II	13,2	0,30	44,0
	N ₂	I	17,6	0,33	53,3
		II	14,2	0,31	45,8
	N ₃	I	21,6	0,34	63,5
		II	11,1	0,27	41,1
	N ₄	I	20,0	0,33	60,6
		II	18,2	0,40	45,5
	N ₅	I	18,2	0,37	49,2
		II	20,7	0,40	51,8
	N ₆	I	19,2	0,37	51,9
		II	18,2	0,38	47,9
S	N ₁	I	14,4	0,28	51,4
		II	14,4	0,31	46,5
	N ₂	I	18,8	0,40	47,0
		II	14,4	0,31	46,5
	N ₃	I	14,0	0,32	43,8
		II	16,7	0,35	47,7
	N ₄	I	12,1	0,28	43,2
		II	32,0	0,42	79,2
	N ₅	I	13,4	0,31	43,2
		II	22,1	0,43	51,4
	N ₆	I	18,0	0,36	50,0
		II	16,8	0,37	45,4
E	N ₁	I	15,4	0,28	55,0
		II	13,6	0,33	41,2
	N ₂	I	16,5	0,34	48,5
		II	15,0	0,34	44,1
	N ₃	I	11,8	0,29	40,7
		II	18,2	0,37	49,2
	N ₄	I	15,2	0,34	44,7
		II	21,3	0,32	66,6
	N ₅	I	21,0	0,30	70,0
		II	16,8	0,36	46,7
	N ₆	I	23,9	0,37	64,6
		II	15,6	0,32	48,8

Tabla 131.- Ensayo-1984. Valores de CDW (g/m^2), LAI (m^2/m^2) y 1/LAR (g/m^2) por tratamiento y repetición durante el período vegetativo. Estado fenológico: 4-6.

<u>TRAT</u>	<u>RP</u>	<u>CDW</u>	<u>LAI</u>	<u>1/LAR</u>	
T	N ₁	I	28,5	0,41	69,5
		II	26,1	0,50	52,2
	N ₂	I	28,7	0,43	66,7
		II	26,0	0,43	60,5
	N ₃	I	30,8	0,53	58,1
		II	30,0	0,58	51,7
	N ₄	I	35,1	0,58	60,5
		II	45,0	0,77	58,4
	N ₅	I	31,9	0,60	53,2
		II	39,5	0,69	57,2
	N ₆	I	45,1	0,69	65,4
		II	47,3	0,79	59,9
S	N ₁	I	35,2	0,50	70,4
		II	32,5	0,50	65,0
	N ₂	I	30,2	0,51	59,2
		II	31,2	0,51	61,2
	N ₃	I	36,0	0,54	66,7
		II	33,0	0,54	61,1
	N ₄	I	44,4	0,63	70,5
		II	37,4	0,58	64,5
	N ₅	I	31,2	0,49	63,7
		II	39,9	0,62	64,4
	N ₆	I	35,7	0,55	64,9
		II	40,6	0,53	76,6
E	N ₁	I	29,9	0,47	63,6
		II	30,0	0,57	52,6
	N ₂	I	28,0	0,53	52,8
		II	29,0	0,53	54,7
	N ₃	I	35,2	0,56	62,9
		II	27,3	0,52	52,5
	N ₄	I	42,0	0,60	70,0
		II	32,2	0,50	64,4
	N ₅	I	33,0	0,53	62,3
		II	39,3	0,68	57,8
	N ₆	I	44,0	0,60	73,3
		II	44,4	0,72	61,7

Tabla 132.- Ensayo-1984. Valores de CDW (g/m^2), LAI (m^2/m^2) y 1/LAR (g/m^2) por tratamiento y repetición durante el período vegetativo. Estado fenológico: 7-9.

<u>TRAT</u>	<u>RP</u>	<u>CDW</u>	<u>LAI</u>	<u>1/LAR</u>	
T	N ₁	I	51,6	0,65	79,4
		II	50,4	0,91	55,4
	N ₂	I	39,6	0,55	72,0
		II	61,6	0,92	66,9
	N ₃	I	60,3	0,84	71,8
		II	44,4	0,65	63,3
	N ₄	I	75,0	0,88	85,2
		II	63,7	0,80	79,6
	N ₅	I	80,0	0,95	85,1
		II	83,3	0,97	85,9
	N ₆	I	100,6	0,90	111,8
		II	85,9	0,95	90,4
S	N ₁	I	60,2	0,66	91,2
		II	55,0	0,71	77,5
	N ₂	I	60,0	0,89	67,4
		II	74,8	0,82	91,2
	N ₃	I	93,7	1,15	81,5
		II	77,5	0,85	91,2
	N ₄	I	81,7	0,96	85,1
		II	78,0	0,95	82,1
	N ₅	I	107,9	1,55	69,6
		II	98,0	1,16	84,5
	N ₆	I	93,2	0,93	100,2
		II	92,5	0,89	103,9
E	N ₁	I	57,2	0,85	67,3
		II	73,0	1,12	65,2
	N ₂	I	72,1	0,71	101,5
		II	82,0	0,67	122,4
	N ₃	I	56,7	0,70	81,0
		II	89,3	1,10	81,2
	N ₄	I	85,8	1,04	82,5
		II	115,7	1,67	69,3
	N ₅	I	81,6	1,00	81,6
		II	104,4	1,56	66,9
	N ₆	I	123,6	1,47	84,1
		II	68,8	0,92	74,8

Tabla 133.- Ensayo-1984. Valores de CDW (g/m^2), LAI (m^2/m^2) y $1/\text{LAR}$ (g/m^2) por tratamiento y repetición durante el período vegetativo. Estado fenológico: 10-10.2 (Antesis).

TRAT	RP	CDW	LAI	1/LAR	
T	N ₁	I	68,9	0,31	222,3
		II	63,2	0,20	316,0
	N ₂	I	67,6	0,33	204,8
		II	76,3	0,30	254,3
	N ₃	I	81,7	0,41	199,3
		II	87,4	0,57	153,3
	N ₄	I	125,8	0,57	220,7
		II	105,7	0,65	162,6
	N ₅	I	146,0	0,73	200,0
		II	150,0	0,64	234,4
	N ₆	I	129,3	0,81	159,6
		II	140,1	0,81	172,9
S	N ₁	I	109,9	0,87	126,3
		II	87,2	0,47	185,5
	N ₂	I	102,5	0,57	179,8
		II	92,1	0,37	248,9
	N ₃	I	98,6	0,47	209,8
		II	98,0	0,66	148,5
	N ₄	I	138,3	0,85	162,7
		II	101,0	0,51	198,0
	N ₅	I	199,9	0,69	289,7
		II	166,6	0,87	191,5
	N ₆	I	174,4	0,81	215,3
		II	158,4	0,92	172,2
E	N ₁	I	106,0	0,69	153,6
		II	82,6	0,31	266,5
	N ₂	I	106,0	0,48	220,8
		II	71,4	0,37	193,0
	N ₃	I	116,2	0,57	203,9
		II	74,5	0,46	162,0
	N ₄	I	133,4	0,78	171,0
		II	135,6	0,61	222,3
	N ₅	I	160,2	0,82	195,4
		II	173,6	0,82	211,7
	N ₆	I	170,2	1,00	170,2
		II	138,8	0,73	190,1

Tabla 134.- Ensayo-1984. Valores de LAD (semana) y G (g/m^2 . semana) por tratamiento durante el período de maduración. Estadío fenológico: 10-10.2 a 11.2.

TRAT	RP	LAD	G	
T	N ₁	I	0,70	61,4
		II	0,50	88,0
	N ₂	I	0,70	65,7
		II	0,68	54,4
	N ₃	I	0,83	55,4
		II	1,20	36,7
	N ₄	I	1,26	47,6
		II	1,33	43,6
	N ₅	I	1,59	45,3
		II	1,28	53,1
	N ₆	I	1,67	42,5
		II	1,83	40,4
S	N ₁	I	1,72	30,8
		II	1,09	47,7
	N ₂	I	1,15	47,0
		II	0,93	55,9
	N ₃	I	1,04	59,6
		II	1,54	44,2
	N ₄	I	1,96	32,1
		II	1,26	54,8
	N ₅	I	1,55	52,3
		II	1,83	42,1
	N ₆	I	1,78	44,4
		II	2,07	39,1
E	N ₁	I	1,42	38,7
		II	0,69	97,1
	N ₂	I	0,96	51,0
		II	0,81	77,8
	N ₃	I	1,20	52,5
		II	0,94	58,5
	N ₄	I	1,59	40,9
		II	1,26	52,4
	N ₅	I	1,65	47,9
		II	1,72	45,9
	N ₆	I	2,11	38,4
		II	1,48	52,7

4.4.1.- Ensayo-1982.

En la Tabla 135 se expone el resumen de los análisis de varianza (valores de F calculada) para los índices de crecimiento por muestreo en función de los tratamientos, así como los de cosechas grano y planta y número de espigas por planta.

Tabla 135.- Ensayo-1982. Resumen del análisis de varianza de los índices de crecimiento por muestreo, cosecha grano, cosecha planta y número de espigas por planta en función de los tratamientos NS, NA y S.

FV	GL	VALORES DE FC									
		ESTADIO FENOLOGICO									
		3-4	8-9 ⁺	ANTESIS			MADUREZ		RECOLECCION		
NS ₁		CDW	CDW	CDW	LAI	1/LAR	LAD	G	Y	Y/pl	NE/pl
TRAT	8	1,5	0,4	1,4	1,1	2,6	1,2	1,9	1,1	7,4	4,9
										***	**
NA	2	1,3	0,3	5,2	4,1	7,9	2,2	1,6	1,8	24,6	15,8
				**	*	**				***	***
S	2	2,3	0,4	0,3	0,3	0,1	2,6	1,3	1,0	4,5	3,7
										**	*
SNA	4	1,3	0,4	0,1	0,1	1,2	0,5	0,9	0,9	0,4	0,2
NS ₂											
TRAT	8	0,3	0,8	1,0	1,9	2,0	1,6	2,4	1,7	1,5	2,7
											*
NA	2	1,0	0,1	3,4	3,4	4,7	1,8	0,3	1,9	4,5	8,7
				*	*	*				**	***
S	2	0,1	0,2	0,2	3,6	1,0	3,7	1,3	0,4	0,9	0,9
					*		*				
SNA	4	0,1	1,5	0,2	0,3	1,0	0,6	1,9	2,3	0,3	0,7

*, ** y ***, significación al 0,05, 0,01 y 0,001, respectivamente. +, aplicación de NA y S en cobertera.

Del exámen de la Tabla 135 se deduce que a partir de los estadios 8-9 (época de aplicación de los tratamientos de cobertera) empieza a observarse cierta variabilidad estadística en el mismo sentido que la de las cosechas y número de espigas:

- En antesis CDW, LAI y 1/LAR del nivel NS₁ varían significativamente con los tratamientos NA. En el nivel NS₂, LAI presenta variabilidad estadística en función de S y NA, mientras que CDW y 1/LAR la tienen sólo con NA.

- Durante la madurez, exclusivamente LAD del nivel NS₂ varía en función de los tratamientos.

Como observamos, los índices más afectados por los tratamientos son CDW, LAI y 1/LAR. Para comprobar la dependencia relativa de CDW de sus componentes LAI y 1/LAR durante la pre-antesis se han realizado correlaciones lineales entre dichos índices en cada estadio fenológico, cuyos resultados se presentan en la Tabla 136. Se constata que, tanto para el nivel NS₁ como para NS₂, LAI es el componente con mayor influencia sobre CDW, como se desprende de sus correspondientes coeficientes de correlación simples.

Tabla 136.- Ensayo-1982. Dependencia de CDW de sus componentes LAI y 1/LAR durante el período vegetativo.

CORRELACION	ESTADIO FENOLOGICO		
	3-4	8-9	ANTESIS
<u>NS₁</u>			
r _{CDW-LAI}	0,8142***	0,7475***	0,9316***
r _{CDW-1 LAR}	0,1899	0,4138*	0,8392***
Nº datos	18	18	18
<u>NS₂</u>			
r _{CDW-LAI}	0,8755***	0,5897***	0,7920***
r _{CDW-1 LAR}	0,4927*	0,4806*	0,5903***
Nº datos	18	18	18

Por último, se estudia la dependencia de las cosechas grano y planta de los índices de crecimiento en la antesis y madurez (Tabla 137). Los resultados demuestran la estrecha correlación existente entre el peso seco del cultivo en la antesis (CDW) y la producción final de grano. Se comprueba, además, que LAD y G de la madurez influyen en bastante menor medida.

Tabla 137.- Ensayo-1982. Dependencia de las cosechas grano y planta de los índices de crecimiento en la antesis y en el período de maduración.

<u>ANTESIS</u>	<u>COSECHA GRANO</u>		<u>COSECHA PLANTA</u>	
	<u>r</u>	<u>Nº datos</u>	<u>r</u>	<u>Nº datos</u>
<u>NS₁</u>				
CDW	0,5185**	18	0,7084***	18
LAI	0,4300**	18	0,6411***	18
1/LAR	0,3795*	18	0,5047**	18
<u>NS₂</u>				
CDW	0,4610**	18	0,5473***	18
LAI	0,3237*	18	0,5729***	18
1/LAR	0,0019	18	0,2104	18
<u>MADUREZ</u>				
<u>NS₁</u>				
LAD	0,1086	18	0,4510**	18
G	0,3207	18	-0,0432	18
<u>NS₂</u>				
LAD	0,2870	18	0,4540**	18
G	0,2075	18	-0,3042	18

4.4.2.- Ensayo-1983.

El resumen de los análisis de varianza de CDW, LAI y 1/LAR hasta la antesis; LAD y G en la madurez; y cosecha grano, cosecha planta y número de espigas final, en función de los tratamientos se contempla en la Tabla 138.

Se puede observar que en los estadíos 5-6, CDW varía estadísticamente en función de los tratamientos de nitrógeno en sementera. Justamente en dichos estadíos se suministró el nitrógeno de cobertera, observándose su efecto sobre CDW 18 días después (estadíos 8-9) en que el índice de crecimiento varió de manera áltamente significativa en función del conjunto de tratamientos y del nitrógeno total. las aplicaciones de azufre y ethrel se efectuaron en estos estadíos 8-9, por lo que 14 días después (antesis) CDW y LAI presentaron variabilidad estadística en función de los tratamientos globales, de N y de SE, en forma paralela a las de las cosechas y número de espigas por planta.

Tabla 138.- Ensayo-1983. Resumen del análisis de varianza de los índices de crecimiento por muestreo, cosecha grano, cosecha planta y número de espigas por planta en función de los tratamientos de N, S y E.

		VALORES DE FC										
		ESTADIO FENOLOGICO										
FV	GL	3-4	5-6 ⁺	8-9 ⁺⁺	ANTESIS			MADUREZ		RECOLECCION		
		CDW	CDW	CDW	CDW	LAI	1/LAR	LAD	G	Y	Y/pl	NE/pl
TRAT	8	0,2	1,4	10,3	11,7	17,9	1,9	6,1	2,3	12,1	18,3	14,4
				***	***	***		***		***	***	***
N	2	0,1	3,2	35,0	26,2	32,1	3,7	11,8	5,1	14,7	33,6	27,0
			*	***	***	***	*	***	*	***	***	***
ES	2	0,2	0,7	3,1	17,6	38,4	0,7	10,8	3,0	30,8	33,6	26,4
					***	***		***		***	***	***
NES	4	0,2	0,8	1,4	1,5	0,5	1,6	1,0	0,6	1,4	3,0	2,0

*, **, ***, significación al 0,05, 0,01 y 0,001 respectivamente.

+, aplicación de N en cobertera.

++, aplicación de S y E en cobertera

En la madurez, se observa también un paralelismo entre la variabilidad de LAD y la de cosechas y número de espigas, aunque en este caso la magnitud de las F calculadas para LAD fué menor que para CDW y LAI.

Para comprobar de nuevo la importancia relativa de LAI y 1/LAR sobre CDW, se realizaron correlaciones lineales entre estos índices en cada estadio fenológico hasta la antesis (Tabla 139). Se observa claramente que en todos los estadios, el peso seco del cultivo dependió más estrechamente del tamaño del aparato asimilador (LAI) que de la eficiencia del mismo en la producción de materia seca (1/LAR).

Tabla 139.- Ensayo-1983. dependencia de CDW de sus componentes LAI y 1/LAR durante el período vegetativo.

CORRELACION	ESTADIO FENOLOGICO			
	3-4	5-6	8-9	ANTESIS
$r_{CDW-LAI}$	0,9200***	0,7107***	0,7942***	0,8501***
$r_{CDW-1/LAR}$	0,4152***	0,3429**	0,6024***	0,7612***
Nº datos	36	36	36	36

Al igual que en el ensayo-1982, a continuación se analiza la influencia de los índices representativos de la antesis y la madurez sobre las producciones finales de grano (Tabla 140). Nuevamente se puede constatar la muy estrecha relación existente entre CDW y LAI con las cosechas grano y planta; de ello se deduce que éstas dependen fundamentalmente del peso seco del cultivo durante la fase vegetativa y en bastante menor medida de la etapa de maduración y llenado de los granos.

Tabla 140.- Ensayo-1983. Dependencia de las cosechas grano y planta de los índices de crecimiento en la antesis y en el período de maduración.

ANTESIS	COSECHA GRANO		COSECHA PLANTA	
	r	Nº datos	r	Nº datos
CDW	0,9116***	36	0,7927***	36
LAI	0,7938***	36	0,8075***	36
1/LAR	0,7613***	36	0,4969***	36
MADUREZ				
LAD	0,7363***	36	0,6966***	36
G	0,7179***	36	0,4021***	36

4.4.3.- Ensayo-1984.

Los valores de F calculada resultante de los análisis de varianza de los índices de crecimiento de los períodos de pre- y post-antesis, así como los de cosechas y número de espigas en función de los tratamientos se presentan en la Tabla 141.

Tabla 141.- Ensayo-1984. Resumen del análisis de varianza de los índices de crecimiento por muestreo, cosecha grano, cosecha planta y número de espigas por planta en función de los tratamientos de N, S y E.

		VALORES DE FC										
		ESTADIO FENOLOGICO										
FV	GL	1-3	4-6 ⁺	7-9	ANTESIS			MADUREZ		RECOLECCION		
		CDW	CDW	GDW	CDW	LAI	1/LAR	LAD	G	Y	Y/pl	NE/pl
TRAT	17	0,4	3,9	2,7	14,6	4,1	1,2	3,7	1,1	15,5	10,6	20,2
			**	*	***	**		**		***	***	***
N	5	1,1	11,3	6,1	43,9	9,4	1,7	10,0	1,7	41,0	27,8	56,8
			***	**	***	***		***		***	***	***
ES	2	0,1	0,3	4,9	11,2	7,1	0,5	4,3	1,4	24,0	17,6	24,6
				*	***	**		*		***	***	***
N-ES	10	0,1	0,9	0,6	0,6	0,6	1,1	0,5	0,7	1,0	0,6	1,0

*, **, ***, significación al 0,05, 0,01 y 0,001, respectivamente. +, aplicación de N, S, y E en cobertera.

Al igual que en el ensayo-1983, la acción de las aplicaciones de nitrógeno en sementera se detectan al final del ahijado (estadios 4-6), donde CDW varía significativamente en función del global de tratamientos y del efecto principal N. Durante esta etapa se suministraron las coberteras, observándose su efecto sobre CDW 15 días después de su aplicación (estadios 7-9).

En antesis se obtuvieron los valores más elevados de F calculada para CDW, muy semejantes a los de cosechas y número de espigas, observándose variabilidad altamente significativa para todos los tratamientos (P= 0,001; Tabla 141). Por otra parte, LAD de madurez varió estadísticamente con los tratamientos en forma similar a como lo hizo LAI de antesis.

Por tanto, CDW en antesis vuelve a ser, como en los ensayos de 1982 y 1983, el índice de crecimiento que varía estadísticamente con los tratamientos suministrados en forma similar a como lo hacen las cosechas y número de espigas por planta.

El estudio de las relaciones entre los índices durante el período vegetativo (Tabla 142), pone de manifiesto nuevamente la dependencia de CDW del tamaño de la antena (LAI) y en bastante menor medida de su eficiencia en la producción de materia seca (1/LAR).

Tabla 142.- Ensayo-1984. Dependencia de CDW de sus componentes LAI y 1/LAR durante el período vegetativo.

CORRELACION	ESTADIO FENOLOGICO			
	1-3	4-6	7-9	ANTESIS
$r_{CDW-LAI}$	0,6992***	0,8260***	0,8174***	0,8312***
$r_{CDW-1/LAR}$	0,7616***	0,4505***	0,3260**	-0,0466
Nº datos	36	36	36	36

Finalmente, se comprueba en la Tabla 143 la estrecha relación entre las producciones de grano y la biomasa del cultivo en la antesis, como se deduce de los coeficientes lineales resultantes al correlacionar los índices de crecimiento de la antesis y madurez con las cosechas.

Tabla 143.- Ensayo-1984. Dependencia de las cosechas grano y planta de los índices de crecimiento en la antesis y en el período de maduración.

ANTESIS	COSECHA GRANO		COSECHA PLANTA	
	r	Nº datos	r	Nº datos
CDW	0,8476***	36	0,8272***	36
LAI	0,7386***	36	0,7054***	36
1/LAR	-0,1096	36	0,1116	36
<u>MADUREZ</u>				
LAD	0,6603***	36	0,6361***	36
G	-0,2518	36	-0,2455	36

4.4.4.- Resumen de los tres años de estudio.

a) Durante los tres años ensayados, el efecto de los tratamientos de nitrógeno, azufre y ethrel sobre la biomasa del cultivo (CDW) en la antesis fué muy similar al obtenido para la cosecha grano, cosecha planta y número de espigas por planta. Por otra parte, los índices característicos del período de maduración de los granos se vieron afectados por los tratamientos en bastante menor proporción.

b) El peso seco del cultivo en el período vegetativo (CDW) dependió en los tres años más estrechamente del tamaño del aparato asimilador (LAI) que de la eficiencia del mismo en la producción de materia seca (1/LAR).

c) Destacar la estrecha correlación existente entre CDW en la antesis y las producciones de grano por unidad de superficie y por planta, lo que pone de manifiesto la dependencia de éstas del peso seco del cultivo durante el período vegetativo.

Estos resultados están en contradicción con los obtenidos por las investigaciones clásicas, realizadas en su mayor parte por la escuela inglesa, en los que las variaciones de cosecha se determinan en el período de maduración de los granos; pero pueden ser explicadas por las condiciones ambientales del Sur de España durante la etapa posterior a la antesis. Las elevadas temperaturas, alta radiación y escasez de agua precipitan la maduración y acortan las duraciones del área foliar (LAD) con respecto a las obtenidas en el Norte y Centro de Europa, induciendo, por tanto, escasas variaciones en el peso final del grano.

Todo ello resalta la efectividad de las aplicaciones tempranas de los fertilizantes, por su efecto sobre el peso seco del cultivo durante el período vegetativo y en consecuencia sobre el número de espigas y cosecha.

5. CONCLUSIONES

5.- Conclusiones.

1.- Durante los años 1982, 1983 y 1984, las variaciones en la producción final de grano fueron debidas principalmente al número de espigas por unidad de superficie o por planta. Los dos restantes componentes de la cosecha, número de granos por espiga y peso medio de los granos presentaron escasa influencia sobre dichas variaciones.

2.- Las cosechas grano y planta experimentaron incrementos estadísticamente significativos al elevarse las dosis de fertilización nitrogenada en sementera y ahijado. Dichos aumentos se realizaron a través de uno sólo de los parámetros de la cosecha, el número de espigas por planta.

3.- Para una misma cantidad de nitrógeno total repartida entre sementera y ahijado, la mayor efectividad sobre las cosechas y número de espigas se obtuvo si el nivel del fertilizante en ahijado era igual o superior al de sementera.

4.- El azufre y ethrel suministrados por vía foliar durante el ahijado provocaron efectos muy similares sobre las cosechas y número de espigas por planta:

- Ensayados junto a dosis medias y bajas de nitrógeno (60 y 40 Kg N/Ha), suplementaron la acción de este fertilizante, incrementando los valores medios de cosechas y número de espigas hasta igualar estadísticamente los niveles obtenidos por dosis superiores de nitrógeno (80 kg N/Ha) sin azufre o ethrel.
- Ensayados junto a dosis altas de nitrógeno (80 kg/Ha), actuaron de forma aditiva sobre la fertilización nitrogenada, ya que aumentaron significativamente las cosechas y número de espigas, respecto a sus correspondientes testigos de azufre o ethrel.
- El azufre y ethrel, a las dosis utilizadas, no actuaron en ningún caso como sustitutivos del nitrógeno, ya que en los tratamientos sin este fertilizante en ahijado no se observaron incrementos significativos en las cosechas o parámetros.

5.- Las acciones del azufre y ethrel coincidieron con la del nitrógeno, elevando el número de espigas y, por tanto, las cosechas grano y planta, sin modificar significativamente el número de granos por espiga y peso de mil granos.

6.- La gran similitud observada entre los tratamientos de ethrel y azufre por vía foliar sugiere que la acción de este último no es nutritiva, sino más bien de tipo hormonal; sobre todo si se tiene en cuenta que no depende de la dosis suministrada (12,5 ó 25 Kg S/Ha). En efecto, el azufre absorbido como SO_2 por las hojas podría aumentar el contenido de metionina en la planta. Dado que este aminoácido es el precursor en la biosíntesis del etileno, dicha fitohormona vería elevados sus niveles endógenos, al igual que ocurre con la aplicación de ethrel, radicando probablemente aquí la similitud de ambos tratamientos.

7.- En los tres años ensayados, el número de tallos hijos aumentó progresivamente en función de la fertilización nitrogenada de sementera, desde el inicio del desarrollo hasta un máximo situado entre el final del ahijado y principio del encañado, disminuyendo posteriormente hasta la antesis. Fué a partir de esta etapa cuando se observó principalmente el efecto de los tratamientos de cobertera temprana (ahijado) sobre la formación final de espigas.

8.- La capacidad de formación de espigas por los tallos hijos estuvo íntimamente relacionada con las aplicaciones de nitrógeno, azufre y ethrel. El suministro de fertilización nitrogenada en sementera incrementó el número inicial de hijos por planta, mientras que nitrógeno, azufre y ethrel en ahijado aumentaron su supervivencia; esto es, el número de ahijamientos con espiga en la recolección.

9.- La estrecha correlación existente, durante los tres años, entre el porcentaje de hijos con longitud superior a la tercera parte del tallo principal en antesis y el porcentaje de supervivencia final, puso de manifiesto la existencia de una longitud crítica de los ahijamientos en la antesis, por debajo de la cual no daban lugar a espiga.

10.- En los tres años ensayados, el efecto de los tratamientos de nitrógeno, azufre y ethrel sobre la biomasa del cultivo (CDW) en la anthesis fué muy similar al obtenido para cosecha grano, cosecha planta y número de espigas por planta. Los índices de crecimiento representativos del período de maduración de los granos (LAD y G) se afectaron por los tratamientos en bastante menor proporción. Todo ello unido a la estrecha correlación existente entre CDW en anthesis y las producciones de grano por unidad de superficie y por planta evidenció la dependencia de éstas del peso del cultivo durante el período vegetativo.

6. BIBLIOGRAFIA

6.- Bibliografía.

1. Abdul-Baki, A. y Baker, J.E. (1970): Changes in respiration and cyanide sensitivity of the barley floret during development and maturation. *Plant Physiol.*, 45, 698-702.
2. Alessi, J. y Power, J.F. (1973): Effect of source and rate of nitrogen on N uptake and fertilizer efficiency by spring wheat and barley. *Agron. J.*, 65, 53-55.
3. Andersen, A.J. (1977): Effects of fertilizers on barley protein quantity and quality. *Cereal Res. Commun.*, 5, 159-167.
4. Andersen, K. y Andersen, S. (1981): Increase in dry matter and decrease in moisture content during ripening of barley. *Acta Agric. Scand.*, 31, 70-74.
5. Appleyard, M.; Kirby, E.J.M. y Fellowes, G. (1982): Relationships between the duration of phases in the pre-anthesis life cycle of spring barley. *Aust. J. Agric. Res.*, 33, 917-925.
6. Archbold, H.K. (1942): Physiological studies in plant nutrition. XIII. Experiments with barley on defoliation and shading of the ear in relation to sugar metabolism. *Ann. Bot.*, 6, 487-531.
7. Archbold, H.K. y Mukerjee, B.N. (1942): Physiological studies in plant nutrition. XII. Carbohydrate changes in the several organs of the barley plant during growth with special reference to the development and ripening of the ear. *Ann. Bot.*, 6, 1-41.
8. Asana, R.D. y Mani, V.S. (1950): Studies in physiological analysis of yield. I. Varietal differences in photosynthesis in the leaf, stem and ear of wheat. *Physiol. Plant.*, 3, 22-39.
9. Asana, R.D. y Mani, V.S. (1955): Studies in physiological analysis of yield. II. Further observations on varietal differences in photosynthesis in the leaf, stem and ear of wheat. *Physiol. Plant.*, 8, 8-19.
10. Asana, R.D.; Saini, A.D. y Ray, D. (1958): Studies in physiological analysis of yield. III. The rate of grain development in wheat in relation to photosynthetic surface and soil moisture. *Physiol. Plant.*, 11, 655-665.

11. Aspinall, D. (1961): The control of tillering in the barley plant. *Aust. J. biol. Sci.*, 14, 493-505.
12. Aspinall, D. y Paleg, L.G. (1964): Effect of day length and light intensity on growth of barley. III. Vegetative development. *Aust. J. biol. Sci.*, 17, 807-822.
13. Aufhamer, G.; Bergal, P.; Hagberg, A.; Horne, F.R. y Van Veldhvizen, H. (1968): Barley varieties ERC. Elsevier, Amsterdam, p. 17.
14. Austin, R.B.; Morgan, C.L.; Ford, M.A. y Blackwell, R.D. (1980): Contributions to grain field from pre-antesis assimilation in tall and dwarf barley phenotypes in two contrasting seasons. *Ann. Bot.*, 45, 309-319.
15. Ayoub, A.T. (1974): Effect of nitrogen source and time of application on wheat nitrogen uptake and grain yield. *J. agric. Sci., Camb.*, 82, 567-569.
16. Baeyens, I. (1970): Nutrición de las plantas de cultivo. Lemos, Madrid, 631 p.
17. Bagga, A.K. y Rawson, H.M. (1977): Contrasting responses of morphologically similar wheat cultivars to temperature appropriate to warm temperature climates with hot summers: A study in controlled environment. *Aust. J. Plant Physiol.*, 4, 877-887.
18. Baker, R.J. y Briggs, K.G. (1982): Effects of plant density on the performance of 10 barley cultivars. *Crop Sci.*, 22, 1164-1167.
19. Baker, C.K. y Gallagher, J.N. (1983a): The development of winter wheat in the field. 1. Relation between apical development and plant morphology within and between seasons. *J. agric. Sci., Camb.*, 101, 327-335.
20. Baker, C.K. y Gallagher, J.N. (1983b): The development of winter wheat in the field. 2. The control of primordium initiation rate by temperature and photoperiod. *J. agric. Sci., Camb.*, 101, 337-344.
21. Barbera, C. (1971): El ácido cloro-etil-fosfónico y su acción en la Fisiología Vegetal. *Levante Agrícola*, pp. 47-54.
22. Batch, J.J. y Morgan, D.G. (1974): Male sterility induced in barley by photoperiod. *Nature*, 250, 165-167.
23. Batch, J.J. y Morgan, D.G. (1975): The influence of brief exposures to short days on the growth and development of barley. *J. Exp. Bot.*, 26, 595-608.

24. Batey, T. (1976): Some effects of nitrogen fertilizer on winter wheat. *J. Sci. Fd. Agric.*, 27, 287-297.
25. Bayles, R.A. (1977a): Poorly filled grain in the cereal crop. I. The assesement of poor grain filling. *J. natn. Inst. agric. Bot.*, 14, 232-240.
26. Bayles, R.A. (1977b): Poorly filled grain in the cereal crop. II. The relationship of poor grain filling to processing quality. *J. natn. Inst. agric. Bot.*, 14, 241-249.
27. Bayles, R.A. (1977c): Poorly filled grain in the cereal crop. III. The effects of nitrogen fertilizer on grain filling in winter wheat. *J. natn. Inst. agric. Bot.*, 14, 250-261.
28. Bell, G.D.H. y Lupton, F.G.H. (1962): The breeding of barley varieties. In *Barley and malt*, A.H. Cook (ed.), pp. 45-99. Academic Press, London.
29. Benci, J.F.; Aase, J.K. y Ferguson, A.H. (1973): Aerodynamic and energy balance comparisons between awned and non-awned barley. *Agron. J.*, 65, 373-377.
30. Bennet, M.D. y Hughes, W.G. (1972): Additional mitosis in wheat polled induced by ethrel. *Nature*, 240, 566-568.
31. Bergal, P. y Clemencet, M. (1962): The botany of the barley plant. In *Barley and malt*, A.H. Cook (ed.), pp. 2-23, Academic Press, London.
32. Bidinger, F.; Musgrave, R.B. y Fischer, R.A. (1977): Contribution of stored pre-anthesis assimilate to grain yield in wheat and barley. *Nature*, 270, 431-433.
33. Bingham, J. (1966): Varietal response in wheat to water supply in the field and male sterility caused by a period of drought in a glasshouse experiment. *Ann. Appl. Biol.*, 57, 365-377.
34. Bingham, J. (1967): Investigations on the physiology of yield in winter wheat, by comparisons of varieties and by artificial variation in grain number per ear. *J. agric. Sci., Camb.*, 68, 411-422.
35. Biscoe, P.V. y Gallagher, J.N. (1977): Weather, dry matter production and yield. In *Environmental Effects on Crop Physiology*, J.J. Landsberg y C.V. Cutting (eds.), pp. 75-100, Academic Press, London.

36. Biscoe, P.V.; Littleton, E.J. y Scott, R.K. (1973): Stomatal control of gas exchange in barley awns. *Ann. Appl. Biol.*, 75, 285-297.
37. Biscoe, P.V.; Scott, R.K. y Monteith, J.L. (1975a): Barley and its environment. III. Carbon budget of the stand. *J. Appl. Ecol.*, 12, 269-293.
38. Biscoe, P.V.; Gallagher, J.N.; Littleton, E.J.; Monteith, J.L. y Scott, R.K. (1975b): Barley and its environment. IV. Sources of assimilate for the grain.
39. Blackman, V.H. (1919): The compound interest law and plant growth. *Ann. Bot.*, 33, 353-360.
40. Blackman, G.E. (1956): Influence of light and temperature on leaf growth. In The growth of Leaves, F.L. Milthorpe (ed.), pp. 151-169, Butterworths, London.
41. Blackman, G.E. (1968): The application of the concepts of growth analysis to the assesment of productivity. In *Functioning of Terrestrial Ecosystems at the Primary Production Level*, F.F. Eckard (ed.), pp. 243-259, UNESCO, Paris.
42. Bremner, P.M. (1972): Accumulation of dry matter and nitrogen by grains in different positions of the wheat ear as influenced by shading and defoliation. *Aust. J. Biol. Sci.*, 25, 657-688.
43. Briggs, D.E. (1978): Barley. Chapman and Hall, London, 612 p.
44. Briggs, G.E.; Kidd, F. y West, C. (1920a): A quantitative analysis of plant growth. Part. I. *Ann. appl. Biol.*, 7, 103-123.
45. Briggs, G.E.; Kidd, F. y West, C. (1920b): A quantitative analysis of plant growth. Part. II. *Ann. appl. Biol.*, 7, 202-223.
46. Brinkman, M.A. y Luk, T.M. (1979): Relationship of spike nodding angle and kernel brightness under simulated rainfall in barley. *Can. J. Plant Sci.*, 59, 481-485.
47. Brown, C.M. y Early, E.R. (1973): Response of one winter wheat and two spring oat varieties to foliar applications of 2-chloroethyl phosphonic acid (Ethrel). *Agron. J.*, 65, 829-832.

48. Bullen, E.R. y Lessells, W.J. (1957): The effect of nitrogen on cereal yields. *J. agric. Sci., Camb.*, 49, 319-328.
49. Bunting, A.H. y Drennan, D.S.H. (1966): Some aspects of the morphology and physiology of cereals in the vegetative phase. *In The Growth of Cereals and Grasses*, F.L. Milthorpe y J.D. Ivins (eds.), pp. 20-38, Butterworths, London.
50. Campbell, C.A.; Pelton, W.L. y Neilson, K.F. (1969): Influence of solar radiation and soil moisture on growth and yield chinook wheat. *Can. J. Plant. Sci.*, 49, 685-699.
51. Cannel, R.Q. (1969a): The tillering pattern in barley varieties. I. Production, survival and contribution to yield by component tillers. *J. agric. Sci., Camb.*, 72, 405-422.
52. Cannel, R.Q. (1969b): The tillering pattern in barley varieties. II. The effect of temperature, light intensity and day length on the frequency of occurrence of the coleoptile node and second tillers in barley. *J. agric. Sci., Camb.*, 72, 423-435.
53. Carr, D.J. y Wardlaw, I.F. (1965): The supply of photosynthetic assimilates to the grain from the flag leaf and ear of wheat. *Aust. J. biol. Sci.*, 18, 711-719.
54. Carson, G.P. y Horne, F.R. (1962): the identification of barley varieties. *In Barley and Malt*, A.H. Cook (ed.), pp. 101-159, Academic Press, London.
55. Civantos, L. (1980): Los cereales de invierno en Jaén. principales factores de producción. Instituto de estudios Giennenses, (CSIC), 210 pp.
56. Clément-Grancourt, M. y Prats, J. (1969): Los cereales. Mundi-Prensa, Madrid, 344 pp.
57. Cochran, W.G. y Cox, G.M. (1957): *Experimental designs*. Wiley, N. York, 310 pp.
58. Cochran, M.P. y Duffus, C.M. (1983): Endosperm cell number in cultivars of barley differing in grain weight. *Ann. appl. Biol* 102, 177-181.

59. Coïc, Y. (1961): La nutrición en soufre de nos cultures, perspectives de deficiencia en cet element. Bull. Docum. ISMA, 29, 1-18.
60. Coïc, Y.; Fauconneau, G.; Pion, R.; Busson, F.; Lesaint, G. y Labonne, F. (1963): Influence de l'alimentation minerale sur la composition des protides de graines de cereales (blé et orge). Ann. Physiol. Veg., 5, 281-292.
61. Cowling, D.W. y Lockyer, D.R. (1978): The effect of SO₂ on Lolium perenne L. grown at different levels of Sulphur and Nitrogen nutrition. J. Exp. Bot., 29, 257-265.
62. Cowling, D.W.; Jones, L.H.P. y Lockyer, D.R. (1973): Increased yield through correction of sulphur deficiency in ryegrass exposed to sulphur dioxide. Nature, 243, 479-480.
63. Gregan, P.B. y Berkum, P. Van (1984): Genetics of nitrogen metabolism and physiological/biochemical selection for increased grain crop productivity. Theor. Appl. Genet., 67, 97-111.
64. Chery, J. (1979): Effect of late nitrogen fertilization on grain yield and quality in barley varieties. Seed Protein Improv. Cereals Grain Legumes, Proc. Int. Symp., 1, 283-296.
65. Dahnous, K. y Wique, G.T. (1982): Height and yield response of selected wheat, barley and triticale to ethephon. Agron. J., 74, 580-582.
66. Dale, J.E. y Wilson, R. G. (1978): A comparison of leaf and ear development in barley cultivars as affected by nitrogen supply. J. agric. Sci., Camb., 90, 503-508.
67. De Clerck, J. (1962): Cours de brasserie. Vol. I. Université de Louvain, Belgique, 985 pp.
68. Devine, J.R. y Holmes, M.R.J. (1963): Field experiments comparing ammonium sulphate, ammonium nitrate, calcium nitrate and urea combine-drilled with spring barley. J. agric. Sci., Camb., 61, 381-391.
69. Donald, C.M. (1968): The breeding of crop ideotypes. Euphytica, 17, 385-403.

70. Dubetz, S. y Wells, S.A. (1968): Reaction of barley varieties to nitrogen fertilizers, *J. agric. Sci., Camb.*, 70, 253-256.
71. Duncan, W.G.; Loomis, R.S.; Williams, W.A. y Hanau, A. (1967): A model for simulating photosynthesis in plant communities. *Hilgardia*, 38, 181-205.
72. Easson, D.L. (1984): The timing of nitrogen application for spring barley. *J. agric. Sci., Camb.*, 102, 673-678.
73. Ellis, R.P. y Kirby, E.J.M. (1980): A comparison of spring barley grown in England and in Scotland. 2. Yield and its components. *J. agric. Sci., Camb.*, 95, 111-115.
74. Engelstad, O.P. y Terman, G.L. (1966): Fertilizer nitrogen: Its role in determining crop yield levels. *Agron. J.*, 58, 536-539.
75. Eppendorfer, W. (1968): The effect of nitrogen and sulphur on changes in nitrogen fractions of barley plants at various early stages of growth and on yield and aminoacid composition of grain. *Plant and Soil*, 29, 424-438.
76. Evans, G.C. (1972): The quantitative analysis of plant growth. Blackwell, Oxford, 734 pp.
77. Evans, L.T. (1975): The physiological basis of crop yield. *In Crop Physiology*, L.T. Evans (ed.), pp. 327-355, Cambridge University Press, Cambridge.
78. Evans, L.T. y Wardlaw, I.F. (1976): Aspects of the comparative physiology of grain yield in cereals. *Adv. Agron.*, 28, 301-359.
79. Evans, L.T.; Wardlaw, I.F. y Fischer, R.A. (1975): Wheat. *In Crop Physiology*, L.T. Evans (ed.), pp. 101-148, Cambridge University Press, Cambridge.
80. Faris, D.G. (1978): Effect of leaf-spotting gene on the yield and yield components development of barley in northern Canada. *Canad. J. Plant. Sci.*, 58, 21-28.
81. Faris, D.G.; Krahn, L. y Guitard, A.A. (1969): Effect of photoperiod and temperature on seedling development on Olli and Vantage barley. *Canad. J. Plant Sci.*, 49, 139-147.

82. Faulks, A.J.; Shewry, P.R. y Mifflin, B.J. (1981): The polymorphism and structural homology of storage polypeptides (hordein) coded by the Hor-2 locus in barley (Hordeum vulgare L.). *Biochem. Genet.*, 19, 841-858.
83. Fejer, S.O.; Fedak, G.; Gillespie, B.J.A. (1979): Controlled environment studies of pure and mixed stands of two spring barley cultivars with varying densities, day-lengths and temperatures. *Z. Pflanzenzüchtg.*, 83, 184-191.
84. Ferguson, H.; Eslick, R.F. y Aase, J.K. (1973): Canopy temperatures of barley as influenced by morphological characteristics. *Agron. J.*, 65, 425-428.
85. Feyter, C. y Cossens, G.G. (1977): Effects of rates and methods of nitrogen application on grain yields and yield components of spring-sown wheats in south Otago, New Zealand. *N.Z. J. Exp. Agric.*, 5, 371-376.
86. Feyter, C.; Cossens, G.G. y Risk, W.H. (1977): Effects of rainfall on nitrogen responses of spring-sown wheats. *N.Z. J. Exp. Agric.*, 5, 161-165.
87. Finlay, R.C.; Reinbergs, E. y Daynard, T.B. (1971): Yield response of spring barley to row spacing and seeding rate. *Can. J. Plant Sci.*, 51, 527-533.
88. Fowler, D. y Unsworth, M.H. (1979): Turbulent transfer of sulphur dioxide to a wheat crop. *Quart. J.R. Met. Soc.*, 105, 767-783.
89. Frank, A.B. y Bauer, A. (1982): Effect of temperature and fertilizer N on apex development in spring wheat. *Agron. J.*, 74, 504-509.
90. Freney, J.R.; Spencer, K. y Jones, M.B. (1978): The diagnosis of sulphur deficiency in wheat. *Aust. J. Agric. Res.*, 29, 727-738.
91. Freyman, S. (1980): Quantitative analysis of growth in southern Alberta of two barley cultivars grown from magnetically treated and untreated seed. *Can. J. Plant Sci.*, 60, 463-471.
92. Gallagher, J.N. y Biscoe, P. V. (1978): Radiation, absorption, growth and yield of cereals. *J. agric. Sci., Camb.*, 91, 47-60.

93. Gallagher, J.N.; Biscoe, P.V. y Scott, R.K. (1975): Barley and its environment. V. Stability of grain weight. *J. appl. Ecol.*, 12, 319-336.
94. Gallagher, J.N.; Biscoe, P.V. y Hunter, B. (1976): Effects of drought on grain growth. *Nature*, 264, 541-542.
95. García del Moral, L.F. (1982): Estudio de algunos aspectos ecofisiológicos en el análisis de la producción de grano en los cultivos de cebada (gen. Hordeum L.). Tes. Doct. Univ. Granada, Fac. Ciencias.
96. García del Moral, L.F.; Ramos, J.M.; Recalde-Manrique, L. y Recalde-Martínez, L. (1982a): Estudio de algunos aspectos ecofisiológicos en el análisis de la producción de grano en los cultivos de cebada (gen. Hordeum L.). I. Efecto del nitrógeno. *Anal. Edaf. Agrobiol.*, 41, 981-989.
97. García del Moral, L.F.; Ramos, J.M.; Recalde-Manrique y Recalde-Martínez, L. (1982b): Estudio de algunos aspectos ecofisiológicos en el análisis de la producción de grano en los cultivos de cebada. II. Efecto del nitrógeno y del azufre por vía foliar. *Anal. Edaf. Agrobiol.*, 41, 1373-1387.
98. García del Moral, L.F.; Ramos, J.M. y Recalde, L. (1984): Tillering dynamics of winter barley as influenced by cultivar and nitrogen fertilizer: A field study. *Crop Sci.*, 24, 179-181.
99. Gately, T.F. (1968): The effects of different levels of N, P and K on the yields, nitrogen content and kernel weight of malting barley (var. Proctor). *J. agric. Sci., Camb.*, 70, 361-367.
100. Gately, T.F. y McAleese, D.M. (1976): Effects of fertilizer N and number of years in tillage of the protein and non-protein content of feeding barley grain (cv. Nessa) and on N uptake and recovery. *J. agric. Sci., Camb.*, 87, 243-249.
101. Gauch, H.G. (1972): Inorganic plant nutrition. Dowden, Hutchinson and Ross, Inc., Stroudsburg, Pa., 488 pp.
102. Giese, H.; Andersen, B. y Doll, H. (1983): Synthesis of the major storage protein, hordein in barley. Pulse-labelling study of grain filling in liquid-cultured detached spikes. *Planta*, 159, 60-65.

103. Grafius, J.E. y Barnard, J.E. (1976): Leaf canopy as related to yield in barley. *Agron. J.*, 68, 398-402.
104. Gross, A. (1966): *Abonos: Guía práctica de la fertilización*. Mundi-Prensa, Madrid, 397 pp.
105. Guerrero, A. (1984): Cebada. *In Cultivos herbáceos (primera parte)*, Cátedra de Fitotecnia II, pp. 80-96, E.T.S.I.A., Univ. Córdoba.
106. Guitard, A.A. (1960): The influence of variety, temperature and stage of growth on response of spring barley to photoperiod. *Canad. J. Plant Sci.*, 40, 65-80.
107. Gupta, U.C. y Veinot, R.L. (1974): Response of crops to sulphur under greenhouse conditions. *Soil Sci. Soc. Am., Proc.*, 38, 785-788.
108. Gupta, R.A.; Agrawal, M.C. y Saxena, S.K. (1976): Response of barley varieties to nitrogen application and seed rate under rainfed condition of central Uttar Pradesh. *Indian J. Agron.*, 21, 493-495.
109. Harlam, J.R. (1979): Barley. *In Evolution of crop plants*, N.W. Simmonds (ed.), pp. 93-98, Longman, London.
110. Hewitt, E.J. (1963): The essential nutrient elements: Requeriments and interactions in plants. *In Plant Physiology*, vol. III, F.C. Steward (ed.), pp. 137-140, Academic Press, N. York.
111. Hewitt, E.J. (1970): Physiological and biochemical factors which control the assimilation of inorganic supplies by plants. *In Nitrogen Nutrition of the Plant*, E.A. Kirkby (ed.), pp. 78-103, Univ. Leeds Press, Leeds.
112. Humphires, C.J. (1980): *Hordeum*. *In Flora Europea*, vol. 5, T.G. Tutin *et al.* (eds.), pp. 1-204, Cambridge Univ. Press, London.
113. Hunt, R. (1978): *Plant growth analysis*. *Studies in Biology* nº 96. Arnold, London, 67 pp.
114. Hunter, H. (1962): The science of malting barley production. *In Barley and Malt*, A.H. Cook (ed.), pp. 25-44, Academic Press, London.

115. Husain, I.C. y Aspinall, D. (1970): Water stress and apical morphogenesis in barley. *Ann. Bot.*, 34, 393-407.
116. Innes, P.; Blackwell, R.D.; Austin, R.B. y Ford, M.A. (1981): The effects of selection for number of ears on the yield and water economy of winter wheat. *J. agric. Sci., Camb.*, 97, 523-532.
117. Jenkins, G.; Rhodes, A.P.; Gill, A.A. y Hanson, P.R. (1979): The effect of irrigation and nitrogen supply on the yield and quality of protein in high-lysine barleys. *J. Sci. Food Agric.*, 30, 647-652.
118. Johnson, L.P.V. y Taylor, A.R. (1958): Note on the effect of photoperiod and temperature on the development of spike primordia in barley. *Canad. J. Plant Sci.*, 38, 122-123.
119. Johnson, U.A.; Dreier, A.F. y Grabouski, P.N. (1973): Yield and protein responses to nitrogen fertilizer of two winter wheat varieties differing in inherent protein content of their grain. *Agron. J.*, 65, 259-263.
120. Jones, H.G. y Kirby, E.J.M. (1977): Effects of manipulation of number of tillers and water supply on grain yield in barley. *J. agric. Sci., Camb.*, 88, 391-397.
121. Kandra, J. (1971): Influence of atmospheric precipitations, of the mean temperatures and of the relative humidity of the air on the crop of grain, straw and on the technological value of suring barley. *Ved. Pr. Vys. Ust. Rast. Vyr. V. Piest.*, 9, 149-154.
122. Khalifa, M.A. (1973): Effects of nitrogen and leaf area index, leaf area duration, net assimilation rate, and yield of wheat. *Agron. J.*, 65, 253-256.
123. King, R.W.; Wardlaw, I.F. y Evans, L.T. (1967): Effect of assimilate utilization on photosynthetic rate in wheat. *Planta*, 77, 261-276.
124. Kirby, E.J.M. (1967): The effect of plant density upon the growth and yield of barley. *J. agric. Sci., Camb.*, 68, 317-324.

125. Kirby, E.J.M. (1968): The response of some barley varieties to irrigation and nitrogen fertilizer. *J. agric. Sci., Camb.*, 71, 47-52.
126. Kirby, E.J.M. (1969): The growth and development of some barley varieties in response to irrigation and nitrogen fertilizer. *J. agric. Sci., Camb.*, 72, 467-474.
127. Kirby, E.J.M. (1971): Abnormalities in barley ears by gibberellic acid. *J. exp. Bot.*, 22, 411-419.
128. Kirby, E.J.M. (1973a): The control of leaf and ear size in barley. *J. exp. Bot.*, 24, 567-578.
129. Kirby, E.J.M. (1973b): Effect of temperature on ear abnormalities in unicum barley. *J. exp. Bot.*, 24, 935-947.
130. Kirby, E.J.M. (1974): Ear development in spring wheat. *J. agric. Sci., Camb.*, 82, 437-447.
131. Kirby, E.J.M. y Appleyard, M. (1980): Effects of photoperiod on the relation between development and yield per plant of a range of spring barley varieties. *Z. Pflanzenzüchtg.*, 85, 226-239.
132. Kirby, E.J.M. y Eisemberg, B.E. (1966): Some effects of photoperiod on barley. *J. exp. Bot.*, 17, 204-213.
133. Kirby, E.J.M. y Ellis, R.P. (1980): A comparison of spring barley grown in England and in Scotland. 1. Shoot apex development. *J. agric. Sci., Camb.*, 95, 101-110.
134. Kirby, E.J.M. y Faris, D.G. (1970): Plant population induced growth correlations in the barley plant main shoot and posible hormonal mechanism. *J. exp. Bot.*, 21, 787-798.
135. Kirby, E.J.M. y Faris, D.G. (1972): The effect of plant density on tiller growth and morphology in barley. *J. agric. Sci., Camb.*, 78, 281-288.
136. Kirby, E.J.M. y Jones, H.G. (1977): The relations between the main shoot and tillers in barley plants. *J. agric. Sci., Camb.*, 88, 381-389.

137. Kirby, E.J.M. y Riggs, T.J. (1978): Developmental consequences of two-row and six-row ear type in spring barley. 2. Shoot apex, leaf and tiller development. *J. agric. Sci., Camb.*, 91, 207-216.
138. Kirkby, E.A. y Hughes, A.D. (1970): Some aspects of ammonium and nitrate nutrition in plant metabolism. In *Nitrogen Nutrition of the Plant*. E.A. Kirkby (ed.) pp. 220, Univ. Leeds Press, Leeds.
139. Kitchen, B.M. y Rasmusson, D.C. (1983): Duration and inheritance of leaf initiation, spike immitation, and spike growth in barley. *Crop Sci.*, 23, 939-943.
140. Kivi, E.I. y Hovinen, S. (1971): The effect of varying nitrogen fertilization on the properties of certain varieties of malting barley. *J. Sci. Agric. Soc. Finland*, 41, 1-12.
141. Klepper, B.; Rickman, R.W. y Peterson, C.M. (1982): Quantitative characterization of vegetative development in small cereals grains. *Agron. J.*, 74, 789-792.
142. Kolderup, F. (1979a): Application of different temperatures in three growth phases of wheat. I. Effects of grain and straw yields. *Acta Agric. Scand.*, 29, 6-10.
143. Kolderup, F. (1979b): Application of different temperatures in three growth phases of wheat. II. Effects on ear size and seed setting. *Acta Agric. Scand.*, 29, 11-16.
144. Kolderup, F. (1979c): Application of different temperatures in three growth phases of wheat. III. Effects on protein content and composition. *Acta agric. Scand.*, 29, 379-384.
145. Kramer, H.H. y Veyl, R. (1952): Intra-spike competition in barley. *Agron. J.*, 44, 156.
146. Kvet, J.; Ondok, J.P.; Necas, J. y Jarvis, P.G. (1971): Methods of growth analysis. In *Plant Photosynthetic Production. Manual of Methods*, Z. Sestak, J. Catsky y P.G. Jarvis (eds.), pp. 343-391, Dr. W. Junk N.V., The Hague.
147. Lachica, M.; Recalde, L. y Esteban, E. (1965): Análisis foliar. Métodos analíticos utilizados en la Estación Experimental del Zaidín. *Anal. Edaf. Agrobiol.*, 24, 589-610.

148. Lachica, M.; Aguilar, A. y Yañez, J. (1973): Análisis foliar. Métodos utilizados en la Estación Experimental del Zaidín. (II). Anal. Edaf. Agrobiol., 32, 1033-1047.
149. Lallukka, U.; Rantanen, O. y Mukula, J. (1978): The temperature sum requirement of barley varieties in Finland. Ann. Agr. Fenniae, 17, 185-191.
150. Langer, R.H.M. (1964): A study of New Zealand wheats. I. Growth and yield characteristics. N.Z. J. agric. Res., 8, 10-14.
151. Langer, R.H.M. (1972): How grasses grow. Studies in Biology nº 34, Arnold, London.
152. Large, E.C. (1954): Growth stages in cereals. Illustration of the Feekes scale. Plant Pathol., 3, 128-129.
153. Law, J. y Stoskopf, N.C. (1973): Further observations on etephon (ethrel) as a tool for developing hybrid cereals. Can J.Plant.Sci 53:765-766.
154. Lawlor, D.W.; Day, W.; Johnston, A.E.; Legg, B.J. y Parkinson, K.J. (1981): Growth of spring barley under drought: Crop development, photosynthesis, dry-matter accumulation and nutrient content. J. agric. Sci., Camb., 96, 167-186.
155. Leakey, R.R.B. (1971): The effect of changing plant density on floral initiation and development of barley (cv. Sultan). J. agric. Sci., Camb., 77, 135-139.
156. Legg, B.J.; Day, W.; Lawlor, D.W. y Parkinson, K.J. (1979): The effects of drought on barley growth: models and measurements showing the relative importance of leaf area and photosynthetic rate. J. agric. Sci., Camb., 92, 703-716.
157. Leyshon, A.J.; Campbell, C.A. y Warder, F.G. (1980): Comparison of the effect of NO_3^- and NH_4^- -N on growth, yield, and yield components of Manitou spring wheat and Conquest barley. Canad. J. Plant Sci., 60, 1063-1070.
158. Li, Ch. Ch. (1969): Introducción a la estadística experimental. Omega, Barcelona, 469 pp.

159. Lieberman, M. (1979): Biosynthesis and action of ethylene. *Ann. Rev. Plant Physiol.*, 30, 533-591.
160. Lieberman, M. y Kunishi, A.T. (1970): Thoughts on the role of ethylene in plant growth and development. In *Plant Growth Substances*, D.J. Carr (ed.), pp. 549-560, Springer-Verlag, Berlin.
161. Lockyer, D.R.; Cowling, D.W. y Jones, L.H.P. (1976): A system for exposing plants to atmospheres containing low concentrations of sulphur dioxide. *J. exp. Bot.*, 27, 397-409.
162. Lupton, F.G.H. (1966): Translocation of photosynthetic assimilates in wheat. *Ann. appl. Biol.*, 57, 355-364.
163. Lluch-Plá, C.; Gómez-Ortega, M. y Olivares, J. (1976): Efecto de la utilización del azufre como fertilizante por vía foliar. *Anal. Edaf. Agrobiol.*, 35, 567-579.
164. McNeal, F.H.; Berg, M.A.; Brown, P.L. y McGuire, C.F. (1971): Productivity and quality response of five spring wheat genotypes, *Triticum aestivum* L., to nitrogen fertilizer. *Agron. J.*, 63, 908-910.
165. Mahey, R.K. y Cheema, S.S. (1984): Evaluating methods of nitrogen application for efficiency of water use and yield of rainfed barley. *J. agric. Sci., Camb.*, 102, 81-83.
166. Mahmoud, Z.M. y Osman, A.H. (1981): Tillering of wheat as influenced by nitrogen and seed rate in the Sudan. *J. agric. Sci., Camb.*, 97, 619-627.
167. Mangas Martín, V.J. y Sánchez de la Puente, L. (1979): Ahijamiento y producción del trigo de primavera. I. Respuesta al nitrógeno. *Anal. Edaf. Agrobiol.*, 38, 689-702.
168. Manuel-Arrando, M. (1973): Efecto de la aplicación de azufre elemental y nitrógeno sobre la cosecha y contenido proteico del grano de trigo. Tes. Doct. Univ. Granada, Fac. Farmacia.
169. Manuel-Arrando, M.; Chueca-Sancho, A.; Gómez-Ortega, M.; López-Gorgé, J. y Recalde-Martínez, L. (1976): Efecto de la aplicación de azufre elemental y fertilización nitrogenada sobre la cosecha y contenido proteínico del trigo. *Anal. Edaf. Agrobiol.*, 35, 781-797.

170. Marcellos, H. y Single, W.V. (1972): The influence of cultivar, temperature and photoperiod on post-flowering development of wheat. *Aust. J. Agric. Res.*, 23, 533-540.
171. Martel, Y.A. y Zizka, J. (1977): Effect de l'addition de soufre à une fertilization de N, P et K sur les rendements et la qualité de l'orge cultivée en serre. *Canad. J. Plant Sci.*, 57, 597-606.
172. Martínez-Carrasco, R. y Thorne, G.N. (1979a): Physiological factors limiting grain size in wheat. *J. exp. Bot.*, 30, 669-679.
173. Martínez-Carrasco, R. y Thorne, G.N. (1979b): Effect of crop thinning and reduced grain numbers per ear on grain size in two winter wheat varieties given different amounts of nitrogen. *Ann. appl. Biol.*, 92, 383-393.
174. Martini, M.L.; Harlan, H.V. y Pope, M.N. (1930): Some growth curves of barley kernels. *Plant Physiol.*, 5, 263-272.
175. Mehrotra, O.N.; Simha, N.S. y Srivastara, R.D.L. (1967): Studies on nutrition of indian cereals. I. The uptake of nitrogen by wheats plants at various stages of growth as influenced by phosphorus. *Plant and Soil*, 26, 361-368.
176. Michael, G. y Seiler-Kelbitsch, H. (1972): Cytokinin content and kernel size of barley grain as affected by environmental and genetic factors. *Crop Sci.*, 12, 162-165.
177. Milthorpe, F.L. (1956): The relative importance of the different stages of leaf growth in determining the resultant area. *In The Growth of Leaves*, F.L. Milthorpe (ed.), pp. 141-150, Butterworths, London.
178. Mohiuddin, S.H. y Croy, L.I. (1980): Flag leaf and peduncle area duration in relation to winter wheat grain yield. *Agron. J.*, 72, 299-301.
179. Molina-Cano, J.L.; Gómez-Campo, C. y Conde, L. (1982): Hordeum spontaneum C. Koch as a weed of barley fields in Morocco. *Z. Pflanzenzüchtg.*, 88, 161-167.

180. Monsi, M. (1968): Mathematical models of plant communities. In *Functioning of Terrestrial Ecosystems at the Primary Production Level*, F.F. Eckardt (ed.), p.131-149, UNESCO, Paris.
181. Monteith, J.L. (1981): Does light limit crop production?. In *Physiological Processes Limiting Plant Productivity*. C.B. Johnson (ed.), pp. 23-38, Butterworths, London.
182. Morgan, P.W. y Gausman, H.W. (1966): Effects of ethylene on auxin transport. *Plant Physiol.*, 41, 45-52.
183. Morgan, C.L. y Austin, R.B. (1983): Respiratory loss of recently assimilated carbon in wheat. *Ann. Bot.*, 51, 85-95.
184. Murray, R. y Dixon, I.J. (1970): Effects of 2-chloroethylphosphonic acid (ethrel) on factors affecting yield in spring barley. *Proc. 10th Brit. Weed Control Conf.*, 1, 266-274.
185. Nason, A. y McElroy, W.D. (1963): Modes of action of the essential mineral elements. In *Plant Physiology. A Treatise*, vol. III. F.C. Steward (ed.). pp. 451-536, Academic Press, London.
186. Natr, L. (1967): Study of the formation of the grain yield of cereals. III. The influence of the cutting-off of leaves and awns on the reduction of the yield elements in spring barley and winter wheat. *Rostl. Vyroba*, 13, 797-818.
187. Needham, P. y Boyd, D.A. (1976): Nitrogen requirement of cereals. 2. Multi-level nitrogen test with spring barley in south-western England. *J. agric. Sci., Camb.*, 87, 163-170.
188. Nicholls, P.B. y May, L.H. (1963): Studies in the growth of the barley apex. I. Inter-relationships between primordia formation apex length and spikelet development. *Aust. J. biol. Sci.*, 16, 561-571.
189. Nickel, L.G. (1978): Plant growth regulators. *Chemical and Engineering News*, Special report, 13 pp.
190. Olson, R.A.; Frank, K.D.; Deibert, E.J.; Dreier, A.F. y Johnson, V.A. (1976): Impact of residual mineral N in soil on grain protein yields of winter wheat and corn. *Agron.J.*, 68, 769-772.

191. Orphanos, P.I. y Krentos, V.D. (1980): Concentration of N, P and K in leaves, straw and grain of wheat and barley as influenced by N and P fertilizers under semi-arid conditions. *J. agric. Sci., Camb.*, 94, 551-556.
192. Peiser, G.D. y Yang, S.F. (1979): Ethylene and ethane production from sulphur dioxide-injured plants. *Plant. Physiol.* 63: 142-145.
193. Pendleton, J.W. y Dungan, G.H. (1960): The effect of seeding rate and rate of nitrogen application on winter wheat varieties with different characteristics. *Agron. J.*, 52, 310-312.
194. Penning de Vries, F.W.T. (1972): Respiration and growth. *In* *Crop processes in Controlled Environments*, A.R. Rees, K.E. Cockshull, D.W. Hand y R.G. Hurd (ed.), pp. 327-347, Academic Press, London.
195. Penning de Vries, F.W.T.; Witlage, J.M. y Kremer, D. (1979): Rates of respiration and of increase in structural dry matter in young wheat, ryegrass and maize plants in relation to temperature, to water stress and to their sugar content. *Ann. Bot.*, 44, 595-609.
196. Perez Pujalte, A. y Prieto Fernández, P. (1982): Memoria explicativa de los mapas de suelos y vegetación de la provincia de Granada. C.S.I.C., Estación Experimental del Zaidín, Granada, 127 pp.
197. Peric, D. (1976): Examination of the effect of various forms of nitrogen and nitrogen fertilization on the yield and quality of barley (*H. distichon*). *Arch. Polj. Nanke*, 29, 139-148.
198. Pfund, J.H. (1974): Optimum culm number in barley (*Hordeum vulgare* L. Emend. Lam.). *Dissert. Abst. Int.*, 35, 640.
199. Pollhamer, E. (1981): Productivity and yield analysis of winter barley. *Acta Agr. Acad. Sci. Hung.*, 30, 33-40.
200. Porter, H.K.; Pal, N. y Martin, R.V. (1950): Physiological studies in plant nutrition. XV. Assimilation of carbon by the ear of barley and its relation to the accumulation of dry matter in the grain. *Ann. Bot.*, 14, 55-68.

201. Power, J.F. y Alessi, J. (1978): Tiller development and yield of standard and semidwarf spring wheat varieties as affected by nitrogen fertilizers. *J. agric. Sci., Camb.*, 90, 97-108.
202. Puckridge, D.W. (1971): Photosynthesis of wheat under field conditions. III. Seasonal trends in carbon dioxide uptake of crop communities. *Aust. J. Agric. Res.*, 22, 1-9.
203. Quinlan, H. y Sagar, F. (1962): An autoradiographic study of the movement of ^{14}C -labelled assimilates in the developing wheat plants. *Weed Res.*, 2, 264-273.
204. Rabuffetti, A. y Kamprath, E.J. (1977): Yield, N, and S content of corn as affected by N and S fertilization on Coastal plain soils. *Agron. J.*, 69, 305-319.
205. Rackham, O. (1972): Responses of the barley crop to soil water stress. In *Crop Processes in Controlled Environments*, A.R. Rees, K.E. Cockshull, D.W. Hand and R.G. Hurd (eds.), pp. 127-138, Academic Press, London.
206. Ramos, J.M.; García del Moral, L.F. y Recalde, L. (1982): The influence of pre- and post-anthesis periods on yields of winter barley varieties in southern Spain. *J. agric. Sci., Camb.*, 99, 521-523.
207. Ramos, J.M.; García del Moral, L.F. y Recalde, L. (1983a): Dry matter and leaf area relationships in winter barley. *Agron. J.*, 75, 308-310.
208. Ramos, J.M.; García del Moral, L.F. y Recalde, L. (1984): Vegetative growth of winter barley in relation to environmental conditions and grain yield. *J. agric. Sci., Camb.*, En prensa.
209. Rasmusson, D.C.; McLean, I. y Tew, T.L. (1979): Vegetative and grain-filling periods of growth in barley. *Crop Sci.*, 19, 5-9.
210. Rawson, H.M. (1970): Spikelet number, its control and relation to yield per ear in wheat. *Aust. J. Biol. Sci.*, 23, 1-15.
211. Rawson, H.M. y Hofstra, G. (1969): Translocation and remobilization of ^{14}C assimilated at different stages by each leaf of the wheat plant. *Aust. J. Biol. Sci.*, 22, 321-331.

212. Rawson, H.M. y Evans, L.T. (1971): The contribution of stem reserves to grain development in a range of wheat cultivars of different height. *Aust. J. Agric. Res.*, 22, 851-863.
213. Recalde Manrique, L. (1978): Estudio de algunos factores que determinan la capacidad y calidad productiva de la espiga del trigo. Tesis Doctorales de la Facultad de Farmacia, Universidad de Granada, 214 p.
214. Recalde-Manrique, L. y Díaz-Miguel, M. (1981): Evolution of ethylene by sulphur dust addition. *Physiol. Plant.*, 53, 462-467.
215. Recalde-Manrique, L. y Gómez-Ortega, M. (1979a): Estudio de algunos de los factores fisiológicos que determinan la capacidad productiva de la planta de trigo. I. Interacción entre las aplicaciones de fertilizante nitrogenado y azufre elemental en la fase de ahijado (cobertera temprana). *Anal. Edaf. Agrobiol.*, 38, 1839-1853.
216. Recalde-Manrique, L. y Gómez-Ortega, M. (1979b): Estudio de algunos de los factores fisiológicos que determinan la capacidad productiva de la planta de trigo. II. Interacción entre las aplicación foliares de urea y azufre elemental en la fase de encañado. *Anal. Edaf. Agrobiol.*, 38, 1855-1865.
217. Recalde-Manrique, L. y Recalde-Martínez, L. (1979): Estudio de algunos de los factores fisiológicos que determinan la capacidad productiva de la planta de trigo. III. Efecto comparativo de las aplicaciones de Azufre elemental pulverizado y de ácido 2-cloro-etil-fosfónico (ethrel). *Anal. Edaf. Agrobiol.*, 38, 2105-2103.
218. Recalde-Martínez, L. (1981): Relaciones entre la productividad primaria y la cosecha económica de los cereales. In *Productividad Vegetal*, C. Córdoba (coord.), pp. 89-114, Ed. Universidad Complutense, Madrid.
219. Recalde-Martínez, L. y Martín, E. (1968): Efecto, en la cosecha, de la aplicación de azufre pulverizado sobre las hojas de olivo durante el período de floración. II. Coloquio Europeo y Mediterráneo sobre nutrición vegetal, pp. 235-241, Sevilla.

220. Reisenauer, U.M. y Dickson, A.D. (1961): Effects of nitrogen and sulphur fertilization on yield and malting quality of barley. *Agron. J.*, 53, 192-195.
221. Rohde, C.R. (1963): Effect of N fertilization on yield, components of yield and other agronomic characters of winter wheat. *Agron. J.*, 55, 455-458.
222. Rowell, P.L. y Miller, D.G. (1971): Induction of male sterility in wheat with 2-chloroethyl-phosphonic acid (ethrel). *Crop Sci.*, 11, 629-631.
223. Rowlatt, S.; Crawford, D.V. y Unsworth, M.H. (1978): Sulphur cycle in wheat and other farm crops. *Sulphur Forages Proc. Symp.*, 1-14.
224. Russell, G.; Ellis, R.P.; Brown, J.; Milbourn, G. H. y Hayter, A.M. (1982): The development and yield of autumn- and spring- sown barley in south east Scotland. *Ann. appl. Biol.*, 100, 167-178.
225. Russo, L.; Dostal, H.C. y Leopold, A.C. (1968): Chemical stimulation of fruit ripening. *Bioscience*, 18, 109.
226. Ryle, G.J.A. (1966): Physiological aspects of seed yield in grasses. In *The growth of Cereals and Grasses*, F.L. Milthorpe and J.D. Ivins (eds.), pp. 106-120, Butterworths, London.
227. Saciragic, C. (1976): Effect of different dates of applying nitrogen fertilizer on the the pattern of NPK accumulation by spring barley under the ecological conditions of the Sarajevsko Polje. *Field Crop Abst.*, 29, 232.
228. Saghir, A.R.; Kahn, A.R. y Worzella, W.W. (1968): Effects of plant parts on the grain yield, kernel weight, and plant height of wheat and barley. *Agron. J.*, 60, 95-97.
229. Scarbrook, C.E. (1965): Nitrogen availability. In *Soil Nitrogen*, Series of Agronomy No. 10, W.V. Bartholomew y F.E. Clark (eds.), pp. 481-502, American Society of Agronomy, Madison.

230. Scharen, A.L.; Krupinsky, J.M. y Reid, D.A. (1983): Photosynthesis and yield of awned versus awness isogenic lines of winter barley. *Can. J. Plant Sci.*, 63, 349-355.
231. Shands, H.L. y Dickson, A.D. (1953): Barley-botany, production, harvesting, processing, utilization and economics. *Econ. Bot.*, 7, 3-26.
232. Simmons, S.R. y Rasmusson, D.C. (1982): Tillering in barley: Genotype, row spacing, and seeding rate effects. *Crop Sci.*, 22, 801-805.
233. Simmons, S.R.; Crookston, R.K. y Kurle, J.E. (1982): Growth of spring wheat kernels of influenced by reduced kernel number per spike and defoliation. *Crop Sci.*, 22, 983-988.
234. Simpson, G.M. (1968): Association between grain yield per plant and photosynthetic area above the flag leaf node in wheat. *Can. J. Plant Sci.*, 48, 253-260.
235. Smith, E.A.; Bailey, P.H. e Ingram, G.W. (1981): Prediction of the field, moisture content of mature baley and wheat by comenly used drying equations. *J. agric. Enging. Res.*, 26, 171-178.
236. Snedecor, G.W. (1964): Métodos analíticos aplicados a la investigación agrícola y biológica. Ed. Continental, México, 653 p.
237. Snedecor, G.W. y Cochran, W.G. (1981): Métodos estadísticos. Ed. Continental, México, 703 p.
238. Sokal, R.R. y Rohlf, F.J. (1979): Biometría. Principios y métodos estadísticos en la investigación biológica. Ed. Blume, Madrid, 832 p.
239. Sparrow, P.E. (1979): Nitrogen response curves of spring barley. *J. agric. Sci., Camb.*, 92, 307-317.
240. Spencer, K. y Freney, J.R. (1980): Assesing the sulphur status of field-grow wheat by plant analysis. *Agron. J.*, 72, 469-472.
241. Spratt, E.D. (1974): Effect of ammonium and nitrate forms of fertilizer-N and their time of applications on utilization of N wheat. *Agron. J.*, 66, 57-61.

242. Steward, B.A. y Porter, L.K. (1969): Nitrogen-sulphur relationships in wheat (Triticum aestivum L.), corn (Zea mays L.) and beans (Phaseolus vulgaris L.). *Agron. J.*, 61, 267-271.
243. Stoskopf, N.C. and Law, J. (1972): Some observations on ethrel as a tool for developing hybrid cereals. *Can. J. Plant Sci.*, 52, 680-683.
244. Stoy, V. (1963): The translocation of ¹⁴C-labelled photosynthetic products from the leaf to the ear in wheat. *Physiol. Plant.*, 16, 851-866.
245. Street, H.E. y Sheat, D.E.G. (1958): The absorption and availability of nitrate and ammonia. In *Encyclopedia of Plant Physiology* vol. VIII, W. Ruhland (ed.), pp. 150-165, Springer-Verlag, Berlin.
246. Tanner, J.W.; Gardener, C.J.; Stoskopf, N.C. y Reinbergs, E. (1966): Some observations on upright-leaf-type small grains. *Can. J. Plant Sci.*, 46, 690.
247. Thomas, M.D. (1958): Assimilation of sulphur and physiology of essential S-compounds. In *Encyclopedia of Plant Physiology* vol. IX, W. Ruhland (ed.), pp. 37-63, Springer-Verlag, Berlin.
248. Thomas, M.D.; Hendricks, R.H.; Bryner, L.C. e Hill, G.R. (1944): A study of the sulphur metabolism of wheat, barley and corn using radioactive sulphur. *Plant Physiol.*, 19, 227-244.
249. Thomas, M.D.; Hendricks, R.H. y Hill, G.R. (1950): The sulphur metabolism of plants. Effects of sulphur dioxide in vegetation. *Ind. Eng. Chem.* 42: 2231-2235.
250. Thompson, J.F. (1967): Sulphur metabolism in plants. *Ann. Rev. Plant Physiol.*, 18, 59-84.
251. Thorne, G.N. (1959): Photosynthesis of lamina and sheaths of barley leaves. *Ann. Bot.*, 23, 365-370.
252. Thorne, G.N. (1962a): Survival of tillers and distribution of dry matter between ear and shoot of barley varieties. *Ann. Bot.*, 26, 37-54.

253. Thorne, G.N. (1962b): Effect of applying nitrogen to cereals in the spring or at ear emergence. *J. agric. Sci., Camb.*, 58, 89-96.
254. Thorne, G.N. (1965): Photosynthesis of ears and flag leaves of wheat and barley. *Ann. Bot.*, 27, 155-174.
255. Thorne, G.N. (1966): Physiological aspects of grain yield in cereals. In *The Growth of Cereals and Grasses*, F.L. Milthorpe and J.D. Ivins (eds.), pp. 88-105, Butterworths, London.
256. Thorne, G.N. (1974): Physiology of grain yield of wheat and barley. Rothamsted exp. Stn. Report for 1973, part 2, 5-25.
257. Thorne, G.N. (1982): Distribution between parts of the main shoot and tillers of photosynthate produced before and after anthesis in the top three leaves of main shoot of Hobbit and Maris Huntsman winter wheat. *Ann. appl. Biol.*, 101, 553-559.
258. Thorne, G.N. y Ford, M.A. (1971): Sink capacity of wheat ears. Rothamsted exp. Stn. Report for 1970, part 1, 94-95.
259. Thorne, G.N. y Watson, D.J. (1955): The effect on yield and leaf area of wheat of applying nitrogen as a top dressing in april or in sprays at ear emergence. *J. agric. Sci., Camb.*, 46, 449-456.
260. Thorne, G.N.; Ford, M.A. y Watson, D.J. (1968): Growth, development and yield of spring wheat in artificial climates. *Ann. Bot.*, 32, 425-445.
261. Tolbert, N.E. (1960): (2-chloroethyl) trimethylammonium chloride and related compounds as plant growth substances. II. Effect on growth of wheat. *Plant Physiol.*, 35, 380-385.
262. Torp, J. (1979): Relations between production of starch and percentage, quality and yield of protein in barley. *Z. Acker-Pflanzenbau.*, 148, 367-377.
263. Threshow, M. (1970): Environment and plant response. McGraw-Hill, New York, 422 p.

264. Turrel, F.M. y Weber, J.R. (1955): Elemental sulphur dust, a nutrient for lemon leaves. *Science*, 122, 119-120.
265. Vernon, A.J. y Allison, J.C.S. (1963): A method of calculating net assimilation rate. *Nature*, 200, 814.
266. Viets, F.G. (1965): The plant's need for and use of nitrogen. In *Soil Nitrogen*, Series of Agronomy No. 10, W.V. Bartholomew y F.E. Clark (eds.), pp. 503-549, American Society of Agronomy, Madison.
267. Walpole, P.R. y Morgan, D.G. (1972): Physiology of grain filling in barley. *Nature*, 240, 416-417.
268. Warner, H.L. y Leopold, A.C. (1967): Plant growth regulation by stimulation of ethylene production. *Bioscience*, 17, 722.
269. Warner, H.L. y Leopold, A.C. (1969): Ethylene evolution from 2-chloroethyl phosphonic acid. *Plant Physiol.*, 44, 156-158.
270. Warren Wilson, J. (1981): Analysis of growth, photosynthesis and light interception for single plants and stands. *Ann. Bot.*, 48, 507-512.
271. Warrington, I.J.; Dunstone, R.L. y Green, L. M. (1977): Temperature effects at three development stages on the yield of the wheat ear. *Aust. J. Agric. Res.*, 28, 11-27.
272. Watson, D.J. (1947a): Comparative physiological studies on the growth of yield crops. I. Variation in net assimilation rate and leaf area between species and varieties, and within and between years. *Ann. Bot.*, 11, 41-76.
273. Watson, D.J. (1947b): Comparative physiological studies on the growth of field crops. II. The effect of varying nutrient supply on net assimilation rate and leaf area. *Ann. Bot.*, 11, 357-407.
274. Watson, D.J. (1952): The physiological basis of variation in yield. *Adv. Agron.*, 4, 101-145.
275. Watson, D.J. (1956): Leaf growth in relation to yield. In *The growth of Leaves*, F.L. Milthorpe (ed.), pp. 178-191, Butterworths, London.

276. Watson, D.J. (1958): The dependence of net assimilation rate on leaf-area-index. *Ann. Bot.*, 22, 37-54.
277. Watson, D.J.; Thorne, G.N. y French, S.A.W. (1958): Physiological causes of differences in grain yield between varieties of barley. *Ann. Bot.*, 22, 321-352.
278. Watson, D.J.; Thorne, G.N. y French, S.A.W. (1963): Analysis of growth and yield of winter and spring wheats. *Ann. Bot.*, 27, 1-22.
279. Welbank, P.J.; French, S.A.W. y Witts, K.J. (1966): Dependence of yields of wheats varieties of their leaf area duration. *Ann. Bot.*, 30, 291-299.
280. Welbank, P.J.; Witts, K.J. y Thorne, G.N. (1968): Effect of radiation and temperature on efficiency of cereal leaves during grain growth. *Ann. Bot.*, 32, 79-95.
281. Wellington, P.S. (1966): Germination and seedling emergence. In *The Growth of Cereals and Grasses*, F.L. Milthorpe y J.D. Ivins (eds.), pp. 3-19, Butterworths, London.
282. Widdowson, F.V. y Penny, A. (1969): Effects on barley and kale of NPK fertilizers containing differing proportions of urea and ammonium nitrate, and either triple superphosphate or mono-urea phosphate. *J. agric. Sci., Camb.*, 73, 125-132.
283. Wiegand, C.L. y Cuellar, J.A. (1981): Duration of grain filling and kernel weight of wheat as affected by temperature. *Crop. Sci.*, 21, 95-101.
284. Willey, R.W. y Holliday, R. (1971a): Plant population and shading studies in barley. *J. agric. Sci., Camb.*, 77, 445-452.
285. Willey, R.W. y Holliday, R. (1971b): Plant population, shading and thinning studies in wheat. *J. agric. Sci., Camb.*, 77, 453-461.
286. Williams, R.F. (1955): Redistribution of mineral elements during development. *Ann. Rev. Plant Physiol.*, 6, 25-42.

287. Winkler, V. y Schön, W.J. (1980): Aminoacid composition of the kernel proteins in barley resulting from nitrogen fertilization at different stages of development. *Z. Acker-und Pflanzenban*, 149, 503-512.
288. Yap, T.C. y Harvey, B.L. (1972): Relations between grain yield and photosynthetic parts above the flag leaf node in barley. *Canad. J. Plant Sci.*, 52, 241-246.

