

12.51.084

~~Rev 44~~  
T 6/139

FACULTAD DE CIENCIAS  
DEPARTAMENTO DE FISILOGIA VEGETAL



ESTUDIO DE ALGUNOS ASPECTOS ECOFISIOLÓGICOS EN EL ANÁLISIS DE LA  
PRODUCCIÓN DE GRANO EN LOS CULTIVOS DE CEBADA (gen. *Hordeum* L.)  
LUIS F. GARCIA DEL MORAL GARRIDO

Tesis Doctoral

UNIVERSIDAD DE GRANADA  
1982



*Tesis doctoral dirigida por el Dr.D. José María Ramos Clavero, profesor agregado interino de Fisiología Vegetal de la Universidad de Granada. Fue leída el día 12 de Marzo de 1982 ante el tribunal formado por los profesores: Recalde Martínez (Granada); Sabater García (Alcalá de Henares; Esteban Velasco (C.S.I.C.); Varo Alcalá (Granada); Recalde Manrique (Granada). Obtuvo la calificación de Sobresaliente "cum laude".*



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

Deseo expresar mi más sincero agradecimiento al Dr. D. Luis Recalde Martínez, Catedrático Director del Departamento de Fisiología Vegetal de la Universidad de Granada, cuyos conocimientos, visión crítica y continua orientación han hecho posible la realización de este Trabajo.

Al director de esta Tesis, Dr. D. José M<sup>a</sup> Ramos Clavero, por su constante y acertada labor de dirección. Su gran capacidad de trabajo y espíritu científico han constituido para mí un permanente estímulo y su enorme calidad humana ha permitido crear el ambiente idóneo para desarrollar con éxito una actividad científica.

Igualmente, quiero hacer constar mi reconocimiento a la Fundación Ramón Areces la cual, mediante su Proyecto de Investigación sobre Aspectos conducentes a la disminución de las importaciones de soja y maíz, ha financiado parte de este Trabajo.

A D. Enrique Martín Ramirez, Ingeniero Técnico Agrícola, por su colaboración en los trabajos de campo.

Mi gratitud se extiende a los Srs. D. Emilio Aguilera Sánchez, del Laboratorio Regional Agrario de Andalucía Oriental de Atarfe (Granada) por su inestimable ayuda; al Dr. D. Pedro Ramos Clavero, Investigador Científico del C.S.I.C. por sus valiosos consejos y sugerencias en la preparación del manuscrito y a la Sta. Lili Hernández, secretaria del Departamento, que ha mecanografiado la mayor parte de esta Memoria con su habitual simpatía y amabilidad.

Finalmente, a todos mis queridos compañeros del Departamento de Fisiología Vegetal que con su apoyo y amistad han contribuido a la conclusión de esta Tesis Doctoral.

A Marisa, en restitución  
de la atención que por es  
te trabajo le he robado.

A mis padres.

De cuantos siegan oro, esquilan nieve,  
o en pipas guardan la exprimida grana,

(D. Luis de Góngora, Fábula de  
Polifemo y Galatea, vv. 149-150).

## INDICE

	<u>Pag.</u>
0. OBJETO DEL TRABAJO .....	1
1. INTRODUCCION .....	3
1.1. Importancia económica.....	4
1.2. Origen y distribución geográfica .....	4
1.3. Descripción de la planta de cebada .....	6
1.3.1. Clasificación .....	6
1.3.2. Morfología .....	7
1.3.2.1. Partes vegetativas .....	7
1.3.2.1.1. Raíces .....	7
1.3.2.1.2. Tallos .....	8
1.3.2.1.3. Hojas .....	10
1.3.2.2. La inflorescencia y la flor .....	11
1.3.2.2.1. El raquis .....	12
1.3.2.2.2. Las espiguillas .....	13
1.3.2.2.2.1. Las lodículas .....	14
1.3.2.2.2.2. Los estambres .....	15
1.3.2.2.2.3. El ovario .....	16
1.3.2.2.3. Espiguillas laterales .....	16
1.3.2.3. El grano .....	17
1.4. El desarrollo de la planta de cebada .....	19
1.4.1. Periodo vegetativo .....	19
1.4.1.1. Fase de germinación-nascencia .....	19
1.4.1.1.1. Factores que afectan a la germinación-nascencia .....	22
1.4.1.1.1.1. Factores internos .....	22
1.4.1.1.1.2. Factores externos .....	23
1.4.1.2. Fase de ahijamiento .....	25
1.4.1.2.1. Características de la fase de ahijamiento..	26
1.4.2. Periodo reproductivo .....	30
1.4.2.1. Fase de encañado .....	30
1.4.2.1.1. Características de la fase de encañado ....	31
1.4.2.2. Fase de espigado .....	33
1.4.2.3. Crecimiento y desarrollo de la inflorescencia.	37
1.4.2.3.1. Factores que determinan el crecimiento y desarrollo de la inflorescencia .....	39
1.4.2.3.2. Control del tamaño final de la espiga .....	42
1.4.3. Periodo de maduración .....	43
1.4.3.1. Fuente de carbohidratos en el grano .....	44
1.4.3.2. Fotosíntesis previa a la antesis y contribución de las reservas .....	44
1.4.3.3. Fotosíntesis después de la emergencia de la espiga .....	45

	<u>Pág.</u>
1.4.3.4. Control del tamaño del grano .....	46
1.4.3.5. Efecto de los factores ambientales .....	47
1.5. Indices de producción .....	49
1.6. Fertilización de la cebada .....	50
1.6.1. Abonado fosfo-potásico de fondo .....	50
1.6.2. Fertilización nitrogenada .....	50
1.6.2.1. Efecto sobre la cosecha grano .....	50
1.6.2.2. Efecto sobre la cantidad y calidad de las - proteínas del grano .....	51
1.6.2.3. Factores que modifican la respuesta al Nitró- geno .....	54
1.6.2.3.1. Epoca de aplicación .....	54
1.6.2.3.2. Tipo y dosis de fertilizante .....	55
1.6.2.3.3. Factores ambientales .....	56
1.6.3. El Azufre como fertilizante .....	57
1.6.3.1. Requerimientos de Azufre .....	57
1.6.3.2. Período crítico en la nutrición .....	57
1.6.3.3. Azufre por vía foliar .....	58
1.6.3.4. Distribución del Azufre en la planta .....	58
1.6.3.5. Papel del Azufre en la síntesis proteica ..	59
2. METODOS Y TECNICAS EXPERIMENTALES .....	60
2.1. Métodos en el Análisis del Crecimiento .....	61
2.1.1. Valores primarios .....	61
2.1.2. Significado de las características del creci- - miento .....	62
2.1.3. Cálculo de los índices de crecimiento a interva- los de tiempo .....	63
2.1.3.1. Análisis del crecimiento de plantas aisladas	63
2.1.3.1.1. Nivel de crecimiento relativo (Relative - Growth Rate, RGR, R) .....	63
2.1.3.1.2. Proporción de área foliar ( Leaf Area Ra- tio, LAR, F) .....	65
2.1.3.1.3. Tasa de asimilación neta (Net Assimila- - tion Rate, NAR, E) o Razón foliar unita- - ria (Unit Leaf Rate, ULR, E).....	67
2.1.3.1.4. Relaciones básicas en el crecimiento de - plantas aisladas .....	70
2.1.3.2. Análisis del crecimiento de cultivos o comu- nidades .....	71
2.1.3.2.1. Nivel de crecimiento del cultivo (Crop - Growth Rate, CGR) .....	71
2.1.3.2.2. Índice de área foliar (Leaf Area Index, - LAI, L) .....	72
2.1.3.2.3. Relaciones básicas en el crecimiento de - cultivos o comunidades .....	75
2.1.3.2.4. Duración del área foliar (Leaf Area Dura- tion, LAD, D) .....	76

	<u>Pág.</u>
2.1.3.2.5. Índice de clorofila (Chlorophyll Index, CI).	78
2.1.3.2.6. Eficiencia asimiladora durante la maduración (Grain:Leaf Ratio, G) .....	79
2.1.3.3. Alometría en el crecimiento vegetal .....	80
2.1.4. Análisis del crecimiento y producción de grano.	81
2.2. Técnicas experimentales .....	82
2.2.1. Ubicación de las parcelas .....	82
2.2.2. Análisis y tipo de suelo .....	82
2.2.3. Características de los cultivos .....	84
2.2.4. Diseño experimental, fertilización y tratamientos .....	84
2.2.4.1. Ensayo de Nitrógeno .....	84
2.2.4.2. Ensayo de Azufre-Nitrógeno .....	86
2.2.4.2.1. Ensayo de 1978-79 .....	86
2.2.4.2.2. Ensayo de 1979-80 .....	88
2.2.4.2.3. Ensayo de 1980-81 .....	90
2.2.5. Determinaciones experimentales .....	90
2.2.5.1. Procedimiento en el campo .....	93
2.2.5.1.1. Recogida de material .....	93
2.2.5.1.2. Densidad de siembra .....	93
2.2.5.1.3. Antesis y emergencia de la espiga .....	95
2.2.5.1.4. Cosecha grano .....	95
2.2.5.2. Procedimiento en el laboratorio .....	95
2.2.5.2.1. Medida de los valores primarios .....	95
2.2.5.2.2. Determinaciones de producción .....	96
2.2.5.2.3. Análisis del contenido de N en el grano.	96
2.2.6. Estudio agroclimático .....	96
2.2.7. Análisis estadístico.....	97
3. RESULTADOS Y DISCUSION .....	98
3.1. Ensayo de Nitrógeno .....	100
3.1.1. Valores primarios .....	100
3.1.2. Estudio de la producción de grano en función del genotipo y tratamientos nitrogenados.....	119
3.1.2.1. Análisis estadístico anual .....	124
A) Año 1979 .....	124
A-1) Cosecha planta y parámetros en función del genotipo .....	127
A-2) Cosecha planta y parámetros en función de los tratamientos nitrogenados .....	129
B) Año 1980 .....	131
B-1) Cosecha planta y parámetros en función del genotipo .....	134
B-2) Cosecha planta y parámetros en función de los tratamientos nitrogenados .....	136



	<u>Pág.</u>
C) Año 1981 .....	138
C-1) Cosecha planta y parámetros en función del <u>ge</u> notipo .....	141
C-2) Cosecha planta y parámetros en función de los tratamientos nitrogenados .....	143
D) Comentario general a los tres años de estudio ..	145
3.1.2.2. Estudio comparativo de la cosecha planta y parámetros en los tres años analizados .....	146
3.1.2.3. Contenido de nitrógeno en el grano .....	148
3.1.3. Influencia de los períodos de pre y post-ante- sis sobre la producción de grano .....	151
3.1.4. Evolución del número de ahijamientos por plan- ta a lo largo del desarrollo del cultivo .....	156
3.1.5. Estimación de algunos valores primarios por <u>mé</u> todos indirectos .....	161
3.1.5.1. Resultados del método indirecto para la de- terminación de la superficie foliar .....	161
3.1.5.2. Resultados del método indirecto para la de- terminación del número de granos por espiga ..	165
3.2. Ensayo de Azufre-Nitrógeno .....	167
3.2.1. Valores primarios .....	167
3.2.2. Estudio de la producción de grano en función - de los niveles y épocas de aplicación de azu- fre y nitrógeno .....	167
3.2.2.1. Análisis estadístico anual .....	180
A) Año 1979 .....	180
A-1) Estudio de la cosecha grano en función de los niveles y épocas de aplicación de azufre, ni- trosulfato amónico y urea .....	180
A-1.1) Efecto de las aplicaciones de azufre y nitró- geno .....	180
a) Azufre y nitrosulfato amónico .....	180
b) Azufre y urea .....	182
A-1.2) Comparación de los tratamientos N y U .....	184
A-2) Estudio de la cosecha planta y parámetros en- función de los niveles y épocas de aplicación de azufre, nitrosulfato amónico y urea .....	189
A-2.1) Cosecha planta .....	189
A-2.1.1) Efecto de las aplicaciones de azufre y ni- trógeno .....	189
a) Azufre y nitrosulfato amónico .....	189
b) Azufre y urea .....	191
A-2.1.2) Comparación de los tratamientos N y U ..	192
A-2.2) Componentes de la cosecha planta .....	194
A-2.2.1) Efecto de las aplicaciones de azufre y ni- trógeno .....	194
a) Azufre y nitrosulfato amónico .....	194
b) Azufre y urea .....	198



	<u>Pág.</u>
A-2.2.2) Comparación de los tratamientos N y U..	201
A-3) Comentario general al ensayo de 1979 .....	204
B) Año 1980 .....	207
B-1) Estudio de la cosecha grano en función de los niveles y épocas de aplicación de azufre y <u>n</u> itrógeno .....	207
B-2) Estudio de la cosecha planta y parámetros en función de los niveles y épocas de aplicación de azufre y nitrógeno .....	210
B-2.1) Cosecha planta .....	210
B-2.2) Componentes de la cosecha planta .....	212
B-3) Comentario general al ensayo de 1980 .....	215
C) Año 1981 .....	218
C-1) Estudio de la cosecha grano en función de los niveles y épocas de aplicación de nitrógeno y de la adición de azufre al final del ahijado .....	218
C-1.1) Efecto de las aplicaciones de nitrógeno y azufre .....	218
a) Niveles y épocas de aplicación de nitrógeno .	218
b) Azufre al final del ahijado y niveles y épocas de aplicación de nitrógeno .....	220
C-1.2.) Comparación de los tratamientos NsSoNc y NsSaNc .....	221
C-2) Estudio de la cosecha planta y parámetros en función de los niveles y épocas de aplicación de nitrógeno y de la adición de azufre al final del ahijado .....	224
C-2.1) Cosecha planta .....	224
C-2.1.1) Efecto de las aplicaciones de nitrógeno y azufre .....	224
a) Niveles y épocas de aplicación de nitrógeno y azufre .....	224
b) Azufre al final del ahijado y épocas de aplicación de nitrógeno .....	225
C-2.1.2) Comparación de los tratamientos NsSoNc y NsSaNc .....	226
C-2.2) Componentes de la cosecha planta .....	227
C-2.2.1) Efecto de las aplicaciones de nitrógeno y azufre .....	227
a) Niveles y épocas de aplicación de nitrógeno	227
b) Azufre al final del ahijado y niveles y épocas de aplicación de nitrógeno .....	230
C-2.2.2) Comparación de los tratamientos NsSoNc y NsSaNc .....	233
C-3) Comentario general al ensayo de 1981 .....	235
3.2.2.2. Estudio comparativo de la cosecha grano, cosecha planta y parámetros en los tres años-analizados .....	238

	<u>Pág.</u>
3.2.2.3. Contenido de nitrógeno en el grano .....	241
4. CONCLUSIONES .....	246
5. BIBLIOGRAFIA .....	249

0.- OBJETO DEL TRABAJO.

Para obtener los máximos rendimientos económicos de un cultivo es necesario comprender los procesos relacionados con la producción vegetal. En el caso de los cereales, los factores fundamentales que intervienen en la producción de grano son: fotosíntesis, respiración, almacenamiento de sustancias y su translocación al grano, así como división y alargamiento celular. La magnitud de los mismos a lo largo del desarrollo está influida por factores fisiológicos, nutritivos y ambientales, y su integración determina el rendimiento final.

En este sentido, el objeto de la presente Memoria ocupa una triple vertiente:

a) En primer lugar, averiguar en qué medida la dosis y época de aplicación de los fertilizantes nitrogenados modifican la cosecha grano en seis variedades de cebada, así como sus mecanismos causales, bajo las condiciones de cultivo del Sur de España.

b) Por otra parte, comprobar el posible carácter suplementario de las aplicaciones de Nitrógeno y Azufre elemental por vía foliar en distintas épocas del desarrollo sobre la cosecha grano y sus parámetros determinantes.

c) Por último, realizar una revisión bibliográfica de los principales factores implicados en la determinación de la cosecha y de los métodos utilizados en el Análisis del Crecimiento Vegetal. Dada la extensión del tema, no fué posible una revisión exhaustiva y hubo que limitarse a los aspectos más sobresalientes y directamente relacionados con los objetivos propuestos.

Con estos fines, se ha abordado el estudio de algunos aspectos fisiológicos de la nutrición, crecimiento y desarrollo, así como ecológicos de las relaciones suelo-planta-clima, con el deseo de contribuir al logro de un cultivo más racionalizado de la planta de cebada.

1.- INTRODUCCION.

### 1.1.- Importancia económica.

La cebada es uno de los más importantes cultivos de grano, siendo en España el cereal que sigue en magnitud al trigo, dedicándosele una superficie aproximada de un tercio de la de éste.

En el año 1977 la producción española de cebada fue de 6,8 millones de toneladas, representando el 3,9% de la mundial, con un rendimiento de 20,2 Qm/Ha, lo que supone el 61,5% del rendimiento medio alcanzado en Europa. España, junto con Grecia y Portugal presentaron los menores rendimientos entre los países europeos, mientras que Irlanda y Reino Unido obtuvieron los máximos, superando los 45 Qm/Ha. La cebada se cultiva prácticamente en todo nuestro país, aunque con importancia muy variable de unas regiones a otras. En el año 1978 se dedicaron un total de 3,5 millones de Has a su cultivo, con un rendimiento medio de 18,6 Qm/Ha (1). La provincia de Granada dedica aproximadamente 445.530 Has por término medio al cultivo de cereales, lo que representa el 40% de su superficie productiva total (BOSQUE MAUREL, 1971). En el citado año de 1978, en nuestra provincia se dedicaron un total de 136.500 Has al cultivo de este cereal, constituyendo el 30,6% de la superficie dedicada a cereales y el 12,3% de la superficie productiva total. El rendimiento medio obtenido fue de 24,4 Qm/Ha, superior, por tanto, a la media nacional.

La finalidad del cultivo de cebada es la utilización del grano para la alimentación de los animales y del hombre, así como para cervecería y maltería. Desde el año 1968 se ha producido un importante aumento de la superficie destinada a este cereal, a expensas fundamentalmente de la dedicada al trigo. De esta forma, la producción media de cebada en la presente década ha sido de 3,9 millones de Tm, lo que supone un aumento del doble con respecto a la década anterior (Fuente citada). Este incremento obedece al propósito de fomentar el rendimiento y la producción de cereales para pienso, de los que el país es deficitario, limitando así las costosas importaciones de soja y maíz actualmente necesarias.

### 1.2.- Origen y distribución geográfica.

Las primeras teorías que contemplan el origen y evolución de la cebada consideran (TAKAHASHI, 1955) que las especies *Hordeum agriocritikon* Åberg y *H. spontaneum* Koch proporcionaron el punto de partida para las formas cultivadas de 6 y 2 carreras respectivamente, mediante diferenciación a través de mutación.

Sin embargo, se han desarrollado teorías más recientes y con mayor verosimilitud (STAUDT, 1961; HELBAEK, 1966; BRIGGS, 1978). Según estos autores la especie *H. spontaneum* Koch silvestre de 2 carreras, es la única progenitora de las especies cultivadas de 2 carreras y de 6 carreras (en estas últimas, tanto de

---

(1) Fuente: Anuario Estadístico de la Producción Agraria, Mº de Agricultura, 1978.

las de grano desnudo como vestido) (Figura 1).

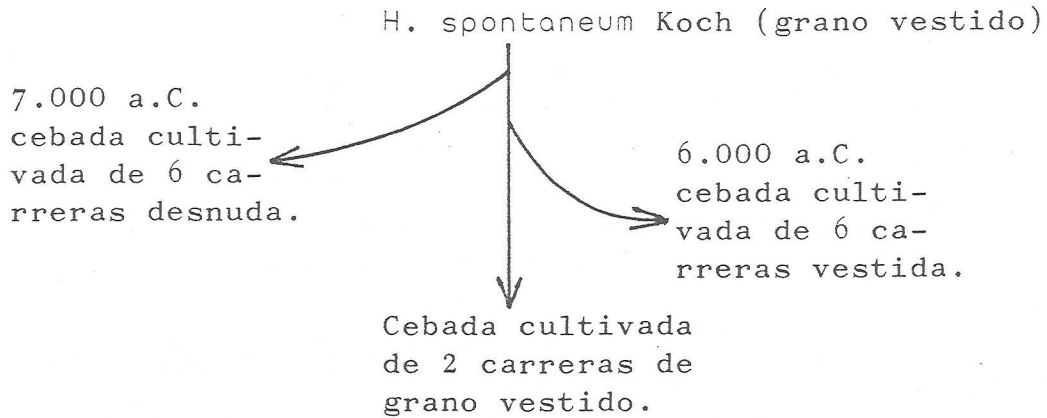


Figura 1..- Ilustración del origen de las formas actuales de cebada cultivada como sugieren STAUDT y HELBAEK.

Desde el punto de vista genético no existe dificultad en derivar las formas de 6 carreras de las de 2 carreras. Experimentos de irradiación han demostrado que tipos de 6 carreras totalmente fértiles pueden originarse por una simple mutación genética. Existe acuerdo general en que la condición de 6 carreras es recesiva (BELL y LUPTON, 1962; RIGGS y KIRBY, 1978), y es bien conocido que las mutaciones dominantes son mucho menos frecuentes que las recesivas. Por tanto, existe una mayor probabilidad de mutación desde 2 a 6 carreras que en la dirección opuesta.

Aunque es generalmente aceptado que existen dos centros de diversidad botánica de cebada cultivada, las montañas de Abisinia y Eritrea donde principalmente se adscriben las cebadas vestidas, y el sudeste de Asia caracterizado por cebadas desnudas, esto no significa necesariamente que esas dos áreas sean los centros primarios de origen. Debe aceptarse la importancia de la migración y diferenciación bajo cultivo.

Aparte los medios por los que esos sucesos hayan podido tener lugar, la cebada se ha establecido en casi todas las regiones templadas del mundo así como en las áreas secas y cálidas de Asia Menor, Norte de Africa y otras zonas mediterráneas. La cebada es el cultivo de cereales más ampliamente distribuido, extendiéndose desde las latitudes tropicales hasta las subárticas (SHANDS y DICKSON, 1953). En las zonas tropicales y subtropicales se cultiva a muy elevadas altitudes y tanto en estas regiones como en las subárticas, las adaptaciones han consistido principalmente en la reducción del ciclo de vida. Sin embargo, la cebada se manifiesta

ta mejor como cultivo en los clima menos extremos, siendo importante tanto en el cinturón templado- cálido como en las regiones frías (BELL y LUPTON, 1962). Según KLAGES (1942), la cebada puede madurar en una estación de crecimiento más corta que cualquier otro cereal, y existen numerosos sistemas y condiciones de cultivo que aprovechan esta capacidad. Sin embargo, es importante apreciar que como sucede con otros cultivos atemperados de cereales con amplia distribución, la producción y calidad del grano se encuentran fuertemente afectadas por las condiciones de crecimiento, ambientales y climáticas.

### 1.3.- Descripción de la planta de cebada.

#### 1.3.1.- Clasificación.

La cebada es un cereal botánicamente 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 (2). En la evolución de sus formas cultivadas no ha existido hibridación intergénica ni poliploidía, presentándose todas las variedades productoras de grano como diploides con un número básico de cromosomas  $n=7$  (BELL y LUPTON, 1962).

En la presente memoria no se pretende realizar un estudio exhaustivo de las variedades de cebada, por lo que se va a utilizar una clasificación muy simple (CARSON y HORNE, 1962), que recoge todas las formas actualmente cultivadas:

- *H. vulgare* L.: Las seis filas de espiguillas fértiles, similares en tamaño y aristadas o apendiculadas (seis carreras).
- *H. intermedium* Kcke.: Las seis filas de espiguillas fértiles. Las laterales marcadamente más pequeñas que la central y nunca aristadas o apendiculadas (seis carreras, mal llamadas de cuatro carreras).
- *H. distichon* L.: Sólo la espiguilla central fértil. Las laterales reducidas a las glumas, lema, pálea y órganos sexuales rudimentarios - (dos carreras típicas).
- *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).

El término "cuatro carreras" frecuentemente encontrado en la bibliografía empleado para las formas de *H. intermedium* Kcke,

---

(2) Flora Europaea, vol. 5 (Monocotiledones). Ed. por T.G. Tutin, Cambridge University Press, 1980.



es incorrecto ya que la única diferencia entre una cebada de seis carreras y las mal denominadas de "cuatro carreras" radica en que en estas últimas las espiguillas laterales se encuentran desplazadas y sus granos se solapan dando la impresión de que sólo existen dos hileras sobre cada lado de la espiga (BRIGGS, 1978).

1.3.2.- Morfología (BERGAL y CLEMENCET, 1962).

1.3.2.1.- Partes vegetativas.

1.3.2.1.1.- Raíces.

Cuando la semilla germina, de la coleorriza emergen de 5 a 10 raíces finas caracterizadas por su recorrido recto y por la presencia de otras raicillas más cortas y muy delgadas (Figura 2a). Estas son, en conjunto, las raíces primarias o seminales, formadas por el crecimiento de la radícula y yemas adyacentes a la misma, y que desempeñan una parte importante en el anclaje y suministro de nutrientes a la joven planta durante el período que transcurre entre la germinación y la formación de la corona. En la planta adulta normalmente se marchitan y pierden su función conductora.

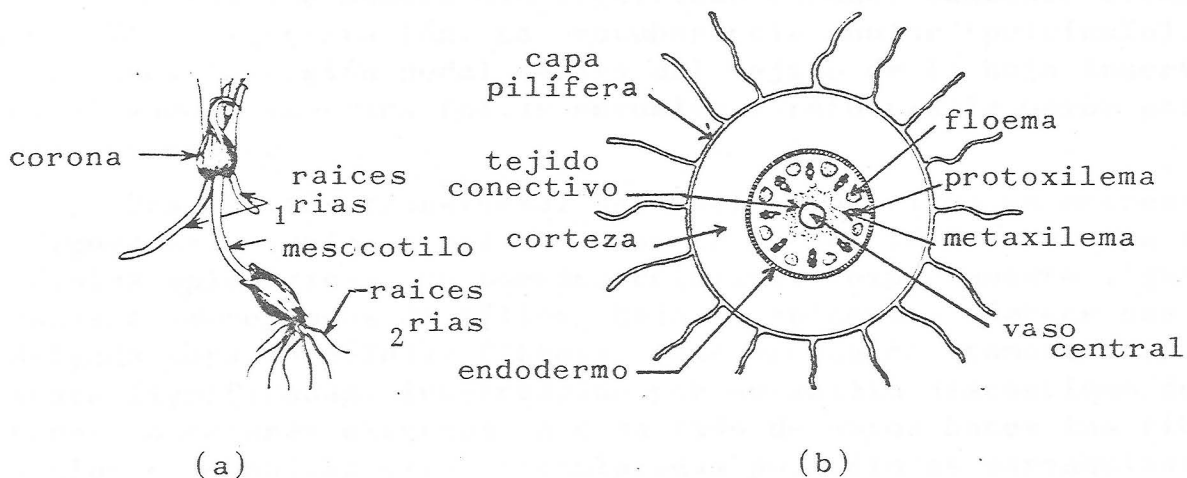


Figura 2.- Raíces: Situación (a) y estructura (b).

En la zona del grano opuesta a las raíces primarias se encuentra un eje desnudo, el mesocotilo, normalmente curvado y que conecta los restos del grano con un área compleja, la corona, de la que surgen separadamente los distintos tallos o ahijamientos de la planta y las raíces secundarias o permanentes (Figura 2a). Estas son raíces adventicias que se desarrollan en número indefinido en la base del tallo. Su sección es claramente mayor

que la de las raíces primarias, son más tortuosas y presentan ramificaciones importantes. En suelos suficientemente friables son capaces de penetrar a gran profundidad, incluso hasta uno o dos metros. Tanto la superficie de las raíces primarias como secundarias se encuentra cubierta profusamente de pelos absorbentes. En algunos casos, bajo condiciones de sequedad, no se desarrollan las raíces adventicias y la planta puede alcanzar la madurez sólo con las raíces seminales (BRIGGS, 1978).

La anatomía de las raíces de cebada ha sido poco estudiada hasta años recientes (CLARKSON y SANDERSON, 1971; CLARKSON et al., 1971; DREW et al., 1973; ELLIS et al., 1977; DREW y SAKER, 1978; BRIGGS, 1978). Una sección transversal (Figura 2b) revela la existencia de un sistema doble de vasos conductores. Los haces leñosos primarios o protoxilema están dispuestos en la periferia del cilindro central y alternan con los haces liberianos (floema), mientras que en el centro existe un único vaso de metaxilema rodeado por tejido conectivo.

#### 1.3.2.1.2. Tallo.

El tallo de cebada consta de 7 a 8 entrenudos, cada uno con una gran cavidad medular, separados entre sí por un diafragma. Su crecimiento tiene lugar en la región basal de cada entrenudo, la cual permanece sin lignificar durante bastante tiempo después de la floración. La protuberancia anular (pulvínulo) que marca la región nodal deriva del tejido de la hoja inserto en el nudo y la vaina foliar envuelve y refuerza la mayor parte del entrenudo.

Una sección transversal del tallo a nivel de un entrenudo (Figura 3a) revela en primer lugar la presencia de una capa de células epidérmicas con paredes celulares completamente lignificadas e impregnadas de sílice. Bajo la epidermis aparece una delgada capa de células fibrosas (esclerenquima) también altamente lignificadas, interrumpida por un anillo discontinuo de haces vasculares externos. A cada lado de estos haces las fibras esclerenquimáticas están reemplazadas por células parenquimatosas que contienen clorofila. Estas células se hallan cubiertas únicamente por la epidermis y constituyen los rayos verdes claramente visibles en la cara externa del tallo. Por debajo de la capa fibrosa aparece un tejido parenquimatoso compuesto de células grandes que se van lignificando con la edad. En el interior de este tejido se localiza un segundo anillo de haces vasculares más grandes y numerosos que los que componen el anillo periférico; cada haz está rodeado por células fibrosas de paredes delgadas y lignificadas. El resto consiste en grandes vasos punteados entremezclados con numerosas células parenquimatosas pequeñas. Los haces se ramifican a nivel de cada diafragma para suministrar tejido vascular a las hojas.

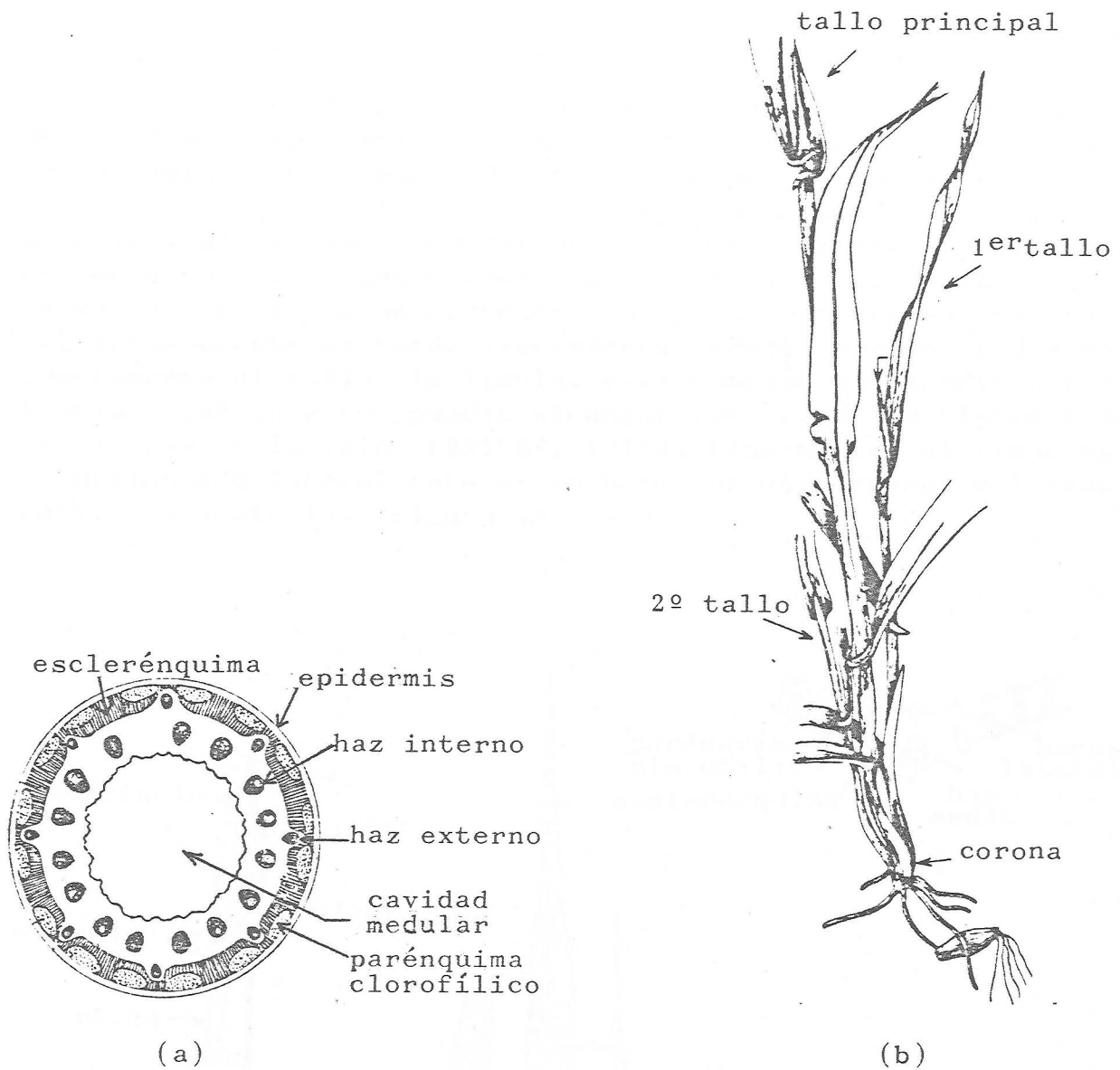


Figura 3.- Tallo: Sección Transversal (a) y morfología (b).

La 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. Consecuentemente, el tallo es poco rígido determinando que este cereal sea, entre los más comunes, el menos resistente al encamado (SHANDS y DICKSON, 1953; CLEMENT-GRANDCOURT y PRATS, 1969; BRIGGS, 1978).

De la corona surgen un número variable de tallos (Figura 3b). El principal, derivado de la plúmula, es a menudo reconocible por su desarrollo algo más avanzado y altura ligeramente mayor. El número de tallos varía grandemente de estación a estación, - con las condiciones de cultivo y con la variedad (CARSON y HORNE, 1962; BUNTING y DRENNAN, 1966; KIRBY, 1973a; KIRBY y JONES, 1977; BRIGGS, 1978), siendo la capacidad de ahijamiento uno de los factores que determinan la cosecha (WATSON et al., 1958; RYLE, 1966;

THORNE, 1966; YOSHIDA, 1972; THORNE, 1974; JONES y KIRBY, 1977).

1.3.2.1.3.- Hojas.

Además de su papel normal en la asimilación, las hojas de las gramíneas desempeñan una importante función protectora de la espiga y de soporte del tallo. Surgen en lados opuestos del mismo sobre nudos alternos, constando de dos partes, la vaina basal, arrollada alrededor del tallo y el limbo, que forma con este un ángulo más o menos agudo. En el punto de unión de la vaina y el limbo se encuentra una pequeña membrana transversal transparente de borde ligeramente irregular y que rodea estrechamente al tallo, la lígula, cuya función es impedir que la lluvia o los insectos puedan alcanzar los tejidos meristemáticos de la base de la vaina (BRIGGS, 1978). Finalmente, el limbo está prolongado lateralmente en su base por dos órganos membranáceos, las aurículas (Figura 4a).

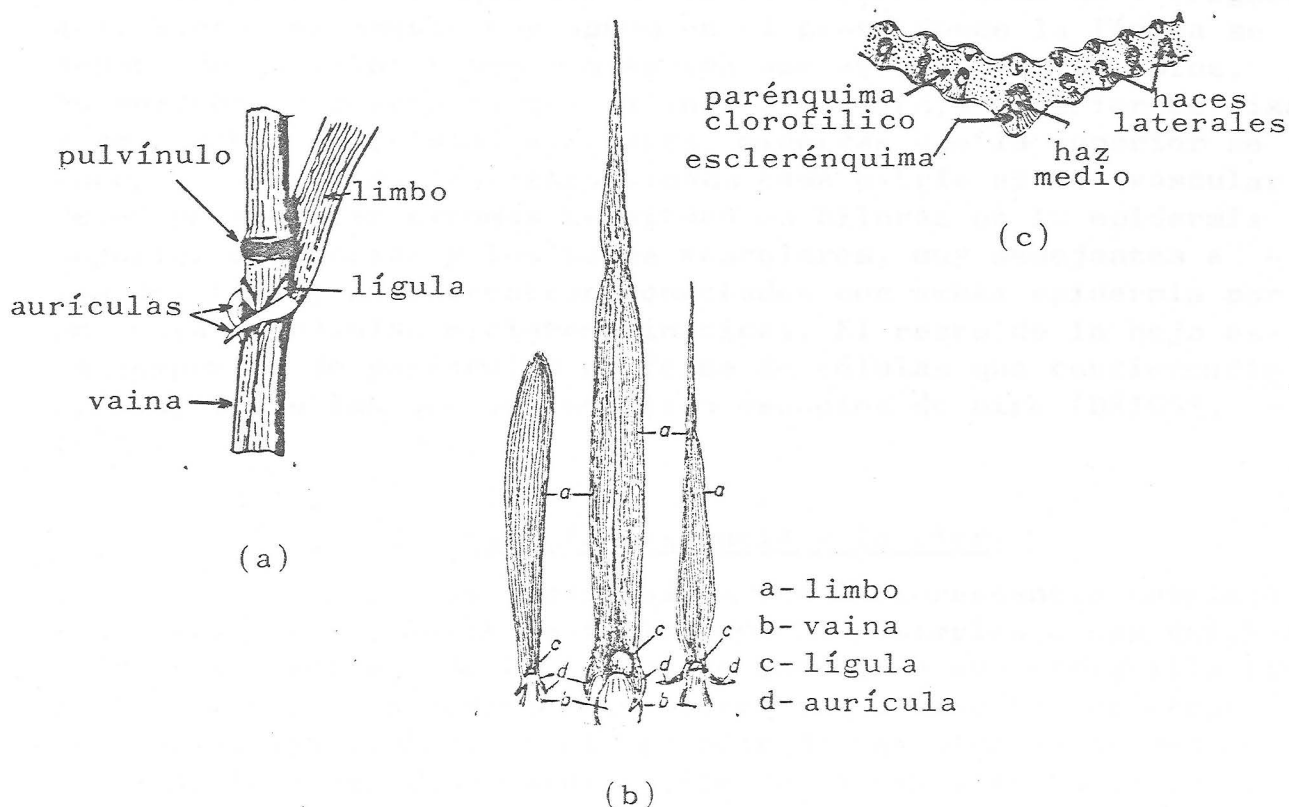


Figura 4.- Hojas: (a) Inserción en el tallo; (b) forma, (c) sección transversal.

La epidermis de la vaina foliar es casi siempre glabra en las cebadas de 2 carreras, pero en algunas variedades de 6 carreras y ocasionalmente de 2, muestra una pubescencia más o menos intensa, principalmente en la vaina de las hojas inferiores. Esta característica se encuentra particularmente acusada en las cebadas de invierno (CARSON y HORNE, 1962).

El limbo es linear, adelgazándose gradualmente hacia el ápice, estando marcado por una ligera constricción a la altura del siguiente nudo. Posee un nervio central patente y de 10 a 12 nervios secundarios paralelos al mismo que se anastomosan en el ápice. Su forma y dimensiones son caracteres varietales pero también pueden modificarse por las condiciones de cultivo.

La primera hoja es totalmente distinta en apariencia a las restantes, siendo más ancha y corta, de ápice obtuso y aurículas muy reducidas. La última u hoja bandera es similar a las inferiores excepto en que su limbo es más pequeño (Figura 4b). En contraste, su vaina está particularmente bien desarrollada y ofrece protección a la joven espiga antes de su emergencia.

La sección transversal de la hoja posee forma de V (Figura 4c), siendo el ángulo muy agudo en el punto donde la lámina se separa de la vaina y menor a medida que se aproxima al ápice. Su anatomía recuerda la del tallo. La epidermis inferior es lisa y se compone de células similares, mientras que la superior se encuentra estriada, correspondiendo cada estría al haz vascular de un nervio. Los estomas se sitúan en hileras en la epidermis superior e inferior y los haces vasculares, muy semejantes a los del tallo, se encuentran conectados con ambas epidermis por una masa de células esclerenquimáticas. El resto de la hoja está compuesto de parénquima uniforme de células que contienen clorofila, entre las que se localizan espacios de aire (BRIGGS, 1978).

#### 1.3.2.2.- La inflorescencia y la flor.

La espiga de las gramíneas es una inflorescencia compleja compuesta por una serie de inflorescencias simples o espiguillas. A cada lado del eje de la espiga se encuentra una espiguilla la cual nace sobre un pedicelo que lleva en su base dos brácteas primarias, las glumas. En el interior de las glumas, el pedicelo se prolonga en el raquidío o eje de la espiguilla, sobre el cual nacen dos brácteas secundarias diferentes de las glumas. La primera de ellas es la pálea inferior (pálea dorsal o lema) en cuyo eje nace la flor. La segunda, conocida como pálea superior (pálea ventral o simplemente pálea), surge del pedicelo de esta flor. Por tanto, cada flor se encuentra protegida por dos páleas y cada espiguilla por dos glumas (Figura 5).



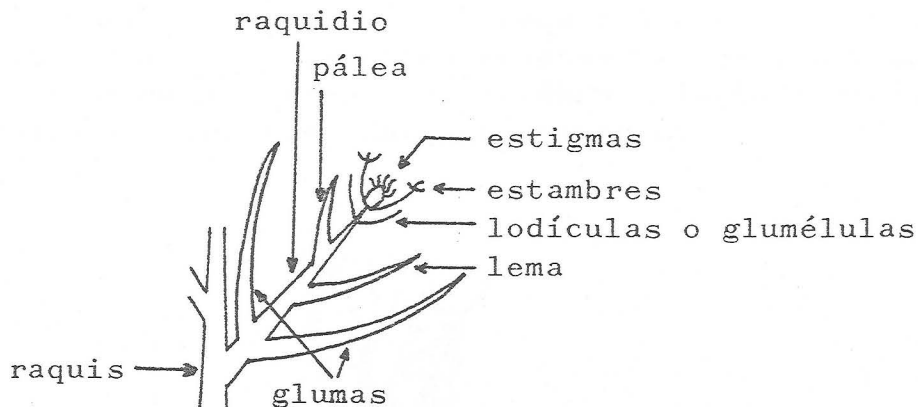


Figura 5.- Esquema de la espiguilla en la familia Gramíneas.

Aunque la espiga de cebada sigue este modelo general, puede ser caracterizada por las siguientes propiedades:

- (1) La espiguilla es extremadamente simple, conteniendo sólo una flor.
- (2) Las espiguillas están agrupadas en conjuntos de tres en cada nudo del raquis.
- (3) El pedicelo de la espiguilla y el de la flor se encuentran tan reducidos que la cariósida está estrechamente cubierta por las páleas, y la estructura así formada parece estar directamente unida al raquis.
- (4) Las espiguillas se encuentran fuertemente apretadas contra el raquis y su eje, el raquidio, está literalmente encajado en una estría que se forma en el eje de la pálea ventral, alcanzando raramente la mitad de la longitud del grano. El raquis está, además, comprimido entre las dos filas de espiguillas.

#### 1.3.2.2.1.- El raquis.

El raquis es, en realidad, una extensión del tallo. Difiere del resto del mismo en que sus entrenudos están muy reducidos en longitud y posee simetría bilateral, provocada por un aplastamiento dorsiventral que también ha conducido a la desaparición de la cavidad central.

En la unión del tallo con la base de la espiga se encuentra una estructura en forma de ribete, conocida como cuello o collar, y que parece representar los vestigios de las aurículas de una hoja abortiva (Figura 6). Entre el borde del collar y el primer entrenudo del raquis se sitúa un grupo de espiguillas que normalmente no se desarrollan. El número de los demás entrenudos varía de acuerdo con las condiciones de cultivo y la varie

dad, pero en términos generales es infrecuente encontrar más de 30. Dentro de una misma espiga, los entrenudos individuales son idénticos en tamaño, de forma más o menos trapezoidal con la base mayor arriba donde se encuentran sujetas las espiguillas y su sección es claramente irregular, estando aplastado hacia el eje de la espiga y redondeado hacia el exterior.

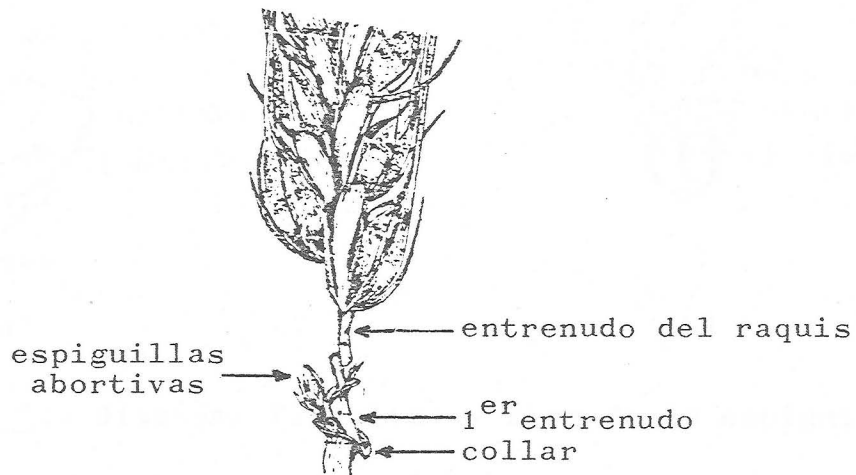


Figura 6.- Base de la espiga mostrando el collar.

#### 1.3.2.2.2.- Las espiguillas.

Ya ha sido mencionado que las espiguillas se presentan en grupos de tres en cada nudo del raquis, y es esta tríada y no una espiguilla simple la que debe ser considerada como la unidad elemental de la espiga. La primera consecuencia de este agrupamiento es que las glumas, en lugar de hallarse sobre cada lado del eje de la espiguilla, están desplazadas y situadas en el lado opuesto al raquis. La segunda es que las 3 espiguillas no son idénticas, siendo la central perfectamente regular en estructura con relación al plano axial de la inflorescencia, mientras que las laterales están torcidas, una en una dirección y la otra en la opuesta. Por otra parte, aunque la espiguilla central contiene una flor hermafrodita normalmente fértil, las laterales pueden ser fértiles o bien contener una flor deficiente en varios aspectos. Es por esto que debe tomarse una espiguilla media como modelo para la descripción inicial y posteriormente serán discutidas las modificaciones que pueden tener lugar sobre las laterales. El diagrama floral de la espiguilla media de cebada puede observarse en la Figura 7a.

Las primeras estructuras en la base de la espiguilla son las dos glumas, situadas una a cada lado de la pálea dorsal e insertas directamente sobre el raquis. En las variedades de cebada cultivadas, las glumas son pequeñas y de forma muy constan



te. Se trata de brácteas estrechas de alrededor de un mm de anchura y con finas aristas de longitud variable.

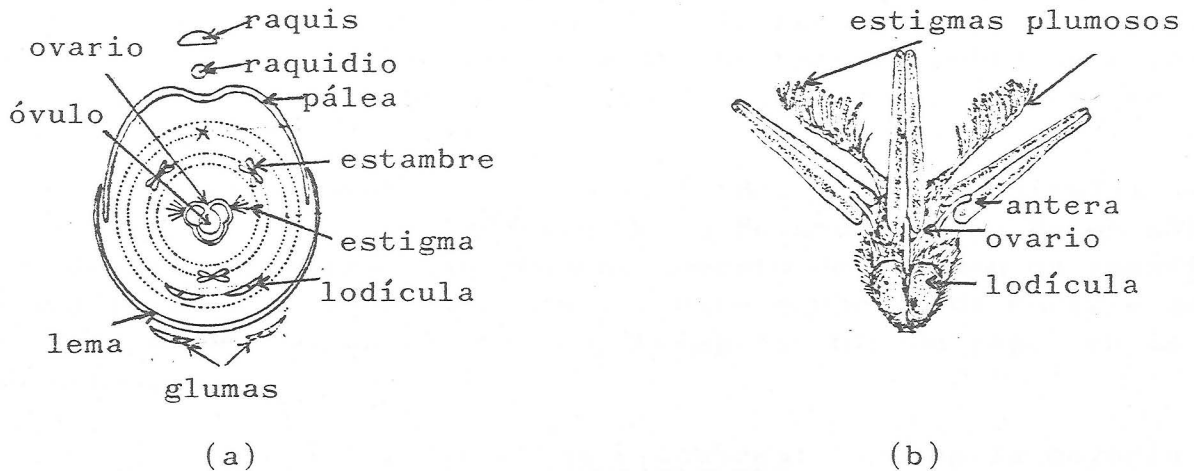


Figura 7.- Diagrama floral(a) y flor de la espiguilla media (b)

Las páleas son de gran importancia en la tribu Triticeae ya que cubren completamente la flor. La pálea inferior o lema es una gran bráctea lanceolada y bicarenada, con 5 nervios y normalmente prolongada por una larga arista con numerosos denticillos curvados. La longitud de las aristas varía dentro de una misma espiga, siendo más cortas las situadas en la parte superior, particularmente en el ápice. Su sección es triangular y poseen tres haces vasculares longitudinales separados por tejido fotosintético, el cual está conectado con el exterior por dos hileras de estomas (BRIGGS, 1978). Con respecto a su función, es evidente que desempeñan un papel protector en relación a los predadores; los pájaros, por ejemplo, atacan con mayor intensidad a las variedades sin aristas. Cuando el grano está madurando poseen también un papel importante por su capacidad para excretar agua y disipar calor (FERGUSON et al., 1973). La pálea inferior o ventral es una bráctea con 3 nervios, de ápice más o menos obtuso y nunca terminada por una arista. En su parte axial presenta un profundo surco donde se aloja el raquidio.

1.3.2.2.2.1.- Las lodículas: Son dos pequeñas estructuras soldadas (0,5-1,2 mm<sup>2</sup>) semejantes a hojas, insertas en la base de la flor y cubiertas de pelos del mismo tipo de los encontrados sobre el raquidio (Figura 7b). Son independientes de las páleas y se hallan comprimidas entre el ovario y la pálea ventral.

Existen clasificaciones de las variedades cultivadas de cebada basadas en la forma y tamaño de las lodículas, ya que és



tas presentan grandes diferencias en las distintas variedades - pero son muy estables dentro de una misma variedad (CARSON y HORNE, 1962). Así se encuentran dos grandes grupos:

- En el primero (*Latisquamosae* Bergal) las lodículas están bien desarrolladas; poco antes de la fecundación se vuelven turgentes y voluminosas, presionando fuertemente sobre la pálea dorsal desplazándola. De esta forma la flor se abre y permite la emergencia de los estambres.

- En el segundo (*Parvisquamosae* Bergal) las lodículas son rudimentarias; en el momento de la fecundación se hacen sólo ligeramente turgentes y su pequeño aumento de volumen es insuficiente para abrir la espiguilla. En este grupo puede decirse que las lodículas, aparentemente, no desempeñan ningún papel en la floración.

1.3.2.2.2.- Los estambres: Como en la mayoría de las gramíneas, se desarrollan únicamente 3 estambres. Las anteras son largas (2 ó 3mm), gruesas y libres en su extremidad inferior, bajo el punto de inserción del filamento (Figura 7b). Este es muy corto en la flor inmadura pero se elonga inmediatamente después de que el aumento de volumen de las lodículas haya causado la apertura de la flor (grupo *Latisquamosae*). En este momento los estambres aparecen y cuelgan fuera de la flor (Antesis, Figura 8a). Simultáneamente se abren los sacos polínicos escapando una nube de polen.

En las variedades de lodículas poco desarrolladas (grupo *Parvisquamosae*) no sucede la elongación de los filamentos, ya que ésta se debe a una intensa pérdida de agua provocada por la apertura de la flor, ni la emergencia de las anteras (Antesis no visible). Sólo bastante tiempo después de la fecundación el ovario, al desarrollarse, empuja las anteras vacías que aparecen en el ápice del grano (Figura 8b). Por tanto, estas variedades son cleistógamas y de necesidades autógamias, puesto que la flor no llega a abrirse en la antesis.



Figura 8.- Antesis visible (grupo *Latisquamosae*, a) y no visible (grupo *Parvisquamosae*, b).

No obstante, la simultaneidad de la liberación de los granos de polen con la apertura de la flor hace que la autogamia sea el fenómeno más frecuente en la mayoría de las cebadas cultivadas y que la fecundación cruzada se presente en menor medida (GILES et al., 1974; BRIGGS, 1978).

1.3.2.2.2.3.- El ovario: Parece estar formado por la fusión de dos carpelos, ya que el interior, típico de otras monocotiledóneas, se halla completamente ausente. Posee 2 estigmas plumosos cubiertos de abundantes pelos glandulares. Es unilocular y contiene sólo un óvulo (Figura 7b) con dos tegumentos, cada uno formado por dos capas de células. El externo se reabsorbe pronto después de la fecundación, pero el interno persiste y finalmente forma la testa que se funde íntimamente con la pared del ovario para dar lugar a la superficie de la cariósida.

1.3.2.2.3.- Espiguillas laterales.

En las cebadas de 6 carreras las espiguillas laterales son muy similares a la central (Figura 9a) pero difieren en algunos detalles. Nacen sobre un pedicelo muy pequeño -mientras que las centrales son sésiles-, las aristas son más cortas y sus granos son ligeramente asimétricos y más pequeños.

Con respecto a las cebadas de 2 carreras, las espiguillas laterales se hallan reducidas a las glumas, pálea, lema nunca aristada (Figura 9b), estambres capaces de formar polen fértil y ovario rudimentario que sólo muy ocasionalmente da origen a grano.

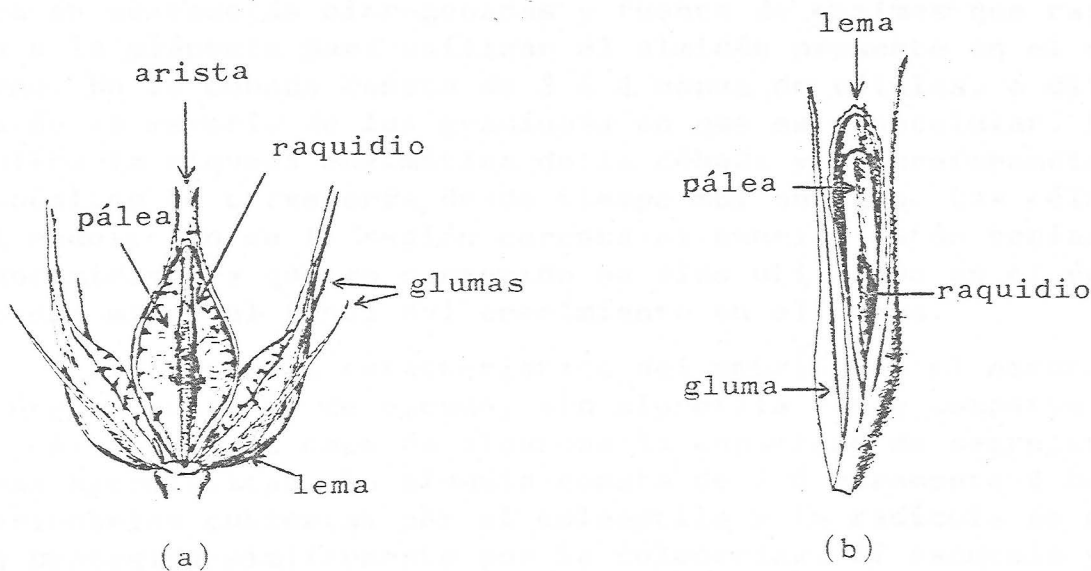


Figura 9.- Tríada de espiguillas en las variedades de 6 carreras (a) y flor lateral estéril en las variedades de 2 carreras (b).

### 1.3.2.2.- El grano.

En la mayoría de las variedades cultivadas en Europa la pared del ovario se funde íntimamente con la superficie interior de las páleas, originando un grano vestido. Aunque en la agricultura europea esta característica parece distinguir la cebada del trigo y del arroz, por ejemplo, está lejos de ser una regla. Se conocen muchos casos, particularmente entre las variedades asiáticas, donde no ocurre esta fusión quedando el grano desnudo. Parece que estas formas fueron las predominantes durante el Neolítico (STAUDT, 1961).

El grano de la cebada es realmente un fruto monospermo - seco e indehisciente, conocido botánicamente como carióspside. En las cebadas vestidas, de mayor interés para nosotros, el fruto está todavía complicado por la presencia de las páleas y del raquidío que permanece fijo en el surco ventral de la pálea superior. Durante la maduración el grano se seca y disminuye de volumen, causando que las páleas se arrugan en una extensión que varía con las condiciones de crecimiento y la variedad. Separando la pálea dorsal aparecen las lodículas ya secas descansando entre ella y el embrión.

La base del grano está ocupada por el embrión y el resto por un endospermo amiláceo bien desarrollado. Este importante tejido de reserva será consumido por el embrión durante los primeros estadios de vida de la joven planta. Una sección longitudinal del grano (Figura 10) descubre que la mayoría de las células del endospermo están ocupadas con granos de almidón simples y compuestos. En la periferia del endospermo existen algunas capas de células de paredes gruesas libres de almidón pero que contienen granos de aleurona. Estas forman la capa de aleurona, rica en sustancias nitrogenadas y fuente de enzimas que capacitan a la plántula para utilizar el almidón presente en el endospermo. En la cebada consta de 3 ó 4 capas de células, a diferencia de la mayoría de las gramíneas en que es monocelular. Esto explica la riqueza enzimática de la cebada y su preferencia para propósitos de cervecería desde tiempo muy antiguo. Las células del endospermo en la región cercana al embrión están vacías y comprimidas, ya que su contenido ha sido utilizado en el desarrollo del mismo al final del crecimiento en el campo.

El rasgo más característico del embrión es el escutelo, un órgano en forma de escudo, sin clorofila y que comparte con las células de la capa de aleurona la capacidad de segregar enzimas hidrolíticas. La plúmula consta de 3 ó raramente 4 hojas embrionarias cubiertas por el coleoptilo y la radícula se encuentra protegida similarmente por la coleorriza. El escutelo y coleoptilo pueden ser considerados como el equivalente de una hoja cotiledónica, habiendo tomado funciones nutritivas y protectoras respectivamente. El endospermo está cubierto exteriormente

por la testa, derivada del tegumento interior del óvulo, que posee la importante propiedad de la semipermeabilidad siendo permeable al agua pero no a las sales disueltas. Por fuera de la testa y más o menos fusionada con ella se encuentra el delgado pericarpio o pared ovárica y finalmente las páleas.

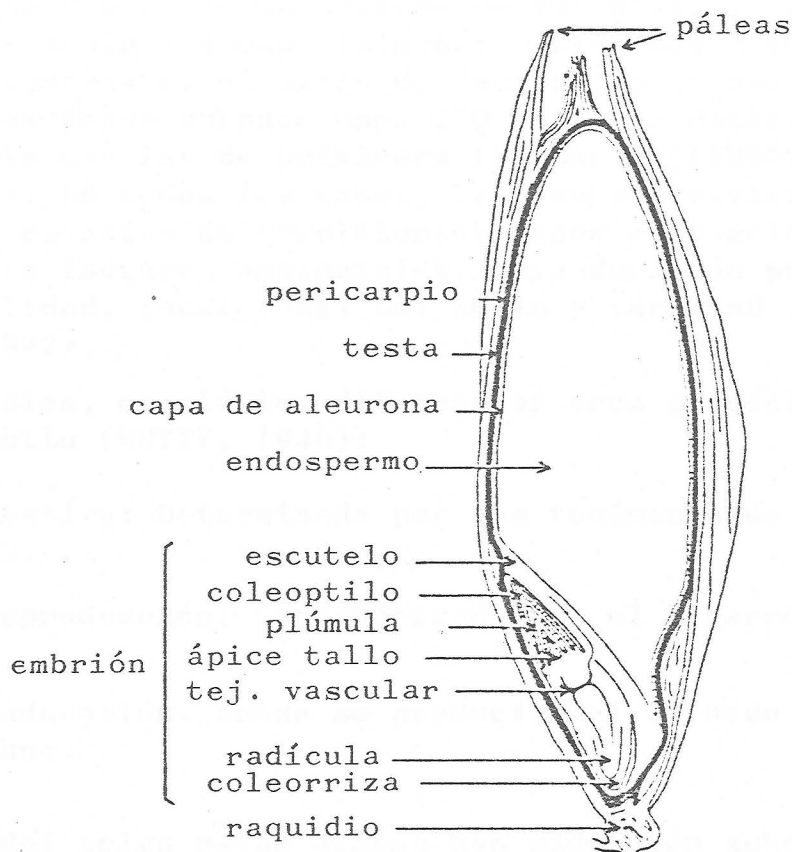


Figura 10.- Corte longitudinal del grano.

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 al 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 para malteado son aquellas que poseen un bajo contenido de N total. Por el contrario, en las cebadas para alimentación del ganado conviene obtener la máxima cantidad y calidad de proteína en el grano (HUNTER, 1962; ANDERSEN, 1977).

#### 1.4.- Desarrollo de la planta de cebada.

El período que transcurre entre la siembra y la maduración de una cebada de primavera es del orden de 120 días para las regiones de Europa Occidental con clima continental o semi-continental, siendo algo más largo, aproximadamente 140 días, para países como Inglaterra, Holanda y Dinamarca, de clima oceánico. En áreas más septentrionales (Noruega, Finlandia y Suecia) el desarrollo sucede dentro de un período de 100 días, y para aquellas cebadas de evolución especialmente rápida puede ser sólo de 90 días. En contraste, el ciclo de desarrollo de una cebada de invierno se extiende durante unos 270 días, es decir, aproximadamente el doble que las de primavera (BERGAL y CLEMENCET, 1962; BRIGGS, 1978). En todos los casos, la planta atraviesa un número definido de estadios de crecimiento, donde es particularmente sensible a los factores ambientales, cuya duración puede variar con la localidad, condiciones del suelo y variedad (CARSON y HORNE, 1962).

En los cereales, es clásico diferenciar tres grandes períodos de desarrollo (WHYTE, 1946):

- Fase vegetativa: Determinada por los fenómenos de absorción y fotosíntesis.

- Fase de reproducción: Caracterizada por el desarrollo de la espiga.

- Fase de maduración: Donde se producirá el llenado o crecimiento del grano.

En el caso del trigo estas etapas han sido bien subdivididas en una serie de estadios fisiológicos (JONARD et al., 1952) o fenológicos (LARGE, 1954) que corresponden a cambios notables en el ritmo de crecimiento, diferenciación o metabolismo. A pesar de los estudios realizados por DOMMERGUES, actualmente no se dispone de una caracterización satisfactoria de los estadios de desarrollo de la cebada (BRIGGS, 1978). Por tanto, en la presente memoria se va a utilizar la clasificación de FEEKES para el trigo modificada por LARGE y recientemente adaptada a cebada por BRIGGS (Tabla 1).

##### 1.4.1.- Período vegetativo.

1.4.1.1.- Fase de germinación-nascencia (Estadios 0-1): Período comprendido entre la germinación de las semillas y la formación de plántulas que emergen en la superficie del suelo.

Tabla 1.- Escala de Feekes modificada por Large y adaptada por Briggs (las letras corresponden al sistema de Dommergues) - (BRIGGS, 1978).

ESTADIO

PERIODO VEGETATIVO.

- Germinación-nascencia.

- 0 Crecimiento inicial bajo la superficie del suelo.
- 1 El coleoptilo alcanza la superficie. Nascencia (L). Aparecen las hojas y son numeradas secuencialmente (F-1, F-2, F-3, etc.). Se considera que una hoja es visible cuando aparecen sus aurículas.

- Ahijamiento.

- 2 Comienzo del ahijamiento (T). El tallo principal aparece a nivel del suelo (T-1). (N.B., en algunos sistemas al tallo principal se le denomina M y a los tallos hijos  $T_1$ ,  $T_2$ , etc.).
- 3 Los tallos secundarios crecen desde la corona (T-2, T-3, etc.). Hojas a menudo enrolladas. En algunas variedades la planta está más o menos postrada.
- 4 Comienzo de la erección de los pseudotallos; vainas foliares empezando a elongar.
- 5 Pseudotallos(formados por las vainas de las hojas) ampliamente erectos.

PERIODO DE REPRODUCCION.

- Encañado.

- 6 Primer nudo visible en la base del tallo.
- 7 Segundo nudo del tallo visible.
- 8 Apice de la última hoja (hoja bandera) visible; limbo todavía enrollado.
- 9 Lígula de la hoja bandera visible (D). Hojas basales comenzando a secarse. La meiosis normalmente ocurre en este estadio.
- 10 Estadio de zurrón. La vaina de la hoja bandera es totalmente visible y engrosada por la espiga.



- Espigado.

- 10.1 Emergencia de los ápices de las aristas (B).
- 10.2 Cuarta parte de la espiga visible.
- 10.3 Mitad de la espiga visible.
- 10.4 Tres cuartas partes de la espiga visibles.
- 10.5 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 es-tambres pueden o no sobresalir de la es-piguilla.

PERIODO DE MADURACION.

- 11.1 Grano lechoso.
- 11.2 Grano harinoso. Materiales blandos pero secos.
- 11.3 Grano duro (dificultad para romperlo con la uña, J).
- 11.4 Maduración para la recogida, paja seca y quebradiza (R).

El pedúnculo se cur-va inclinándose la -espiga hacia el suelo.

La germinación se puede definir en un sentido botánico - estricto como el proceso que comienza con la imbibición, continúa con una fase de activación enzimática y finaliza con la elon-gación 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).

En los primeros estadios de desarrollo del grano, cuando este ha absorbido suficiente cantidad de agua, dispone de oxíge-no y de una temperatura adecuada, el embrión pasa de vida laten-te a activa. Los materiales de reserva se hidratan e hinchan y son más fácilmente atacables por los enzimas que se segregan en el escutelo y la capa de aleurona, los cuales difunden en el en-dospermo y desdoblan las proteínas, almidón, fosfatos orgánicos, grasas, etc. Para que los enzimas puedan alcanzar los materiales de reserva es indispensable la disolución de las paredes celula-res del endospermo, llevada a cabo por las hemicelulasas producidas en el embrión. Esta disolución comienza en la zona adyacen-te al escutelo y progresa hacia el ápice del grano (DE CLERCK, 1962).

La modificación del endospermo va acompañada por una serie de cambios en la capa de aleurona. A medida que se hidratan los granos de aleurona se hinchan, son metabolizados y se transforman en vacuolas que ocupan grandes porciones de la célula; - hay un progresivo aumento en las crestas mitocondriales, retículo endoplasmático rugoso y dictiosomas, disminuyendo el contenido de lípidos en los esferoplastos. Paralelamente aparecen granos de almidón en el parénquima escutelar, aparentemente sintetizados desde los productos de la disolución del endospermo, - que serán utilizados posteriormente en el crecimiento de la radícula y coleoptilo (BRIGGS, 1978). Las reservas de carbohidratos del endospermo llegan al embrión en forma de glucosa y no de sacarosa (COLLINS y WILSON, 1975).

El primer signo visible de la germinación ocurre aproximadamente al tercer día con la emergencia de la coleorriza desde la base del grano. En primer lugar aparece la raicilla principal seguida, entre el 5º y 8º día, por las raíces seminales secundarias, casi indistinguibles en este momento. En condiciones de humedad están cubiertas por numerosos y finos pelos radicales. 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 apareciendo finalmente en el ápice (DE CLERCK, 1962; BRIGGS, 1978) (Figura 11a).

La nascencia sucede cuando el coleoptilo aparece a nivel del suelo recubriendo la plúmula. A continuación la primera hoja atraviesa el coleoptilo y las raíces seminales crecen, se ramifican y se extienden, con lo que la plántula puede alimentarse a partir del suelo, finalizando la fase de germinación-nascencia (Figura 11b).

La duración normal de esta etapa suele ser de 20 días - (BERGAL y CLEMENCET, 1962) pero puede variar con la temperatura, humedad, aireación, profundidad y densidad de siembra y con las disponibilidades de fósforo en el suelo, ya que su deficiencia provoca un bajo nivel de crecimiento y ramificación de las raíces seminales, conduciendo a un escaso desarrollo del sistema radical (MATAR, 1977; CLARKSON et al., 1978).

#### 1.4.1.1.1.- Factores que afectan a la germinación-nascencia.

1.4.1.1.1.1.- Factores internos.- La semilla ha de cumplir una serie de condiciones para la germinación:

a) Que no sobrepase su longevidad máxima, que aunque se estima entre los 4 y 10 años dependiendo de la variedad y de la conservación, prácticamente su período de utilización suele ser de 1 ó 2 años. La duración de la viabilidad está en relación inversa con la temperatura y humedad durante el almacenamiento - (ELLIS y ROBERTS, 1980).



b) Que esté normalmente constituida, tanto desde el punto de vista bioquímico como morfológico.

c) Que haya alcanzado su madurez fisiológica, muy distinta a la madurez comercial. Algunas semillas comercialmente maduras no germinan, ya que deben experimentar un "estado durmiente", cuya duración puede ser de días, semanas o meses. Las causas de la dormancia son desconocidas, pero probablemente se deben a una interrelación de los factores internos y ambientales. Así, el período de latencia es menor en aquellas semillas que han madurado en ambientes cálidos y secos en oposición a las que lo han hecho en ambientes fríos y húmedos (BRIGGS, 1978).

En cebada se puede acortar el período de dormición mediante el uso de inhibidores respiratorios o aplicando atmósferas - del 96% de oxígeno durante las primeras 24 horas (MAJOR y ROBERTS, 1968).

#### 1.4.1.1.1.2.- Factores externos.

a) Agua: La germinación y brotación están controladas - por el potencial hídrico del suelo, bien a través de la conductividad del agua durante la imbibición o por su influencia sobre aspectos fisiológicos del desarrollo del embrión (HILLEL, 1972).

Las relaciones hídricas del grano de cebada están determinadas por la permeabilidad selectiva de las cubiertas externas, actuando el grano como un osmómetro, y por la capacidad absorbente del embrión y endospermo, hidratándose este último con más - lentitud y alcanzando un menor contenido de humedad final. El - lugar o lugares de penetración del agua están todavía en discusión, pero parece que la testa es impermeable al agua, por lo que probablemente ésta penetre a través de la región micropilar (BRIGGS, 1978).

La curva de absorción de agua es de tipo exponencial durante la fase inicial de la imbibición, pero pronto cambia de - una absorción física a metabólica, dependiente de la presencia de oxígeno (WELLINGTON, 1966). El suministro óptimo de agua decrece con la madurez del grano, siendo un 30% el contenido mínimo de humedad para que se inicie la germinación.

Bajo condiciones naturales, basta con una lluvia de 20mm para producir el máximo porcentaje de germinación, aunque el - posterior crecimiento y supervivencia de las plántulas requiere otra precipitación suficiente (ABD EL RAHMAN et al., 1967).

b) Temperatura: La germinación del grano de cebada presenta una temperatura mínima de 5° C y una máxima de 38° C, estando la óptima alrededor de los 29° C (BRIGGS, 1978). Sin embargo, la temperatura óptima para la emergencia de la plántula parece ser menor, de unos 15° C, puesto que depende del crecimiento del coleoptilo. Por tanto, una brotación rápida con el consi

guiente asentamiento del cultivo se consigue cuando la temperatura del suelo se desvía poco de la óptima para la emergencia - (SINGH y DHALIWAL, 1972). A pesar de ello, las cebadas precoces pueden soportar fríos de hasta  $-5$  a  $-7^{\circ}$  C (CLEMENT-GRANDCOURT y PRATS, 1969).

Agua y temperatura son factores ambientales que con frecuencia interaccionan retrasando la brotación; así, la sequía - aumenta sus efectos según se desplaza la temperatura de su óptimo (McGINNES, 1960; TADMOR et al., 1969).

c) Aireación: La respiración del grano seco es muy lenta antes de la siembra, pero desde el comienzo de la hidratación - se produce un fuerte incremento en la expulsión de  $\text{CO}_2$ . Sin embargo, la absorción de  $\text{O}_2$  sufre un retraso temporal hasta el inicio del crecimiento, lo que ha sido atribuido a la formación de una película de humedad entre las células respirantes y el aire, pero también puede ser debido a la menor difusión del  $\text{O}_2$  en los tejidos imbibidos, o a un desplazamiento de las vías respiratorias hacia la fermentación (WELLINGTON, 1966).

Cuando el grano despunta incrementa la absorción de  $\text{O}_2$  y el cociente respiratorio se aproxima a la unidad, indicando que las hexosas son el sustrato principal de la respiración y que - antes de la emergencia de la radícula y coleoptilo las cubiertas del grano restringen el intercambio gaseoso (BRIGGS, 1978).

La respiración, que controla el crecimiento y desarrollo de la plántula, alcanza un máximo entre el 4º y 6º día, coincidiendo con el mayor nivel de translocación de sustancias nitrogenadas desde el endospermo al embrión (METIVIER y DALE, 1977), pudiendo corresponder a un cambio metabólico en la utilización del nitrógeno de procedencia interna o externa (WELLINGTON, 1966).

d) Condiciones de siembra: El período que transcurre entre el inicio del cultivo y la nascencia varía con la fecha y - profundidad de siembra. Las variedades precoces se suelen sembrar a unos 3 cm, mientras que las tardías o en áreas secas entre los 5 y 8 cm, con el fin de que las semillas queden en la tierra - fresca. Una profundidad superior a 8 cm puede provocar que la - planta muera antes de alcanzar la superficie (BERGAL y CLEMENCET, 1962; CLEMENT-GRANDCOURT y PRATS, 1969).

Los cereales en general tienen una elevada capacidad de compensar las bajas densidades de siembra aumentando el número de tallos por planta, habiéndose observado que variaciones importantes en la cantidad de semillas sembrada tienen poco efecto - sobre la cosecha final (WILLEY y HOLLIDAY, 1971b; FINLAY et al., 1971; GUPTA et al., 1976). No obstante, la densidad óptima depende de la fertilidad del suelo y su efecto es apreciable cuando las disponibilidades de nitrógeno son limitadas (DOB BEN, 1966).

La siembra en llano o en surco tiene poco efecto sobre la cosecha (NIFFENEGER y DAVIS, 1965); aunque se ha observado que la dirección del surco "norte-sur" es más favorable que la "este-oeste", debido probablemente a una mejor penetración de la luz en la antena (AUSTENSON y LARTER, 1969).

1.4.1.2.- Fase de ahijamiento (Estadios 2 al 5): Comienza con la emergencia del coleoptilo finalizando cuando los pseudotallos, formados por las vainas de las hojas, están ampliamente erectos. A su vez puede dividirse en dos etapas:

a) Preahijamiento: Se inicia en el momento que la primera hoja, todavía enrollada, perfora el coleoptilo. Cuando ésta se encuentra aún en la primera mitad de su desarrollo aparece el ápice de la segunda hoja, cuya base permanece envainada por el coleoptilo; en este estadio la planta posee 5 ó 6 raíces primarias (Figura 11c). Una vez que las dos hojas han mediado su desarrollo apunta la tercera; al mismo tiempo, se puede distinguir por transparencia a través del coleoptilo un filamento mucho más fino que el resto del tallo (mesocotilo o rizoma) el cual termina en un abultamiento que se hincha progresivamente hasta formar la corona o nudo de ahijamiento. El mesocotilo es tanto más largo cuanto más profunda sea la siembra, ya que el nudo se forma a nivel del suelo.

Durante este período, el coleoptilo se deseca y separa progresivamente; el grano, cada vez más marchito y desprovisto de reservas, tiende a desprenderse, mientras que las raíces primarias se alargan.

La aparición de la cuarta hoja y la emergencia del tallo principal marcan el final de esta etapa (Figura 11d).

b) Ahijamiento: La 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 rizoma, completamente marchito, se desprende del coleoptilo arrastrando a las raíces primarias (Figura 11e).

El nudo de ahijamiento está constituido por un número variable de yemas, a cada una de las cuales corresponde una hoja en cuya axila se forman las yemas laterales, de las que surgirán los tallos secundarios en una cantidad que depende de la variedad y del ambiente (Figura 11f). En las cebadas de primavera se forman de 2 a 5 tallos y en las de invierno entre 5 y 10 (BERGAL y CLEMENCET, 1962). Estas últimas permanecen en reposo durante las épocas más frías ya que las temperaturas reinantes impiden el crecimiento de los entrenudos. En general, las variedades de 6 carreras ahijan menos que las de 2 (CARSON y HORNE, 1962; RIGGS y KIRBY, 1978).

Con la aparición de la cuarta hoja coincide el primer brote hijo ( $T_1$ ) y con la quinta, el segundo ( $T_2$ ); de esta forma, a cada nueva hoja le corresponde la aparición de un tallo hijo. La planta adquiere una apariencia característica que es más o menos postrada en relación con la variedad y el grado de desarrollo de los jóvenes tallos y hojas. Las condiciones generales de crecimiento también afectan al porte de la planta, el cual es menos erecto en ambiente favorable (CARSON y HORNE, 1962).

Posteriormente, los ahijamientos o tallos primarios se forman activamente y comienzan a crecer. 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 terminados por una pequeña espiga tardía. Eventualmente, sobre estos últimos pueden desarrollarse pequeños tallos terciarios (CANNEL, 1969a).

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

#### 1.4.1.2.1.- Características de la fase de ahijamiento.

El ahijamiento es una de las etapas más importantes en el desarrollo de la planta de cebada, ya que constituye un proceso compensador del efecto de las condiciones ambientales reinantes durante el período vegetativo; así, al rellenar los espacios vacíos, permite la total explotación del medio ejerciendo una decisiva influencia sobre la cosecha (KIRBY y FARIS, 1972).

La duración y éxito de esta fase depende del carácter varietal y de los factores ambientales (luz, temperatura, agua, fertilización nitrogenada, densidad de siembra, etc.).

a) Disponibilidad de luz.- El principal proceso limitante y competitivo de cualquier cultivo es la fotosíntesis, principalmente determinada por la extensión que alcanza el área foliar en cada etapa de su desarrollo y dependiente en gran medida de la capacidad de ahijamiento.

Los tallos hijos compiten, durante su inicio y crecimiento, con el tallo principal por un suministro limitado de fotosintetizados (KIRBY y FARIS, 1972; KIRBY y JONES, 1977). Así, la formación de tallos va a estar influenciada por la superficie foliar presente al comienzo del ahijamiento (CANNEL, 1969b).

La influencia de la intensidad y duración de la luz ha sido muy estudiada. ASPINALL y PALEG (1964; cit. por LAUDE, 1972) obtienen que en plántulas de cebada el número de tallos se reduce para intensidades decrecientes de luz, y cuando estas son muy bajas sólo se producen tallos primarios. El nivel de ahijamiento aparece estrechamente dependiente de la energía radiante total. Sin embargo, encuentran que los cambios en el fotoperio-

do tienen poco efecto sobre el ahijado. Otros estudios (FRIEND, 1966; CANNEL, 1969b) coinciden en la influencia de la intensidad luminosa, pero añaden que el aumento de fotoperíodo estimula el número de tallos formados. No obstante, parece que la respuesta al fotoperíodo depende en gran medida de la variedad (BRIGGS, 1978).

b) Temperatura. - El efecto de la temperatura sobre el ahijamiento se halla relacionado con la luz y parece estar muy ligado al carácter varietal.

CANNEL (1969b) indica que en cebada el mayor índice de ahijamiento se consigue sometiendo las plantas a temperatura diurna-nocturna de 19 y 10°C, sustituyéndola, al cabo de cuatro días por 10 y 6°C. Los niveles medio y mínimo se obtienen con tratamientos continuados de 10 y 6°C y 19 y 10°C, respectivamente. El autor sugiere que la aceleración en el desarrollo y expansión de las hojas iniciales durante las primeras 90 horas de exposición a 19 y 10°C pueden haber conducido a un mayor suministro de asimilados para el desarrollo de los tallos hijos cuando se transfirieron a condiciones de 10 y 6°C.

En general, las temperaturas elevadas estimulan el nivel de formación de primordios foliares en el ápice del tallo principal, lo que reduce en gran medida el número de tallos  $T_1$  (THORNE, 1962a; CANNEL, 1969a; KIRBY y RIGGS, 1978). Dado que la encargada de suministrar los fotosintetizados al tallo principal y al ahijamiento  $T_1$  es la primera hoja (FRIEND, 1966), que suele ser la más pequeña, si se aumenta la temperatura incrementa su superficie, pero no lo suficiente para atender al aumento de respiración y las demandas de asimilados, cubriéndose apenas las del tallo principal a expensas del crecimiento del  $T_1$  (CANNEL, 1969b).

Las bajas temperaturas, aunque retrasan el desarrollo de los brotes, no tienen gran 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 riego o la lluvia elevan la humedad del suelo la cosecha aumenta, principalmente debido al incremento en el número y supervivencia de los tallos (KIRBY, 1968; KIRBY, 1969). Si la irrigación se realiza después de un período prolongado de sequedad, aunque se eleva el número de tallos no tiene repercusión sobre la cosecha, ya que los nuevos tallos son inmaduros, verdes y sin espiga (BRIGGS, 1978).

La irrigación puede, en ocasiones, disminuir la cosecha cuando las disponibilidades de nitrógeno no limitan el crecimiento de las hojas. En primer lugar, porque al aumentar el ahijamiento la superficie transpirante es mayor, produciéndose un déficit hídrico en planta y suelo que repercute negativamente so-



bre la cosecha (LUEBS y LAAG, 1967) y en segundo lugar porque, al elevarse el número de tallos y su supervivencia se produce un déficit interno de hidratos de carbono, lo que influye desfavorablemente en la formación de la espiga (BRIGGS, 1978).

Un déficit hídrico puede reducir el peso de la planta, el número de hijos, su fertilidad y aumentar la extensión de su mortalidad. Estos efectos dependen del tiempo y la severidad del "stress" (JONES y KIRBY, 1977; BRIGGS, 1978). Una disminución en el "stress" es a menudo seguida por un rápido crecimiento, posiblemente a expensas de los fotosintatos y nitratos acumulados en planta y suelo, respectivamente.

La sequía es más perjudicial en unos estadios de desarrollo que en otros, por lo que el concepto de "período crítico" de crecimiento es muy importante en el conocimiento de los efectos de la lluvia o la irrigación (SLAVIK, 1966). Así, la falta de agua al principio del período de crecimiento puede deprimir el establecimiento de los hijos y las raíces.

d) Nitrógeno y otros elementos nutritivos.- Se ha observado que un incremento en las disponibilidades de nitrógeno durante el período de ahijamiento determina un aumento en la cosecha grano hasta llegar a un cierto nivel, pasado el cual la deprime (THORNE, 1962b; LANGER, 1966). Los resultados sugieren, por una parte, la existencia de una concentración crítica de nitratos en las hojas de cereales relacionada con la cosecha óptima (POJANEE et al., 1972; BAYLES, 1977c) y por otra, la aparición de efectos favorables y desfavorables sobre la cosecha al aumentar las disponibilidades de nitrógeno.

El efecto favorable es debido a un aumento en el ahijamiento (WATSON, 1947b; DUBETZ y WELLS, 1965, 1968; THORNE, 1966; CANNEL, 1969a; KIRBY, 1969; NEEDHAM y BOYD, 1976; LEYSHON et al., 1980); y el desfavorable a que el exceso de nitrógeno puede inducir el encamado de las plantas, al crear un desequilibrio entre los metabolismos glucídico y proteínico, deprimiendo la cosecha (SLOPE y ETHERIDGE, 1977). Además, a diferencia del agua, aumenta el número de tallos hijos pero disminuye su supervivencia, aunque este punto se encuentra en discusión (CANNEL, 1969a).

Respecto a los factores que limitan la respuesta de la cosecha al nitrógeno parecen ser fundamentalmente agua y luz, pues los tallos que mueren sin producir espiga no sólo limitan la cosecha, sino que consumen inútilmente fotosintetizados y agua que se pierden irreversiblemente (DONALD, 1968), interceptando, además, la luz que podría ser recibida por las hojas de tallos que portan espiga (KIRBY y FARIS, 1972).

En cereales la época de aplicación y dosis de nitrógeno afectan la formación y crecimiento de los tallos hijos. Cuando se aplica gran cantidad de abonado nitrogenado en época tardía

existen fenómenos de competencia entre tallos por este nutriente y un mayor riesgo de encamado, mientras que la aplicación temprana como  $\text{NH}_4^+$  aumenta el número de tallos por unidad de superficie (THORNE y WATSON, 1955; SPRATT, 1974; LEYSHON et al., 1980).

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

La mayor parte del nitrógeno de la planta se absorbe por la raíz del tallo principal y de los tallos primarios, algo por las raíces de los secundarios y casi nada por los terciarios (MANGAS MARTIN y SANCHEZ DE LA PUENTE, 1979). En cebada la velocidad de toma de N y K es bastante elevada durante el ahijamiento, acumulándose un 50% del total en las siete primeras semanas, mientras que la absorción de P es mayor en estadíos posteriores (SACIRAGIC, 1976).

No se conoce muy bien la acción que otros nutrientes minerales distintos al nitrógeno ejercen sobre el ahijamiento. WATSON (1974b) indica que son N y P los nutrientes fundamentales, mientras que el K tiene poca influencia. Sin embargo, BRIGGS (1978) señala que una falta de K 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.- La fecha de siembra influye en el ahijamiento de distinta forma de acuerdo con el carácter varietal. Así, en variedades con alta capacidad de ahijamiento el retraso provoca una disminución en el número de tallos (PFUND, 1974).

El uso de semillas deterioradas da lugar a menor poder germinativo, retraso en la emergencia, reducción en el crecimiento de raíz y tallo y a que el ahijamiento se inicie más tarde, aunque sólo afecte ligeramente a la producción de grano (HARRISON, 1977). Por otra parte semillas anchas y grandes aumentan el ahijamiento y aceleran la emergencia de la espiga (SINGH et al., 1975).

La densidad de siembra tiene una considerable influencia sobre el número de hijos por planta y por unidad de área. Así, KIRBY (1967) encuentra que disminuyendo 8 veces la densidad de siembra se triplica el número de hijos por planta. Resultados similares son suministrados por FEJER et al. (1979). En general, la formación de tallos se altera débilmente por el incremento en la densidad de siembra, presumiblemente porque precede al inicio de la competencia, pero sí se reduce el desarrollo y supervivencia de esos tallos al igual que la iniciación floral (KIRBY y FARIS, 1970; LEAKEY, 1971; KIRBY y FARIS, 1972).

#### 1.4.2. Período reproductivo.

Se extiende desde el inicio del encañado hasta que la espiga se encuentra totalmente fuera de la vaina con grano formado y acuoso. Se subdivide en dos fases definidas por estadios bien caracterizados, encañado y espigado.

##### 1.4.2.1. Fase de encañado (Estadios 6 a 10).

Durante esta etapa un determinado número de tallos herbáceos evoluciona desarrollando espigas terminales, mientras que otros retrasan su crecimiento para posteriormente detenerlo sin llegar a florecer.

Cuando las condiciones climáticas son favorables, los entrenudos del tallo principal crecen rápidamente en longitud desarrollándose sobre cada nudo una hoja (Figura 11g). Las tres primeras alcanzan su máxima longitud en aproximadamente 10 días, pero el desarrollo de las siguientes es más lento y alcanzan menor tamaño final. La elongación de los tallos secundarios se produce de 1 a 3 semanas después que la del tallo principal (HAY, 1978), aunque por su mayor velocidad de crecimiento se encuentran en el mismo estadio morfológico cuando emerge la espiga (Figura 11h) (BERGAL y CLEMENCET, 1962).

Los tallos crecen por la formación y elongación de nuevas células en los meristemos intercalares localizados en la parte basal de los entrenudos. Normalmente los entrenudos inferiores aumentan menos en longitud. Al mismo tiempo, se alargan las vainas foliares y por reabsorción del tejido central del entrenudo aparece la cavidad medular. Los primeros elementos vasculares maduros del tallo, funcionales durante el período precedente, se desorganizan y son sustituidos por otros nuevos. Por tanto, no es sorprendente que la planta en este momento sea particularmente sensible a los efectos de la sequedad (BUNTING y DRENNAN, 1966).

En gramíneas el nivel de aparición, forma y tamaño de las hojas se ven muy afectados por los factores externos tales como luz, temperatura y disponibilidad de agua y nitrógeno (MITCHELL, 1953; HUMPHRIES y WHEELER, 1963; DELECOLLE y GURNADE, 1980).

La actividad meristemática del limbo cesa con la diferenciación de la inflorescencia, pero la vaina continúa creciendo posteriormente hasta la aparición de la lígula. Esta marca el final del crecimiento alcanzando la hoja su longitud máxima (JEWIS, 1966; LANGER, 1972). El control del tamaño de la hoja ha sido explicado en términos de competencia por un suministro limitado de asimilados. La reducción en las dimensiones de las hojas superiores sería el resultado de un aumento en la demanda por parte de la espiga y tallo en desarrollo, ya que estos órganos son sumideros más efectivos que las hojas o raíces y tienen



prioridad en el suministro de asimilados (BUNTING y DRENNAN, 1966; KIRBY y FARIS, 1970; KIRBY, 1973a).

La longitud final de los tallos depende de la variedad y de las condiciones de crecimiento, observándose alturas desde 13 a 153 cm (CARSON y HORNE, 1962). El número de hojas que puede portar el tallo principal en condiciones naturales oscila normalmente entre 7 y 9 (BUNTING y DRENNAN, 1966) y en un ensayo con 40 variedades de distinto origen nunca fue inferior a 6, no encontrándose diferencias entre las variedades de 2 y 6 carreras. Sin embargo, KIRBY y RIGGS (1978) señalan una mayor proporción en las variedades de 2 carreras.

La duración de esta fase, a diferencia de las anteriores, es bastante estable, alrededor de 30 días, siendo el crecimiento muy activo tanto en tamaño como en peso (BERGAL y CLEMENCET, 1962).

Al final del encañado la espiga se encuentra engrosada en el interior de la vaina de la última hoja. El paso a la siguiente fase viene marcado por la emergencia de los ápices de las aristas.

#### 1.4.2.1.1. Características de la fase de encañado.

Durante la fase vegetativa, el limbo de las hojas de cereales es el principal responsable de la fotosíntesis; la contribución de las vainas y tallos es relativamente poco importante (THORNE, 1959; STREBEYKO et al., 1963). No obstante, en etapas posteriores participan considerablemente en el área fotosintética total, alrededor del 50% durante la emergencia de la espiga, incrementándose progresivamente hasta que la superficie foliar se aproxima a cero en la madurez (THORNE, 1974).

a) Luz y temperatura.- El nivel de formación de nuevas hojas sobre el meristemo apical, la emergencia y desarrollo, así como la forma y tamaño de la lámina madura, dependen de la intensidad de luz, fotoperíodo y temperatura durante el período de crecimiento (FRIEND, 1966).

Las elevadas intensidades luminosas y el aumento de temperatura de 10 a 25°C estimulan en aproximadamente un 50% el nivel de aparición de primordios foliares, la emergencia y la expansión de las hojas (LANGER, 1972). El espesor y peso de la hoja por unidad de área dependen de la radiación diaria total; altas intensidades luminosas asociadas a fotoperíodos largos originan las hojas de mayor grosor (THORNE y FORD, 1971). Sin embargo, la longitud de la lámina depende en mayor medida del fotoperíodo; así, a intensidades luminosas bajas con fotoperíodos de 16 a 24 horas se obtienen hojas de mayor longitud que reduciendo el fotoperíodo y aumentando la intensidad luminosa (FRIEND, 1961).



La longitud y el área foliar aumentan con la temperatura hasta un máximo entre 20 y 25°C, a partir del cual la anchura y espesor decrecen progresivamente. Esto indica que, en general, la hoja tiende a ser corta y ancha en condiciones frías y larga y estrecha en ambiente cálido (LANGER, 1972). Similarmente, la longitud tanto del limbo como de la vaina de las 4 ó 5 primeras hojas de cebada aumentan con la densidad de plantas, mientras que su anchura decrece (KIRBY y FARIS, 1970).

El efecto de la temperatura se debe principalmente al aumento en la elongación celular, mientras que el de la luz a un estímulo de la división (FRIEND, 1966).

b) Disponibilidad de agua y nitrógeno. - El encañado es una de las etapas más sensibles al suministro de agua y nitrógeno, ya que abarca la mayor parte del denominado gran "período de crecimiento" (SLAVIK, 1966; BRIGGS, 1978). El déficit hídrico provoca la detención del crecimiento en tallos y hojas, presumiblemente porque se inhibe la elongación celular, aunque los meristemas pueden sobrevivir a "stress" prolongados (LUEBS y LAAG, 1967). En este momento, el crecimiento requiere un suministro de fertilizantes, particularmente nitrógeno, necesario para la proliferación celular.

Bajo buenas condiciones de disponibilidad de agua los tallos crecen rápidamente, alcanzan notable altura y sustentan gran superficie foliar. La falta de agua no afecta a la fecha de aparición ni al número de las hojas del tallo principal, pero sí a las producidas en los ahijamientos cuyo nivel de aparición es más lento y su número inferior (LAWLOR et al., 1981). Además, cuando existen dificultades hídricas a lo largo de la fase de encañado se reduce la superficie de las hojas y el Índice de Área Foliar máximo es considerablemente más pequeño que el de cultivos con buen suministro de agua desde su emergencia (KIRBY, 1969; LEGG et al., 1979).

El nitrógeno ejerce gran influencia en el desarrollo del área foliar. De esta forma, WATSON (1974b) y WATSON et al. (1958) encuentran que la fertilización nitrogenada incrementa notablemente el área foliar por tallo, además de retrasar la senescencia (THORNE, 1966). En general, el déficit de nitrógeno reduce el número, tamaño, materia seca y contenido en clorofilas de las hojas (NATR, 1970). La reducción en la superficie foliar se acentúa en las nuevas hojas, siendo tres veces superior para la 5ª hoja con respecto a la 1ª (DALE y WILSON, 1978).

La adición de elevadas cantidades de fertilizante nitrogenado en condiciones semiáridas puede perjudicar la producción de materia seca al inducir un rápido crecimiento foliar que, por su excesiva transpiración, disminuiría la humedad limitada del suelo y la cosecha final, pero en condiciones de humedad suficiente es beneficiosa (LUEBS y LAAG, 1967). De esta manera,

KIRBY (1969) indica que cuando las disponibilidades de agua no son limitantes la fertilización nitrogenada incrementa significativamente el Índice de Area Foliar.

En un reciente estudio sobre trigo (MANGAS MARTIN y SANCHEZ DE LA PUENTE, 1979) la altura de la planta fue significativamente mayor en ausencia de nitrógeno, lo que indica una fuerte competición por los asimilados y elementos nutritivos entre el tallo principal y los ahijamientos.

#### 1.4.2.2. Fase de espigado (Estadios 10.1 al 10.5).

Se considera que esta etapa comienza cuando los ápices de las aristas aparecen a nivel de las aurículas de la última hoja (Figura 11i). Normalmente la emergencia de la espiga sigue a la aparición de las aristas en uno o dos días, aunque en condiciones favorables es posible observar estos dos sucesos en el mismo día.

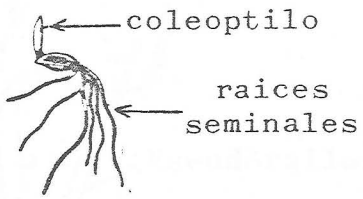
Algunos autores consideran que la espiga ha emergido cuando la espiguilla terminal puede verse por encima de la vaina de la hoja bandera; otros, cuando es la espiguilla basal la que alcanza este nivel y, todavía, un tercer grupo considera que la emergencia ha ocurrido sólo cuando el collar es visible (Figura 11j). Parece preferible describir la primera condición como el inicio de la emergencia y la última como emergencia completa o aparición de la totalidad de la espiga (BERGAL y CLEMENCET, 1962).

En algunas variedades (envainadoras) la espiga no llega a emerger completamente y en la madurez aparece cuando se separan los bordes de la vaina de la última hoja. Por esta razón - CARSON y HORNE (1962) aconsejan registrar la fecha de emergencia de la espiga en el momento de visualización de los ápices de las aristas, lo que encuentra apoyo en el hecho de que en condiciones de sequía o de escasa fertilidad del suelo, variedades normales pueden convertirse en envainadoras porque la elongación del último entrenudo se ve muy disminuída (BERGAL y CLEMENCET, 1962).

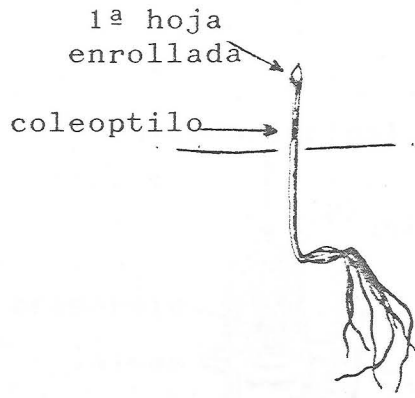
La floración o antesis normalmente tiene lugar 3 ó 4 días después de la emergencia de la espiga, pudiendo reducirse a 1 ó 2 días si el tiempo es cálido. Como ya se ha indicado, la antesis es visible únicamente en el grupo *Latisquamosae*.

En esta etapa el crecimiento del tallo tiende a estabilizarse, aunque el entrenudo superior puede continuar su extensión hasta después de la antesis, en una proporción que difiere con la variedad, riqueza del suelo y condiciones ambientales (BERGAL y CLEMENCET, 1962); en trigo puede llegar a alcanzar más de la mitad de la altura total del tallo (WARDLAW, 1970; RAWSON y EVANS, 1971).

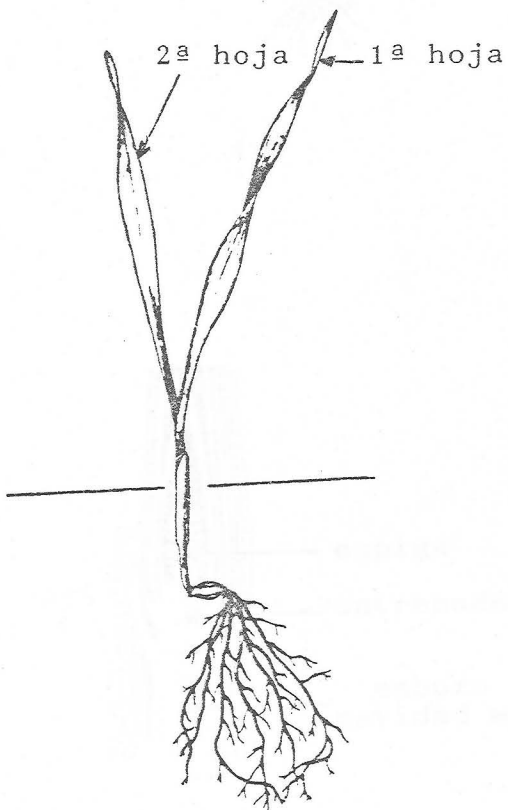
SUPERFICIE SUELO



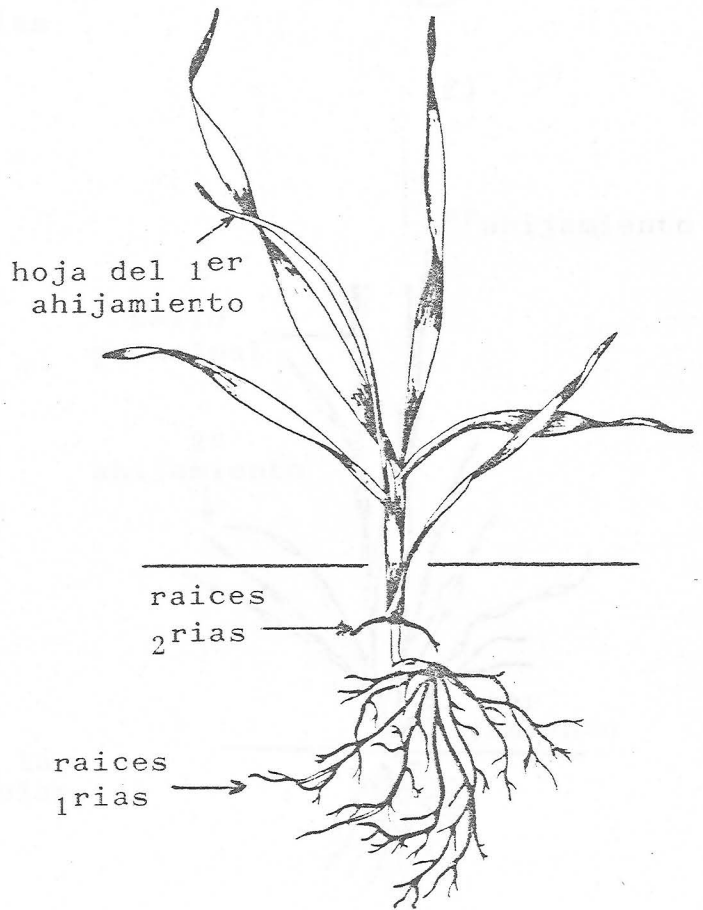
(a)



(b)



(c)



(d)

Figura 11.- Ilustración de los sucesivos estadios de desarrollo en la planta de cebada.

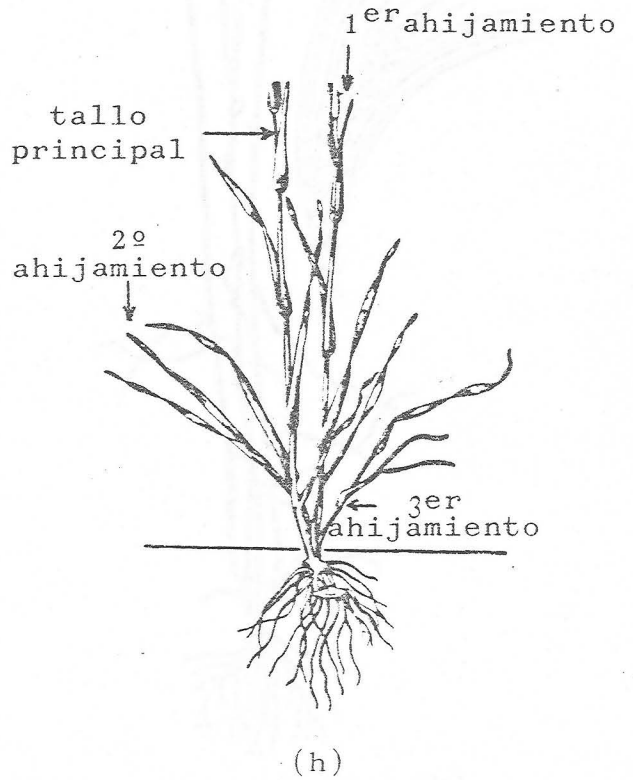
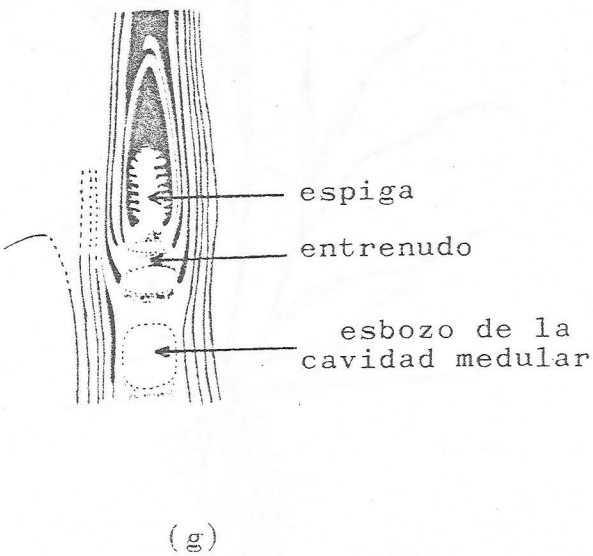
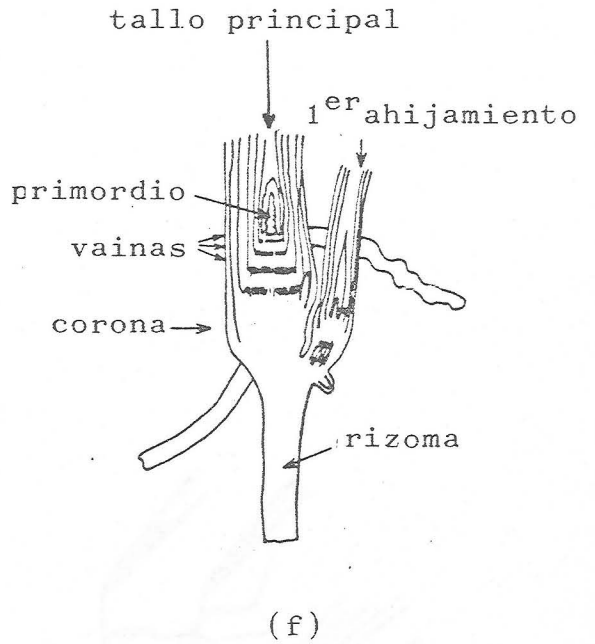
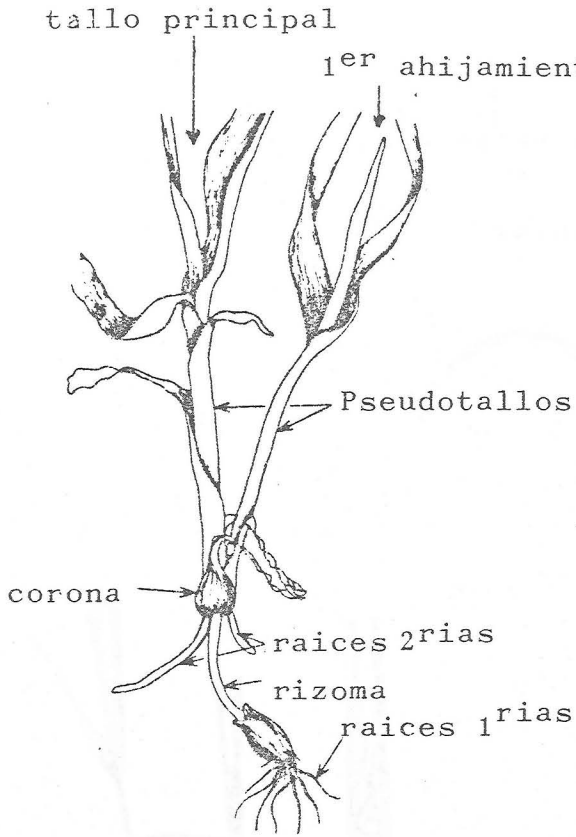
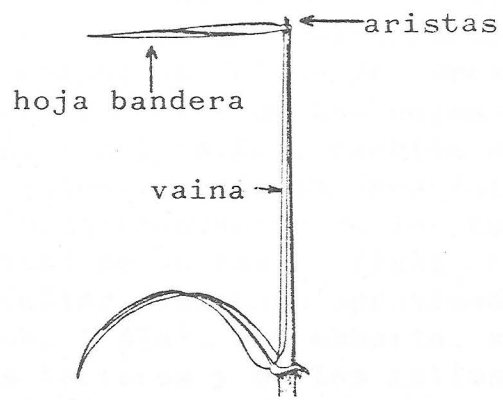


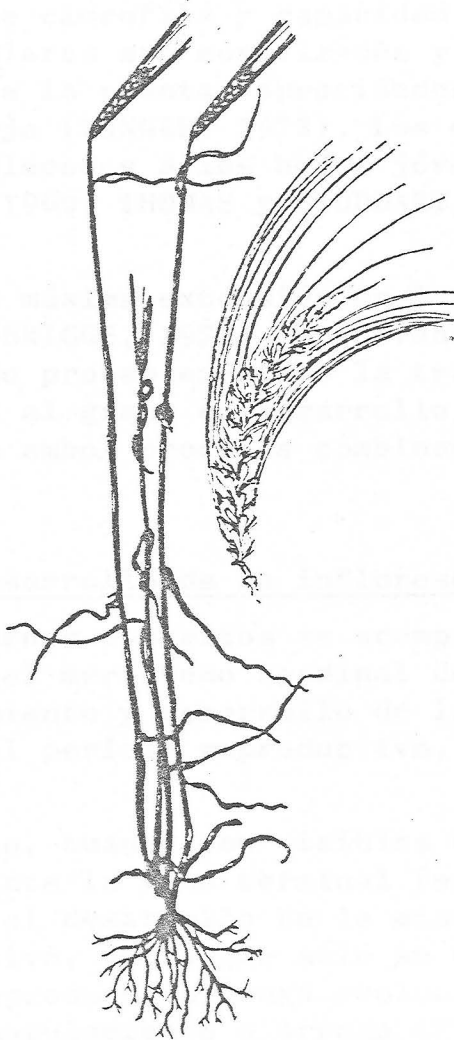
Figura 11 (Continuación).



(i)



(j)



(k)

Figura 11 (Continuación).



En cebada, el área foliar de las láminas y el número de tallos incrementan paralelamente, alcanzando su máximo casi al mismo tiempo. La subsiguiente caída del área foliar es consecuencia de la senescencia y muerte de las hojas en progresión desde la base hacia el ápice del tallo y también en parte por la muerte de los propios tallos. La máxima área foliar tiene lugar durante la fase de rápida elongación de los tallos, cuando estos han alcanzado la mitad de su tamaño final. En la emergencia de la espiga el área foliar disminuye aproximadamente a 2/3 de su valor máximo (WATSON, 1947a). Sin embargo, si se incluye el área verde de las vainas foliares y de los tallos al de las láminas, la superficie fotosintética total incrementa hasta un máximo en el momento de emergencia de la espiga para después decrecer rápidamente hasta cero (WATSON et al., 1958).

La senescencia comienza en el ápice de la hoja y continúa hacia la base, perdiendo gradualmente clorofila y capacidad fotosintética. Los constituyentes celulares son movilizados y distribuidos hacia las partes jóvenes de la planta, apreciándose una notable pérdida de peso en la hoja (LANGER, 1972). Los elementos minerales móviles son retranslocados a las hojas jóvenes donde se acumulan (GREENWAY y GUNN, 1966; THOMAS y STODDART, 1980).

El sistema radical alcanza su máxima extensión en la antesis para declinar posteriormente (BRIGGS, 1978), observándose pérdida de peso y de nitrógeno debido probablemente a la translocación de asimilados desde la raíz al grano en desarrollo, al deterioro de las raíces más viejas o ambos procesos combinados (WELBANK et al., 1974).

#### 1.4.2.3. Crecimiento y desarrollo de la inflorescencia.

Los cambios morfológicos externos descritos se acompañan de una serie de transformaciones en el meristemo terminal del tallo que conducen al inicio, crecimiento y desarrollo de la inflorescencia, culminando, al final del período reproductivo, con la emergencia de la espiga.

Durante la fase de ahijamiento, cuando son visibles dos o tres hojas, se organiza completamente la yema terminal (esbozo del futuro tallo y de la espiga). En el desarrollo de la misma se puede distinguir una fase vegetativa, en la que sólo se producen primordios foliares, y otra reproductiva, cuya evolución comienza a partir de un simple estrangulamiento o arruga (Figura 12a), apenas perceptible sobre la parte superior del cono vegetativo.

Posteriormente, cuando los tallos secundarios comienzan a crecer, el cono formador de la espiga prosigue su diferenciación produciendo una segunda arruga u ondulación (estadio de do

ble arruga, Figura 12b). La arruga superior crece rápidamente y da origen al primordio floral, mientras que la inferior parece formar el entrenudo del raquis (Figura 12c). En este momento, - las espigas de las variedades de 2 y 6 carreras son similares, pero posteriormente el desarrollo de las flores laterales se ha ce más lento en las de dos carreras.

La diferenciación de la espiguilla comienza en la parte media de la inflorescencia prosiguiendo hacia su base y extremo. Sin embargo, la diferenciación de las partes de la espiguilla es acrópeta, apareciendo en el siguiente orden: glumas estériles, - lema, pálea, lodículas, estambres y gineceo (LATTING, 1972). Por procesos de diferenciación de la doble arruga, se forman una se rie de surcos y papilas, las cuales darán lugar a glumas inicia les (Figura 12d), seguidas por la lema (Figura 12e). La pálea - se desarrolla más tarde, detrás de un nuevo primordio del eje - de la inflorescencia, que se destina a formar el raquidio; pos- teriormente surgen tres papilas y originan los estambres. El - ovario se desarrolla como un domo entre los estambres iniciales, formándose poco después los estilos y pelos estigmáticos. Al - mismo tiempo aparece el raquidio sobre el lado axial de la pálea y se forman las lodículas en la base de la flor (Figura 12f). - Pálea y lema aumentan de tamaño cubriendo las partes florales - aunque durante algún tiempo sobresalen los estambres. Las aris- tas comienzan a crecer rápidamente después de la formación de - las anteras, pero antes que el pistilo (Figura 12g). En la base, el joven collar rodea a la espiga en desarrollo y representa el primer nudo del raquis (Figura 12h). En el ápice, pueden formar se eventualmente una o mas flores estériles (BRIGGS, 1978).

En el estadio de prezurrón comienza la elongación del ra quis y las glumas se expanden. El desarrollo de las espiguillas apical y media está más avanzado que el de las basales, pudién- dose encontrar sobre la inflorescencia todos los estadios de di ferenciación floral.

Durante la fase de zurrón continúa la elongación del eje de la inflorescencia y la rápida expansión de las glumas sobre la espiguilla. Las aristas y lemas siguen extendiéndose, los es tigas crecen adquiriendo apariencia plumosa y las anteras, aún verdes, se vuelven amarillas a medida que el polen madura. Al - final de esta etapa, antes de que la espiga emerja de la vaina, se detiene la extensión de las glumas y las flores se expanden sobre ellas; en la antesis las lodículas se hacen turgentes y la espiguilla se abre o no dependiendo de los distintos grupos - (LATTING, 1972).

La floración comienza en la parte media de la espiga, - completándose en 1, 2 ó incluso 4 días. En las variedades de 6 carreras la hilera central de espiguillas florece en primer lu- gar. En cada espiguilla polen y óvulo maduran simultáneamente.



Cuando las lodículas se hacen turgentes, los estigmas se despliegan y la mayor parte del polen se vierte dentro de la flor; las anteras se colapsan perdiendo su brillante color amarillo. Normalmente la fecundación sucede 3 ó 4 días después de la emergencia de los ápices de las aristas, aunque ocasionalmente puede producirse en el estado de zurrón. 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 a los 40-45 minutos (BRIGGS, 1978).

El número de primordios florales que se han formado cuando aparecen los estambres de las espiguillas más evolucionadas determina en cebada el número potencial de granos por espiga - (NICHOLLS y MAY, 1963) y depende del genotipo y de las condiciones ambientales que prevalezcan después de la iniciación floral (LANGER, 1972). Dado que los nutrientes se utilizan por la inflorescencia en desarrollo para la formación de nuevos primordios y para el crecimiento de las espiguillas ya iniciadas, se establece un gradiente nutritivo que determina el cese de la iniciación de nuevos primordios en el ápice cuando las espiguillas más viejas aumentan la demanda de asimilados (KIRBY y FARIS, 1970).

Al igual que para el desarrollo morfológico externo de la planta, existen escalas que describen los cambios en el aspecto de la inflorescencia desde su inicio hasta la antesis (ANDERSEN, 1952). No obstante, quedan restringidas al laboratorio ante la imposibilidad de correlacionar sus estadios con los de la escala de Freekes utilizada para el crecimiento en el campo.

#### 1.4.2.3.1. Factores que determinan el crecimiento y desarrollo de la inflorescencia.

La influencia de los factores ambientales durante el crecimiento y desarrollo de la espiga de cebada es de gran importancia práctica, ya que van a determinar el número de granos por espiga, segundo parámetro de la cosecha.

a) Luz y temperatura.- La cebada, como la mayoría de los cereales atemperados, es una planta de fotoperíodo largo, aunque existen algunas diferencias entre variedades (GUITARD, 1960; EVANS y WARDLAW, 1976; BRIGGS, 1978; KIRBY y APPLEYARD, 1980). La respuesta de la inducción floral al fotoperíodo es de considerable valor ecológico, ya que aquel es predecible y cambia de forma regular en cada latitud, permitiendo a numerosas gramíneas adaptar su floración a la época del año en que las condiciones ambientales son las más adecuadas para la reproducción (CALDER, 1966; KIRBY y EISENBERG, 1966). Es conocido que, en general, los fotoperíodos largos estimulan la velocidad de producción de primordios florales, aceleran la floración, reducen el número de hojas producidas antes de la misma y disminuyen el número de granos por espiga (JOHNSON y TAYLOR, 1958; NICHOLLS y MAY, 1963; KIRBY y EISENBERG, 1966; FARIS et al., 1969; FEJER et al., 1979; KIRBY y APPLEYARD, 1980; KIRBY y ELLIS, 1980).

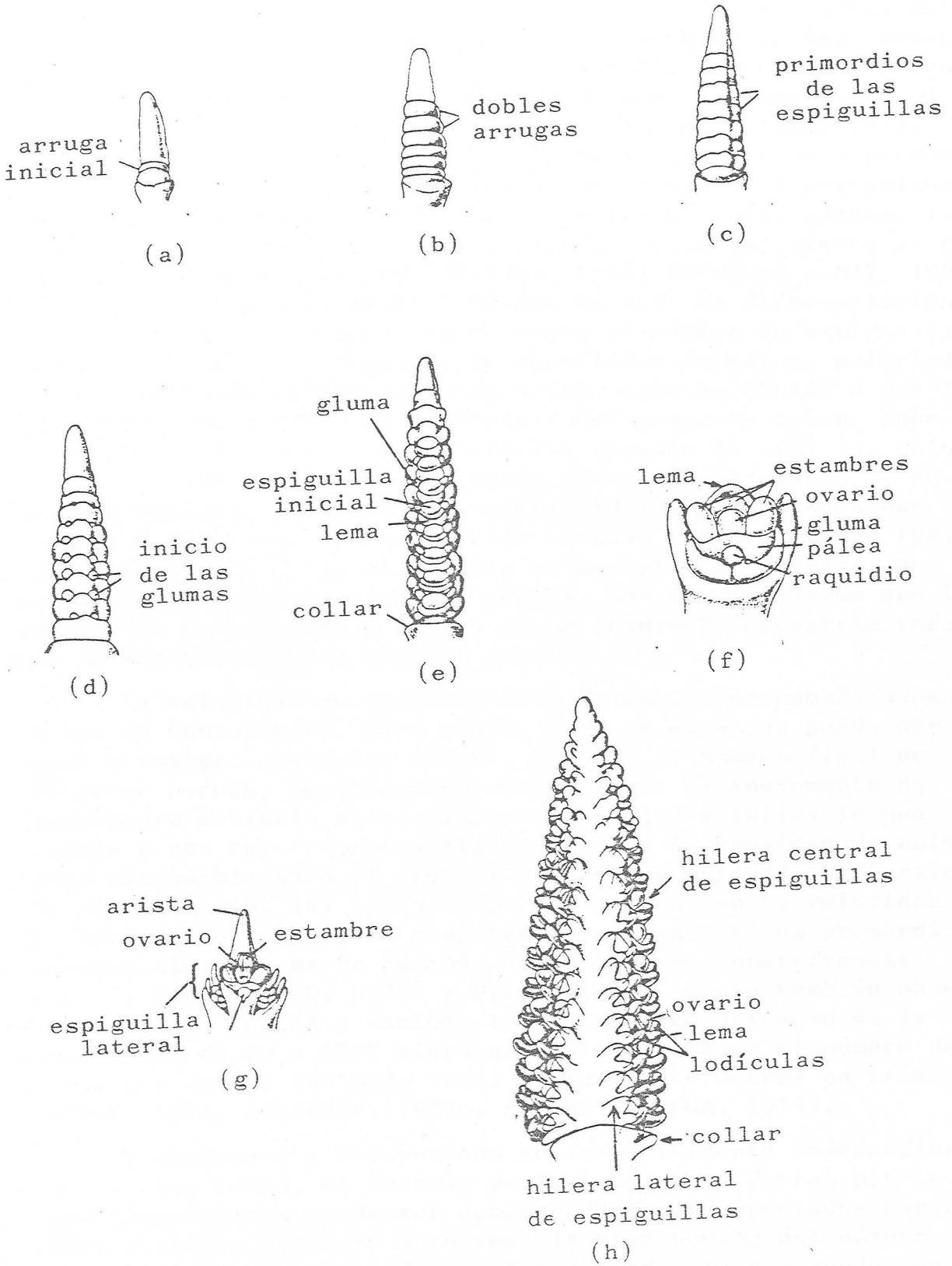


Figura 12.- Estadios en la diferenciación de la espiga de cebada.

BATCH y MORGAN (1975) observan los efectos sobre plantas de cebada sometidas a fotoperíodo largo (16 horas) seguido de dos semanas de exposición a fotoperíodo corto (8 horas), durante cuatro estadios de desarrollo de la inflorescencia. Los tratamientos impuestos 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. El tratamiento aplicado en la iniciación de los estambres provoca, además, la inhibición y muerte de algunos tallos principales, efecto ya registrado por otros autores (GUITARD, 1960; NICHOLLS y MAY, 1963). Los tratamientos aplicados en el inicio o en la diferenciación de las aristas no ejercen efecto sobre el número de espiguillas formadas, aunque sí afectan a la fertilidad de estas, principalmente induciendo esterilidad masculina. Esto es debido a que los días cortos perjudican el desarrollo del grano de polen, especialmente en la interfase premeiótica durante la cual las células madres del grano de polen están sincronizadas antes de entrar en meiosis, conduciendo a esterilidad de los mismos por anormalidad nuclear, hecho también anotado con anterioridad (BATCH y MORGAN, 1974). Estos resultados no han sido observados con tratamientos continuos de días cortos, por lo que parece que la exposición previa a días largos es un requisito necesario para que se manifiesten los efectos citados.

La velocidad de desarrollo de la espiga de cebada aumenta con la temperatura, pero cuando ésta es excesiva puede dar lugar a espigas anormales (KIRBY, 1973b). El número final de flores se reduce; posiblemente debido a que el incremento de temperatura estimula el crecimiento de hojas y tallos lo que conduce a una mayor competencia reduciendo la cantidad de asimilados disponible para el crecimiento de los primordios florales. Por el contrario, las bajas temperaturas reducen la velocidad de crecimiento apical, la competencia es menor y los primordios florales alcanzan mayor tamaño, aumentando su supervivencia (ELLIS y KIRBY, 1980; KIRBY y ELLIS, 1980), hecho también observado en trigo (BAGGA y RAWSON, 1977). Así, un descenso de la temperatura de 20 a 15°C eleva significativamente el número de granos por espiga (BRIGGS, 1978) al igual que ocurre en trigo (THORNE, 1974; KOLDERUP, 1979b; RAWSON y BAGGA, 1979).

Temperatura y fotoperíodo no son totalmente independientes; de esta forma, el retraso de la iniciación floral por las bajas temperaturas puede ser compensado con fotoperíodos largos (KIRBY y ELLIS, 1980) y, a su vez, la disminución del número de granos por espiga provocada por fotoperíodos largos puede ser amortiguada con temperaturas frías (FEJER et al., 1979).

b) Disponibilidad de agua y nitrógeno. - Los "stress" hídricos moderados pueden retrasar el inicio de la floración pero, -

si se prolongan, conducen a espigas con pocas espiguillas (NICHOLLS y MAY, 1963; LANGER, 1972). La formación del primordio apical se deprime con deficiencias ligeras de agua en el suelo (aproximadamente -0,8 bares) que tienen poco efecto sobre el crecimiento vegetativo; la diferenciación de la inflorescencia cesa completamente entre -2 y -2,5 bares, mientras que el crecimiento de las espiguillas es más resistente (HUSAIN y ASPINALL, 1970). Déficits hídricos al principio del período reproductivo conducen a que la mayoría de los tallos iniciados no produzcan espiga (THORNE, 1962a; KIRBY y FARIS, 1972; LAWLOR et al., 1981); en estadios posteriores, particularmente durante la meiosis, detienen la formación de polen fértil, tanto en cebada como en trigo, dando lugar a espiguillas estériles (BINGHAM, 1966; RACKHAM, 1972; JONES y KIRBY, 1977) sobre todo en el ápice y base de la espiga (LAWLOR et al., 1981).

La respuesta a los elementos nutritivos depende del estadio de desarrollo de la inflorescencia. Por ejemplo, el nivel de formación de primordios permanece inafectado al elevar el suministro de nitrógeno, probablemente debido a que el meristemo apical es suficientemente rico en este elemento (LANGER, 1966), pero una vez iniciados, el destino de ciertos primordios parece depender del aporte nitrogenado (DALE y WILSON, 1978). Un aporte suficiente incrementa el tamaño de la espiga ya que el nitrógeno aumenta la fertilidad de las espiguillas (KIRBY y JONES, 1977). De este modo, DALE y WILSON (1978) señalan que las deficiencias pueden provocar hasta un 40% de reducción en el número de granos por espiga en cebadas de 2 carreras y casi el 60% en las de 6. Por el contrario, WIDDOWSON y PENNY (1969) y LEYSHON et al., (1980) encuentran que el nivel de nitrógeno no afecta al número de espiguillas por espiga, pero sí lo hace el tipo de fertilizante, indicando que los  $\text{NO}_3^-$  lo aumentan comparados con el  $\text{NH}_4^+$ . En trigo, el nitrógeno incrementa la longitud de la espiga más que el número de espiguillas, favoreciendo el desarrollo de las flores y su fertilidad, aumentando de esta manera el número de granos por espiga (LANGER y LIEW, 1973; RECALDE-MANRIQUE, 1978). A pesar de los estudios realizados, los mecanismos de respuesta de la inflorescencia a los fertilizantes no están aún suficientemente claros (DALE y WILSON, 1978).

c) Condiciones de siembra.- La densidad de siembra eleva el número de espigas por  $\text{m}^2$  pero disminuye el número de granos por espiga, verosímelmente debido a una menor producción de materia seca total durante el desarrollo de la espiga más que a un reparto desfavorable de asimilados (FINLAY et al., 1971; WILLEY y HOLLIDAY, 1971a).

#### 1.4.2.3.2. Control del tamaño final 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 asi

milados y la demanda por otras partes en crecimiento interactúan en la respuesta a los factores internos y ambientales (KIRBY y FARIS, 1970). De esta forma, si durante el período de diferenciación de la inflorescencia hay otros órganos creciendo activamente, la competencia por un suministro limitado de asimilados puede restringir el tamaño final de la espiga (KIRBY, 1973a).

La iniciación floral está correlacionada normalmente con el comienzo de la elongación de los tallos y producción de hojas (NICHOLLS y MAY, 1963), los cuales, además, durante gran parte de su fase exponencial de crecimiento dependen apreciablemente 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 (KIRBY, 1973a). Asimismo, KIRBY y JONES (1977) observan que la retirada de los ahijamientos en plantas de cebada conduce a un incremento en el nivel de crecimiento 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 producción de pocas hojas esté bien correlacionada con un mayor número de espiguillas sobre la espiga en cebada (DALE y WILSON, 1978).

#### 1.4.3.- Período de maduración (Estadios 11.1 a 11.4).

Cuando la espiga ha emergido de la vaina de la última hoja es recta y vertical, pero a medida que el grano crece e incrementa en peso, el pedúnculo, y en algunas variedades la espiga, se doblan. El interior del grano que posee consistencia lechosa se endurece progresivamente, mientras que hojas y espigas amarillean y los tallos se secan (Figura 11k), finalizando la transformación de azúcares en almidón y la incorporación de sustancias nitrogenadas en el endospermo y embrión.

La acumulación de materia seca en el grano se detiene cuando éste alcanza un contenido de humedad de alrededor del 45%. El incremento tanto en peso fresco como seco y la intensidad en la pérdida de agua del grano son proporcionales a la temperatura durante el período de maduración (ANDERSEN y ANDERSEN, 1981). La humedad del grano que en la antesis es de un 80%, queda reducida en la madurez a un 15% aproximadamente dependiendo fundamentalmente de la humedad del aire y temperatura (ANDERSEN y ANDERSEN, 1981; SMITH et al., 1981).

La cebada se considera madura cuando la planta está completamente seca, el grano endurecido no muestra marcas cuando se le araña y los tallos son de color amarillo. La madurez en el sentido anterior no corresponde a la fisiológica, en la que del 95 al 100% de los granos pueden germinar en pocos días, sino a la madurez en el campo o disponibilidad para la recolección (BERGAL y CLEMENCET, 1962). La duración de este período, aunque



algo variable en función de las condiciones ambientales, suele ser de 30 días aproximadamente; una disminución de temperatura desde 20 a 15°C alarga la maduración en 47 a 56 días (DORMLING et al., 1969). En esta fase se decide el tercer y último componente de la cosecha en cebada, el peso medio de los granos.

#### 1.4.3.1. Fuente de carbohidratos en el grano.

La producción de los cultivos de cereales viene determinada por la tasa de fotosíntesis, el tamaño y período de funcionamiento del aparato fotosintético, el consumo de fotosintetizados por la respiración, la intensidad y dirección de los procesos de translocación y la transformación y uso de asimilados - (WATSON, 1956; WELBANK et al., 1966; WATSON et al., 1966; KIRA, 1968; KVET et al., 1971). Pero la fotosíntesis no está limitada sólo a la lámina foliar, sino que otros órganos verdes tales - como vainas, tallos verdes, glumas, aristas y cubiertas del grano, son también componentes del sistema fotosintético (THORNE, 1965; NICHIPOROVICH, 1969; EVANS y WARDLAW, 1976).

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 durante este período se mueve fundamentalmente hacia - el grano y sólo muy poco permanece en otras partes de la planta. El llenado del grano puede ser concebido como un balance entre ganancias (fotosíntesis de la espiga y de diversas partes del - tallo) y pérdidas (respiración de la espiga durante día y noche) (THORNE, 1965, 1966).

#### 1.4.3.2. Fotosíntesis previa a la antesis y contribución de las reservas.

Durante algún tiempo se ha considerado que la fotosíntesis anterior a la emergencia de la espiga contribuía con aproximadamente el 10% al peso final del grano (ARCHBOLD y MUKERJEE, 1942; THORNE, 1965), evidencia indirecta basada principalmente en que tallos y raíces perdían muy poco peso seco y carbohidratos durante el llenado del grano (THORNE, 1966). En trabajos recientes, se ha puesto de manifiesto que dicho porcentaje es válido únicamente bajo condiciones favorables, ya que en años secos y calurosos aumenta notablemente, llegando a ser del 27 al 44%, presumiblemente porque la fotosíntesis después de la emergencia de la espiga se ve muy limitada (BIDINGER et al., 1977; AUSTIN et al., 1980; RECALDE MARTINEZ, 1981; LAWLOR et al., - 1981) así como la absorción de nutrientes minerales por las raíces, estimulándose la translocación (particularmente de N y P) desde las hojas y tallos al grano en crecimiento (GREGORY et al., 1979a, 1979b).

Puesto que la asimilación en la preantesis parece contri

buir sustancialmente a la cosecha grano en ambientes de escasa disponibilidad de agua como los de nuestra región, sería deseable que las variedades de cebada tuvieran una elevada capacidad de acumular reservas en los órganos vegetativos para, más tarde, poderlas utilizar en el llenado del grano.

#### 1.4.3.3. 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 contribuyen mayoritariamente al peso final del grano en cereales (ARCHBOLD, 1942; ASANA y MANI, 1950, 1955; WATSON et al., 1958; THORNE, 1959, 1965; STOY, 1963, 1965; WARDLAW, 1965; VOLDENG y SIMPSON, 1967; SAGHIR et al., 1968; BISCOE et al., 1975; FARIS, 1978; PLANCHON, 1979; AUSTIN et al., 1980). Su contribución relativa depende de los niveles de fotosíntesis y de la capacidad de translocación de asimilados (THORNE, 1974). Estos órganos comprenden el limbo y vaina de la hoja bandera, la espiga y su pedúnculo (THORNE, 1966; SIMPSON, 1968) habiéndose demostrado que existe una alta correlación entre su área y la cosecha grano (FREY-WISSLING y BUTTROSE, 1959; THORNE, 1969; EVANS, 1972; YAP y HARVEY, 1972; GRAFIUS y BARNARD, 1976).

Desde antiguo se conoce la importancia de la espiga de cebada en el crecimiento del grano. Así, PORTER et al. (1950) - mediante medidas directas en condiciones de campo obtuvieron - que, por término medio, la fotosíntesis neta de cada espiga suministra el 34% peso seco del grano y el 52% del almidón. Median - te experiencias de sombreado se han encontrado valores para la fotosíntesis de la espiga de cebada que varían desde el 14% - (THORNE, 1962b), 22-23% (BRIGGS, 1978), 26% (WATSON et al., 1958), 10-41% (THORNE, 1962a) e incluso superiores al 45% (THORNE, - 1974).

Las variedades aristadas de cebada y trigo son mejores productoras de grano que las apendiculadas o sin aristas, probablemente debido a que las hojas senescen y dejan de fotosintetizar antes que las aristas, y este efecto es particularmente importante en 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 de trigo y contribuyen con el 70-80% de la fotosíntesis neta total de la espiga (BISCOE et al., 1973; LAWLOR et al., 1981), estando el peso de un grano relacionado con la longitud de su arista, presumiblemente a causa de que los asimilados de cada arista son utilizados fundamentalmente por el grano que la soporta (WALPOLE y MORGAN, 1972).

En parte 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 actúan como -

"trampas" de carbónico (ABDUL-BAKI y BAKER, 1970) pudiendo alcanzar valores de hasta el 60% (THORNE, 1966).

La hoja bandera y el pedúnculo de la espiga participan en el suministro de asimilados en una cantidad que puede oscilar entre el 40 y 70%, dependiendo de la variedad y condiciones ambientales (WATSON et al., 1958; THORNE, 1966, 1974) contribuyendo ambos órganos casi en la misma proporción (SAGHIR et al., 1968).

#### 1.4.3.4. Control del tamaño del grano.

La magnitud del sistema fotosintético ha sido considerada durante bastante tiempo como la principal determinante de la producción de grano (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") puede ser de tanta importancia como el suministro de asimilados desde las partes verdes de la planta ("capacidad de fuente") (THORNE, 1974). Los factores que controlan la "fuente" son el área y tasa de fotosíntesis, mientras que el número, máximo nivel de crecimiento y tamaño final de los granos regulan el "sumidero". La capacidad de este último puede afectar la cosecha grano influyendo solamente a la translocación de fotosintetizados o bien a la distribución y nivel de fotosíntesis por unidad de área foliar (THORNE, 1974; PINTO, 1980).

Existe controversia acerca de si la cosecha grano está controlada por la "fuente" o el "sumidero". Una serie de investigadores, en su mayoría australianos, afirman que el "sumidero" es el principal determinante del llenado del grano. Las evidencias que soportan esta hipótesis se basan, entre otras, en que normalmente el suministro de hidratos de carbono después de la emergencia de la espiga está en exceso de los requerimientos para el llenado del grano, lo que viene apoyado porque la presencia de flores estériles no afecta el tamaño de los granos adyacentes (KRAMER y VEYL, 1952); porque los tratamientos de sombreado o defoliación, que disminuyen la fotosíntesis total por tallo, deprimen la cosecha grano mucho menos de lo esperado, ya que existen movimientos compensadores de fotosintetizados desde otros órganos (WARDLAW et al., 1965; RAWSON y EVANS, 1971; BREMNER, 1972; JENNER, 1979) y porque el incremento del número de granos por espiga aumenta la cosecha aunque el área foliar decrezca (RAWSON, 1970).

Por el contrario, la hipótesis de que la cosecha grano está determinada por la "capacidad de fuente" se apoya en la estrecha correlación entre la producción de grano y la duración de área foliar después de la antesis (WELBANK et al., 1966; SIMPSON, 1968; YAP y HARVEY, 1972) y en el hecho de que la variación en las cosechas durante algunos años fue debida en



gran parte a la diferencia en la fotosíntesis del cultivo después de la antesis (PUCKRIDGE, 1971). Finalmente, la importancia del suministro de fotosintetizados está también sustentada por numerosos experimentos en los que disminuyendo el aporte, cubriendo o retirando hojas, decrece considerablemente la cosecha (STOY, 1965; WELBANK et al., 1968).

La verdadera situación parece estar, como indica BINGHAM (1967), en que el tamaño final del grano en cereales va a depender tanto de la "fuente" como del "sumidero" y que la importancia relativa de ambos varía con la etapa de desarrollo del grano y con el ambiente. Al principio del período de crecimiento del grano, cuando el área foliar está cercana al máximo, el movimiento de fotosintatos estaría limitado por la "capacidad de sumidero", pero posteriormente, al disminuir la superficie fotosintética, predominaría el control ejercido por la "fuente" (WATSON, 1971 cit. por THORNE, 1974). Igualmente, MARTINEZ-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 fotosintato se encuentra en exceso la "capacidad de sumidero" parece ser el único factor que restringe el crecimiento del grano (MARTINEZ-CARRASCO y THORNE, 1979a).

#### 1.4.3.5. Efecto de los factores ambientales.

En general, los factores del ambiente actúan sobre la velocidad y la duración del crecimiento del grano en forma independiente y frecuentemente compensadora. Así, dentro de las temperaturas reinantes al aire libre, un aumento de temperatura incrementa la intensidad del crecimiento, pero acorta su duración. Igualmente, la intensidad luminosa no afecta la duración pero, en cambio, modifica la intensidad del crecimiento de forma compleja, ya que no limita el aporte de sustancias asimiladas, excepto con intensidades luminosas muy bajas. El déficit hídrico puede acortar (igual que temperaturas excepcionalmente altas) la duración de crecimiento del grano (RECALDE MARTINEZ, 1981).

La sequedad desde la antesis hasta la maduración provoca que tallos y hojas senezcan más rápidamente (ASANA et al., 1958) aunque el peso del grano no se ve afectado porque, bajo estas condiciones, parece incrementar notablemente la eficiencia fotosintética de la espiga (ASANA y SAINI, 1958; THORNE, 1974). En un reciente trabajo, LAWLOR et al. (1981) muestran que la sequía después de la antesis no afecta en gran medida al crecimiento del grano, ya que existe un aporte de reservas desde los órganos vegetativos, lo que se manifiesta por una pérdida de peso seco en la paja. Por el contrario, la falta de irrigación desde la nascencia provoca una disminución en la "capacidad de fuente" durante el período de emergencia de la espiga, lo que conduce a un menor peso de grano.

El déficit de agua en cebada afecta fundamentalmente a la duración del período de llenado del grano (LAWLOR et al., 1981) lo que contrasta con los resultados obtenidos para trigo, en los que se ve disminuída la velocidad de crecimiento más que la duración (BROCKLEHURTS et al., 1978).

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 los órganos asimiladores y el suministro de carbohidratos a los granos en desarrollo (WELBANK et al., 1968; THORNE, 1974). No obstante, en cebada y debido a la sustancial contribución por las reservas de la preantesis bajo condiciones ambientales adversas, la disminución de intensidad luminosa o fotoperíodo no afectan demasiado al peso final de los granos (WILLEY y HOLLIDAY, 1971a; KIRBY y APPLEYARD, 1980), hecho que sí ocurre en el caso del trigo (WILLEY y HOLLIDAY, 1971b).

Por regla general, el aumento de temperatura durante el período de llenado del grano disminuye la producción, ya que acelera la senescencia de las hojas (KANDERA, 1971; THORNE y FORD, 1971; THORNE, 1974) y disminuye la duración de crecimiento (GALLAGHER et al., 1976; KOLDERUP, 1979a, 1979c; ELLIS y KIRBY, 1980). Inicialmente se incrementa la velocidad de desarrollo del grano y la de división celular en el endospermo, pero pronto cesa ya que el número final de células no varía apreciablemente (WARDLAW, 1970). THORNE y FORD (1971) han demostrado que un aumento de 5°C en la temperatura después de la antesis (15 a 20°C) incrementa inicialmente la materia seca del grano de trigo, pero disminuye la superficie asimiladora, de tal forma que el peso final de los granos se reduce entre el 5 y 14%. Resultados similares han sido encontrados también en cebada (CHOWDHURY y WARDLAW, 1978; ELLIS y KIRBY, 1980). Estos efectos sugieren que la temperatura puede actuar directamente sobre el crecimiento de los granos en su capacidad de acumular carbohidratos, lo que viene apoyado por el hecho de que en espigas con temperatura superior al resto de la planta aumenta su nivel de crecimiento pero, al madurar muy rápidamente, decrece su peso seco final (THORNE, 1972, 1973).

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 acortan el desarrollo de la postantesis, reduciendo la fotosíntesis (PUCKRIDGE, 1971; MARCELLOS y SINGLE, 1972). En estas condiciones, la siembra temprana favorece una mayor producción de grano siempre que el período posterior a la emergencia de la espiga coincida con temperaturas relativamente suaves que prolonguen la duración de mayores áreas fotosintéticas (THORNE, 1966).

### 1.5. Indices de producción.

El cultivo de una planta se puede considerar como una serie de operaciones ordenadas en estricta secuencia, encaminadas a modificar en forma conveniente los factores ambientales, donde cada una de ellas condiciona las siguientes y su conjunto determina finalmente la cosecha. Sin embargo, los factores del ambiente son controlables a través de operaciones agrícolas sólo en medida limitada y casi nunca en forma independiente. Por ello, cada etapa de cultivo suele constituir un compromiso entre los efectos fisiológicos favorables y desfavorables, siendo el más importante la interacción competitiva entre el período de crecimiento vegetativo y el de reproducción (RECALDE-MARTINEZ, 1981). Debido a esta competencia cabe distinguir en los cereales:

- La cosecha biológica, formada por el total de la materia seca producida por la planta o, simplemente, por los órganos aéreos.

- La cosecha grano o cosecha económica.

- La proporción entre ambas, denominada coeficiente de efectividad (DONALD, 1962) o índice de cosecha (SINGH y STOSKOPF, 1971) y que equivale a la razón grano:paja.

La producción de grano puede expresarse también como el producto de la materia seca total por el índice de cosecha (YOSHIDA, 1972). Este último varía considerablemente con el genotipo y condiciones ambientales, aunque en general toma valores comprendidos entre 0,44 y 0,47 para las cebadas de invierno y de 0,35 a 0,52 para las de primavera (SINGH y STOSKOPF, 1971).

La cosecha económica puede aumentar al incrementarse cualquiera de sus componentes (número de espigas por unidad de área, número de granos por espiga y peso de 1.000 granos) aislada o combinadamente. No obstante, los componentes de la cosecha están interrelacionados y su importancia viene determinada no sólo por el orden en que se desarrollan sino por las condiciones de las etapas precedentes (TSERLING, 1976). Esto ocasiona que con mucha frecuencia el incremento de uno de ellos determine la disminución de otro (WATSON, 1952; THORNE, 1966; BAYLES, 1977c; BRIGGS, 1978).

En un reciente análisis de la producción de cebada, POLLHAMER (1981) establece los componentes óptimos de la cosecha entre 350-800 espigas/m<sup>2</sup>, 20-40 granos/espiga y 37-48g de peso de 1.000 granos, para cebadas de invierno; en las de primavera estos valores oscilan entre 650-850 espigas/m<sup>2</sup>, 17-23 granos/espiga y 37-42g de peso de 1.000 granos. El autor concluye que las variedades más productivas son aquellas en que estos componentes están balanceados, sin contener elementos demasiado altos o bajos.

## 1.6. Fertilización de la cebada.

### 1.6.1. Abonado fosfo-potásico de fondo.

Las aportaciones de P y K 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.

El P lo absorbe la cebada fundamentalmente al comienzo de la vegetación, estando su captación ligada a la del N (MEHROTRA et al., 1967). Las necesidades quedan cubiertas con 70-100kg/Ha de ácido fosfórico (dosis que deberán ser superiores en suelos calcáreos), mientras que las exigencias de K se estima quedan cubiertas con 60-80Kg/Ha (GROS, 1966; CLEMENTS-GRANCOURT y PRATS, 1969).

### 1.6.2. Fertilización nitrogenada.

#### 1.6.2.1. 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; OLSON et al., 1976). Este no es el caso de P y K que, aparte de su gran efecto residual en el suelo (WIDDOSON y PENNY, 1968), por su menor movilidad son absorbidos en cantidad proporcional a las dimensiones del sistema radical (ENGELSTAD y TERMAN, 1966; CLARKSON y SANDERSON, 1971; DREW y SAKER, 1978). Por ello, las respuestas al P y K resultan independientes de las variaciones estacionales de la cosecha, mientras que las del N se hallan muy influenciadas por el nivel estacional, el cual está determinado por los factores ambientales (ENGELSTAD y TERMAN, 1966).

En el caso de un nutriente móvil como el N y, cuando otros factores no limiten su uso por la planta, debe esperarse una relación lineal entre la cantidad aplicada y la cosecha en cereales. Los resultados de ensayos con dosis crecientes de N 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. Las respuestas curvilíneas parecen estar asociadas con factores secundarios tales como enfermedades o encamado, cuyos efectos pueden aumentar con el N. El punto de inflexión es variable para los distintos cereales; en cebada parece situarse entre los 50 y 80 Kg/Ha, dependiendo de la localidad y año (BOYD et al., 1976; NEEDHAM y BOYD, 1976). Sin embargo, SPARROW (1979) indica que no puede utilizarse un sólo modelo matemático, debido a la gran cantidad de factores que modifican la respuesta al fertilizante, ya que pueden encontrarse, aparte del modelo bilineal, relaciones cuadráticas directas e inversas, cúbicas, etc.



La fertilización nitrogenada produce un aumento gradual del número de espigas por unidad de superficie (THORNE y WATSON, 1955; LEYSHON et al., 1980), 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; KHALIFA, 1973; PERIC, 1976; BAYLES, 1977c) y el contenido de proteínas en paja y grano (DUBETZ y WELLS, 1968; KIRBY, 1968, 1969; JOHNSON et al., 1973; CHERY, 1979; JENKINS et al., 1979); por el contrario, disminuye la altura de la planta (MANGAS-MARTIN y SANCHEZ DE LA PUENTE, 1979), el peso de los granos (AYOUB, 1974; BATEY, 1976; NEEDHAM y BOYD, 1976; BAYLES, 1977a) y el cociente grano:paja (WIDDOWSON y PENNY, 1969; McNEAL et al., 1971).

La reacción negativa del peso de los granos al N es un aspecto de una respuesta compleja, que implica muchas características interdependientes del cultivo. Se ha sugerido que el N establece una relación inversa entre el número de granos por espiga y el tamaño de los granos, ya que al incrementar su número los obliga a competir por un suministro limitado de asimilados. No obstante, los resultados obtenidos recientemente por BAYLES (1979c) demuestran que no existen evidencias de una relación consistente entre los anteriores parámetros de la cosecha, puesto que en algunos casos el N reduce el llenado del grano sin incrementar su número, mientras que en otros el número de granos fue aumentado o deprimido sin afectar a su peso final.

#### 1.6.2.2. Efecto sobre la cantidad y calidad de las proteínas del grano.

En cebada, así como en la mayoría de los cereales, no sólo es importante el aumento en la cosecha grano, sino que también lo es la cantidad y calidad nutricional de sus proteínas, en particular su contenido en aminoácidos esenciales, especialmente en aquellas variedades destinadas a la alimentación del ganado (CHERY, 1979). Ambas están controladas genéticamente, pero además se encuentran influenciadas por factores del ambiente tales como tipo de suelo, prácticas de cultivo, condiciones climáticas y aplicación de fertilizantes. Ya que todas las proteínas de la planta se forman desde el N inorgánico absorbido por las raíces, su disponibilidad en el suelo desempeña un papel dominante en la cantidad de proteínas almacenadas 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 la cantidad y calidad de las proteínas del grano (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); por ello la proteína presente en los órganos vegetativos y la almacenada en el

grano se encuentran correlacionadas entre sí (McNEAL et al., 1971; KOLDERUP, 1979c; RECALDE-MARTINEZ, 1981).

La relación que liga la fertilización nitrogenada con la cosecha grano y su contenido de proteínas es compleja y, en ocasiones, aparentemente contradictoria. En efecto, un aumento gradual del N disponible por la planta provoca los siguientes efectos:

- En suelos muy deficientes en N puede existir una disminución en el contenido proteínico del grano, al mismo tiempo que aumenta la cosecha (efecto de dilución), lo cual parece deberse a que la primera consecuencia de la aplicación de N es el aumento de la cosecha grano, si los factores ambientales son adecuados (ANDERSEN, 1977; RECALDE-MANRIQUE, 1978).

- Al incrementar la fertilización nitrogenada, la cosecha grano se eleva junto con el contenido en proteínas hasta un cierto límite, a partir del cual sólo aumenta éste último, ya que la cosecha grano comienza a disminuir (REISENAUER y DICKSON, 1961; Terman et al., 1969; WALKER, 1975; GATELY y McALEESE, 1976; ANDERSEN, 1977; ORPHANOS y KRENTOS, 1980). Esto puede ser consecuencia de que el N absorbido en exceso de las necesidades vegetativas determina un aumento exclusivo de las proteínas; o que al intensificarse el crecimiento vegetativo éste compite con la reproducción y maduración del grano (HUTCHEON y PAUL, 1966).

Las proteínas del grano pueden ser expresadas como cantidad por semilla o unidad de peso de grano (contenido de proteínas, normalmente como porcentaje) o como producción de proteínas por unidad de área (cosecha de proteínas, expresada en gramos/m<sup>2</sup>). Una alta cosecha de proteínas puede ser obtenida en variedades con bajo contenido pero gran producción de grano, por lo que cosecha y % de proteínas no están necesariamente relacionadas entre sí (ANDERSEN, 1977). Esto es debido a que al aumentar la producción de grano disminuye el % de proteínas (BELL y LUPTON, 1962; KIRBY, 1968; CHERY, 1979); esta relación inversa no es provocada por un descenso en la síntesis proteica, ya que existe una estrecha correlación positiva entre cosecha de almidón y de proteínas (ANDERSEN, 1977), principales componentes químicos del grano, sino a que los factores que aumentan la cosecha grano ejercen un efecto más pronunciado sobre la producción de almidón que sobre la de proteínas (TORP, 1979). Sin embargo, pueden encontrarse diferencias en el contenido de proteínas entre variedades de cebada que producen igual cantidad de grano, principalmente causadas por variaciones en la eficiencia con la que los genotipos absorben N desde el suelo (SANDFAER y HAAHR, 1975) y/o en la habilidad con que utilicen el N absorbido en la producción de proteínas del grano (WALKER, 1975; GATELY y McALEESE, 1976).



La calidad del grano de cebada depende tanto del contenido en proteínas como de su composición. Las proteínas de los cereales se han clasificado tradicionalmente de acuerdo a sus propiedades de solubilidad en albúminas, globulinas, glutelinas y prolaminas. Estas últimas son proteínas de reserva para el embrión y poseen escaso valor nutritivo, al contener sólo el 1% de lisina comparado con el 5-6% del resto (proteínas metabólicas) (ANDERSEN y KØIE, 1975). El grano maduro de cebada contiene algo menos del 10% de albúminas, el 10-13% de globulinas, alrededor del 45% de glutelinas y un 33% de prolaminas, referidos a la proteína total (BREIDER y SCHÖN, 1979).

El contenido de prolamina incrementa más que el resto de las fracciones en respuesta a la fertilización nitrogenada. La cosecha de prolaminas es casi independiente del nivel de cosecha de almidón, mientras que entre ésta y la cosecha de proteínas metabólicas existe una fuerte correlación positiva (TORP, 1979; WINKLER y SCHÖN, 1980). De esta manera, puede esperarse que una elevada cosecha grano tenga un elevado porcentaje de lisina en su proteína, a causa de que la cosecha de no-prolaminas aumenta más que la de prolaminas, presumiblemente porque una gran maquinaria metabólica es un prerequisite necesario para una elevada producción; en efecto, han sido encontradas buenas correlaciones entre cosecha de almidón y % de lisina en su proteína (TORP, 1979).

El elevado contenido de lisina en la proteína de variedades de cebada con alta producción compensa parcialmente, pero no completamente, su bajo contenido (%) de proteína; esto es, el contenido de lisina en % de la harina es mayor en las variedades que producen menos; la cosecha de lisina, sin embargo, es superior en las variedades con mayor cosecha grano (TORP, 1979). La correlación positiva entre cosecha de almidón y porcentaje de lisina en la proteína, junto con la negativa entre cosecha de almidón y porcentaje de proteína hace que exista correlación negativa entre el % de proteína y % de lisina presente en la proteína (ANDERSEN y KØIE, 1975; ANDERSEN, 1977; CHERY, 1979; TORP, 1979; WINKLER y SHÖN, 1980).

Un alto % de proteínas en el grano, aunque beneficioso para las variedades de cebada destinadas a pienso, en las dedicadas a cervecería hace disminuir su valor tecnológico, ya que desplazan el almidón, prolongan el proceso de malteado y disminuyen su rendimiento en extracto (DEN HARTOG y LAMBERT, 1953; DAY, 1958; GATELY, 1968; BALSAN y MORAVCIK, 1977; BAYLES, 1977b), por lo que la aplicación de fertilizantes debe estar bien equilibrada (REISENAUER y DICKSON, 1961; HUNTER, 1962; KIVI y HOVINEN, 1971).

### 1.6.2.3. Factores que modifican la respuesta al N.

La aplicación de N debe ser posicional y químicamente - absorbible por la planta, y eficaz en aumentar la cosecha. Números factores pueden alterar la efectividad del N suministrado: época de aplicación, tipo y dosis de fertilizante y características de 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; ROHDE, 1963; GATELY, 1968; KIRBY, - 1968; KANDERA, 1971; RECALDE-MANRIQUE, 1978; KOLDERUP, 1979c).

#### 1.6.2.3.1. Epoca de aplicación.

La disponibilidad de N durante las fases de crecimiento y producción de los cereales es un importante factor que influye en la cosecha y la calidad del grano. Por ello, se han realizado numerosas investigaciones sobre la mejor época de aplicación de los fertilizantes nitrogenados. En general se admiten tres - épocas de aplicación: sementera, cobertera temprana y cobertera tardía.

En las cebadas de primavera, debido a la rapidez de crecimiento de la planta, no es aconsejable realizar aportaciones fraccionadas. Por lo general, no tienen un efecto muy notable y además no resultan rentables, salvo en suelos muy pobres y climas bastante húmedos. Sobre la cosecha final parece influir más la cantidad total de N que su escalonamiento en la aplicación - (GROS, 1966; CLEMENT-GRANDCOURT y PRATS, 1969).

En las cebadas forrajeras de invierno, es conveniente - escindir la aplicación de N en sementera y cobertera temprana, 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). Por el contrario, en las destinadas a la industria cervecera se aconseja evitar las aplicaciones en estados avanzados de crecimiento por su efecto negativo en - el rendimiento y calidad de la malta (HUNTER, 1962; GATELY, 1968; KIVI y HOVINEN, 1971; BRIGGS, 1978).

La fertilización en cobertera tardía produce un gran - aumento en el contenido de proteínas del grano (ANDERSEN, 1977; CHERY, 1979; TORP, 1979; ORPHANOS y KRENTOS, 1980), ya que parece ser más efectivo el N absorbido durante el período de llenado del grano que el translocado desde los órganos vegetativos - (HERRMAN, 1977; WINKLER y SCHÖN, 1980). Sin embargo, la mayoría del N aplicado después de la emergencia de la espiga se incorpora en aminoácidos no esenciales (CHERY, 1979), que en su mayoría serán convertidos en prolaminas por los granos, presumiblemente porque el N tardío llega a éstos cuando la síntesis y almacenamiento de albúminas, globulinas y glutelinas está casi completa (WINKLER y SCHÖN, 1980).



### 1.6.2.3.2. Tipo y dosis de fertilizante.

Se han realizado numerosas investigaciones comparando los efectos del amonio y los nitratos (STRECT y SHEAT, 1958; VIETS, 1965; HEWITT, 1970; KIRKBY y HUGHES, 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. Aunque muchas observaciones resultan discutibles por no haberse controlado su ficientemente las condiciones experimentales, queda fuera de du da que los tres tipos de fertilizantes afectan muchos procesos fisiológicos de los cereales de forma diferente (equilibrio ca ti ón/ani ón, concentración de azúcares reductores y de aminoácidos libres, etc.) (RECALDE-MANRIQUE, 1978).

En un reciente trabajo LEYSHON et al. (1980) comparan los efectos de amonio y nitratos en sementera sobre cebada concluyendo que no existen diferencias en la fuente de N con respecto a la materia seca total en la madurez, pero que esta aumen ta en proporción a la cantidad de N suministrada. La cosecha gr ano se eleva en mayor medida con amonio, especialmente a dosis altas, debido a un aumento en el número de espigas. Estos autores indican que las diferencias pueden haber sido ocasionadas porque en el caso de los nitratos hubo pérdidas por desnitrificación en el suelo. Sin embargo, ALESSI y POWER (1973) no encuentran diferencias significativas para la co se cha gr ano y el crecimiento al comparar las fuentes amoniacal y nítrica en se me nte ra, pero señalan que los componentes de urea formaldehído en el suelo los deprimen.

Generalmente se admite que la respuesta a las distintas fuentes nitrogenadas puede variar con la especie, las condiciones del suelo y ambiente y otros factores; y que la diferencia preferencial en la absorción de amonio o nitratos 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 (preferiblemente con inhibidores de la desnitrificación) para favorecer el desarrollo de la espiga y aumentar el contenido pr ote ín ico del grano. En cuanto a 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 ho jas (THORNE y WATSON, 1955).

El nitrógeno en la cebada es un factor de rendimiento aunque en menor grado que para el trigo; las dosis a emplear serán inferiores, ya que pueden producirse fenómenos de encamado, aparte de que los órganos vegetativos (paja) aprovechan me-

por 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; CLEMENT-GRANDCOURT y PRATS, 1969). En las variedades cerveceras las dosis usuales se sitúan entre 20-30 kg/Ha (KIVI y HOVINEN, 1971; GUPTA et al., 1976; BALSAN y MORAVCIK, 1977). En el caso de las cebadas forrajeras, el máximo recomendable está alrededor de los 60 kg/Ha, dependiendo del genotipo y la localidad (GATELY, 1968; BOYD et al., 1976; SPARROW, 1979) indicándose valores de 50 kg/Ha (DEVINE y HOLMES, 1963), 60 kg/Ha (NEEDHAM y BOYD, 1976) e incluso 68 kg/Ha (ALESSI y POWER, 1973; GATELY y McALEESE, 1976) en distintas áreas.

#### 1.6.2.3.3. 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 (SCARBROOCK, 1965; KIRBY, 1968, 1969; KIVI y HOVINEN, 1971; FEYTER et al., 1977).

La respuesta del peso de los granos al N varía localmente (GATELY, 1968; BOYD et al., 1976; BAYLES, 1977c; SPARROW, 1979). Hay evidencias de que el N reduce el llenado del grano más frecuentemente en zonas fértiles, ya que para las mismas dosis de abonado el peso de 1000 granos es superior en suelos deficientes en N (GATELY, 1968; BAYLES, 1977c).

La irrigación antes de la antesis estimula la acción del nitrógeno sobre el número de espigas, pero disminuye el peso de los granos al establecerse fenómenos de competencia (KIRBY, 1968). Sin embargo, cuando el aporte de agua 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). Se ha sugerido que las aplicaciones de nitrógeno conducen a una pérdida de agua del suelo, quizá por excesiva transpiración, resultando un déficit hídrico durante el llenado del grano (THORNE, 1974; BAYLES, 1977a; KRAMER, 1979); se concluye que un mecanismo por el cual la fertilización nitrogenada puede afectar negativamente al llenado del grano es, muy probablemente, por la influencia sobre la disponibilidad de agua durante dicho período.

La temperatura modifica el contenido y composición de las proteínas del grano de manera distinta según el estadio de crecimiento (THORNE et al., 1968; WARRINGTON et al., 1977; KOLDERUP, 1979a, 1979b). Así, el porcentaje de N aumenta con la temperatura

ra fundamentalmente en el espigado, mientras que la cosecha de N se incrementa con las bajas temperaturas en la fase vegetativa (KANDERA, 1971; KOLDERUP, 1979c).

### 1.6.3. El azufre como fertilizante.

El carácter indispensable del azufre en los vegetales es debido a una función típicamente plástica, ya que entra a formar parte de los aminoácidos metionina, cistina y cisteína en una proporción considerable. En su ausencia el N se acumula en forma de moléculas solubles y la síntesis proteica se detiene. Así pues, el S se convierte en un factor limitante del 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 que el depósito de proteínas tiene una gran significación, ya que además de las razones expuestas, el anión sulfato es almacenado más fácilmente que el nitrato y participa de forma más activa en el equilibrio aniones/cationes (COÏC, 1961; MANUEL-ARRANDO, 1973).

#### 1.6.3.1. Requerimientos de azufre.

Los cereales tienen unas necesidades bastante reducidas (25 Kg/Ha) en comparación a la mayoría de los cultivos, aunque paradójicamente pueden mostrarse muy exigentes en ciertos períodos de su desarrollo (COÏC, 1961).

A pesar de ser un elemento plástico, la dosis de azufre depende de otros factores que intervienen en el crecimiento y desarrollo del cultivo. En tal sentido su valor relativo puede fluctuar por acción de otros factores limitantes (irrigación, condiciones del suelo, etc.) así como por el contenido de los elementos nutritivos N, P y K (MARTEL y ZIZKA, 1977).

#### 1.6.3.2. Período crítico en la nutrición.

Los cereales presentan un período crítico en las disponibilidades de S, durante el cual la necesidad del cultivo es grande y las posibilidades de alimentación bajas. La razón fundamental es que en esta fase el suelo aún no ha mineralizado la suficiente cantidad de S orgánico indispensable para cubrir esta necesidad a causa de las bajas temperaturas invernales. 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 parece estar adelantado con respecto al trigo, que lo presenta durante el espigado cuando se va a decidir el número de flores fértiles por espiguilla; su carencia se caracteriza por delgadez de tallos y raíces, clorosis y disminución en la cosecha de grano y paja (GUPTA y VEINOT, 1974). Durante este período la disponibilidad de azufre debe ser elevada, a la vez que coincidente con un alto aporte de nitrógeno si se desea alcanzar un óptimo desarrollo del vegetal.

#### 1.6.3.3. Azufre por vía foliar.

El azufre elemental, muy usado como desinfectante y fungicida, es atacado lentamente en el aire para dar lugar a grandes cantidades de  $SO_2$  y en menor proporción de  $SH_2$ . Este  $SO_2$  penetra en las hojas a través de los estomas y es rápidamente metabolizado e incorporado a proteínas lo que se demuestra con el uso de  $S^{35}$  (TURREL y WEBER, 1955).

La aplicación de azufre elemental por vía foliar adelanta la floración, incrementa el número de hojas (RECALDE-MANRIQUE y DIAZ-MIGUEL, 1981) y produce un aumento sustancial en la cosecha de algunos cultivos, debido principalmente a un mayor número de frutos por inflorescencia (TURREL y WEBER, 1955; RECALDE-MARTINEZ y MARTIN, 1968; LLUCH-PLA et al., 1976; MANUEL-ARRANDO et al., 1976; RECALDE-MANRIQUE y GOMEZ-ORTEGA, 1979a, 1979b), lo que sugiere un efecto hormonal. El azufre absorbido como  $SO_2$  por las hojas puede incrementar el contenido en metionina y ya que este aminoácido es un precursor en la biosíntesis del etileno (LIEBERMAN, 1979), ésta podría ser la causa de los efectos observados.

#### 1.6.3.4. Distribución del azufre en la planta.

Hasta el inicio de la floración las hojas son los órganos más ricos en este elemento (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 una parte del azufre emigra a las semillas (COIC, 1961).

La aplicación de sulfato bórico y  $SO_2$  marcados como  $S^{35}$ , ha conducido a THOMAS et al. (1944) a estudiar la absorción, transporte y utilización de este elemento en cebada, trigo y maíz. En la hoja el S se encuentra almacenado en forma orgánica; al llegar la maduración el 60-80% pasa a forma mineral y emigra hacia el grano donde de nuevo es convertido en S orgánico. En la recolección casi todo el azufre (60-90%) se localiza en el grano, fundamentalmente en el embrión y capas periféricas del endospermo, incorporado en un 40% a cistina y metionina.

#### 1.6.3.5. Papel del azufre en la síntesis proteica.

STEWART y PORTER (1969) han demostrado que se necesita una parte de S por cada 12-15 de N para que se realice una proteínosíntesis óptima en varios cereales, afirmando que una nutrición deficiente en S se traduce en una disminución tanto en la calidad como en la cantidad de la cosecha. La aplicación exclusiva de S no incrementa la producción, sino que debe ir acompañada de fertilizantes nitrogenados para la obtención de un mayor rendimiento en estos cultivos (RABUFFETTI y KAMPRATH, 1977; SPENCER y FRÉNEY, 1980).

La adición de fertilizantes nitrogenados junto con los de azufre tiene un considerable efecto positivo sobre el contenido en aminoácidos azufrados de la cebada (REISENAUER y DICKSON, 1961). A niveles bajos de N la administración de S incrementa la cosecha y aumenta el contenido de 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 al cultivar cebada con una óptima fertilización nitrogenada pero con déficit de S, el contenido de cistina decrece más que el de metionina. En estas condiciones la síntesis de metionina predomina sobre la de cistina, lo que altera el porcentaje de las distintas fracciones proteicas según su contenido en dichos aminoácidos.

## 2.- METODOS Y TECNICAS EXPERIMENTALES.



## 2.1. MÉTODOS EN ANÁLISIS DEL 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 y de los cultivos, permitiendo su interpretación sobre bases fisiológicas. Una de sus grandes ventajas consiste en que los valores primarios, sobre los que se basa, son relativamente fáciles de obtener sin gran requerimiento de material. Estos valores son medidos sobre el material vegetal a intervalos de tiempo; permitiendo el cálculo de una serie de índices característicos que describen el crecimiento de la planta y de sus diferentes partes; así como, las relaciones entre el aparato asimilador y la producción de materia seca. En términos de Análisis del Crecimiento, éste se define como el incremento en peso seco de las plantas o cultivos investigados; aunque en un contexto más amplio, puede ser considerado como la función que relaciona las dimensiones de un organismo con el tiempo y cuya derivada es positiva (LIORET, 1974).

La producción neta es igual a la asimilación neta (asimilación bruta menos respiración) menos la pérdida de las partes secas de la planta (o de una cierta proporción de plantas completas en el cultivo) durante un período de tiempo determinado. Este concepto implica que un día (24 h) es el intervalo más pequeño que puede utilizarse en el Análisis del Crecimiento (KVET et al., 1971; EVANS, 1972).

Para un Ecosistema, la producción vegetal se denomina Productividad Primaria o nivel de Producción, y se estima como todo el material formado en la comunidad vegetal por unidad de superficie y de tiempo. Tal nivel de Producción puede ser medido en términos de incremento en peso seco, materia orgánica,  $\text{CO}_2$  o energía solar fijada.

### 2.1.1. Valores primarios.

El Análisis del Crecimiento establece los siguientes valores primarios, que vienen a describir el estado morfológico de la planta en cada muestreo:

- Peso seco total y valores de peso seco de los distintos órganos de la planta (hojas, tallos, raíces, flores, frutos, etc...).
- Tamaño y número de los mismos por planta o por muestra.
- Tamaño del aparato asimilador; normalmente en términos de superficie asimiladora (área foliar o, en algunos casos, área de otros órganos fotosintéticamente activos). Aunque también puede expresarse como peso seco de la hoja, proteínas foliares o contenido en clorofila.

Entre los factores ambientales más investigados se encuentran: radiación, temperatura, agua y aporte de nutrientes. Siendo sus efectos relativamente fáciles de poner de manifiesto mediante correlaciones con los distintos índices de crecimiento.

### 2.1.3. Cálculo de los índices de crecimiento a intervalos de tiempo.

Los índices de crecimiento se establecen en períodos de tiempo, normalmente de 1 a 4 semanas (VERNON y ALLISON, 1963), entre dos recogidas consecutivas del material vegetal, con la estimación de los apropiados valores primarios.

En la presente Memoria se utilizará la terminología anglosajona por haber sido aceptada internacionalmente. Los símbolos  $W_1$  y  $W_2$  representan la biomasa (normalmente medida como peso seco) y  $A_1$  y  $A_2$  el área de la superficie asimiladora (medida, por regla general, como superficie foliar); referidos a dos recogidas realizadas en los tiempos  $t_1$  y  $t_2$ .

#### 2.1.3.1. Análisis del crecimiento de plantas aisladas.

##### 2.1.3.1.1. Nivel de crecimiento relativo (Relative Growth Rate, RGR, R).

La noción de que el crecimiento vegetal se realiza en progresión geométrica estaba ya bien establecida cuando BLACKMAN, en 1919, introduce el concepto de Índice de eficiencia, basado en la ley del interés compuesto de Kelvin, afirmando que "si los niveles de asimilación y respiración por unidad de superficie asimiladora permanecen constantes y si las dimensiones del aparato asimilador guardan una relación definida con el peso seco total de la planta, el nivel de producción de nuevo material debe ser proporcional al tamaño de la planta". En otras palabras, el crecimiento es un proceso acumulativo y exponencial, lo que conduce a la idea de un modelo de crecimiento y de producción de materia seca que coincide con un capital aumentando a un interés compuesto.

$$W = W_0 \cdot e^{rt}$$

$W$  = peso de la planta en el tiempo  $t$ .

$W_0$  = peso de la semilla.

$r$  = tasa de crecimiento o "índice de eficiencia" (interés compuesto).

Siendo la velocidad de crecimiento:

$$\frac{dW}{dt} = W_0 e^{rt} \cdot r = r \cdot W$$

La producción de materia seca, por tanto, puede ser considerada como dependiente del capital inicial (peso de la semilla), del interés (velocidad de crecimiento) y de la duración del depósito (período de crecimiento).

La denominación nivel de crecimiento relativo fue propuesta por WEST, BRIGGS y KIDD, en 1920, definiéndola como el incremento en material vegetal por unidad de material vegetal presente y por unidad de tiempo. La expresión para su valor instantáneo es (FISHER, 1921, cit. por KVET et al., 1971):

$$\text{RGR} = R = \frac{1}{W} \cdot \frac{dW}{dt} \quad (1)$$

Esta expresión puede ser convertida en:

$$R = \frac{d(\ln W)}{dt}$$

lo que indica que el valor instantáneo del nivel de crecimiento relativo es la pendiente de la curva del logaritmo neperiano de W frente al tiempo.

El nivel de crecimiento relativo medio,  $\overline{\text{RGR}}$ ,  $\overline{R}$ , en un intervalo de tiempo desde  $t_1$  a  $t_2$  sería:

$$\overline{\text{RGR}} = \overline{R} = \int_{t_1}^{t_2} \frac{d(\ln W)}{dt} = \frac{\ln W_2 - \ln W_1}{t_2 - t_1} \quad (\text{peso} \times \text{peso}^{-1} \times \text{tiempo}^{-1}) \quad (2)$$

El único requisito para realizar esta integración es que la variación de W sea continua durante el intervalo considerado. En estas condiciones, puede calcularse el RGR sin nada más que sustituir los valores experimentales en la anterior expresión.

Análogamente puede ser establecido el nivel de crecimiento relativo de las distintas partes de una planta, tales como tallos secundarios, raíces, hojas o área foliar, etc.; constituyendo una útil aproximación al conocimiento del reparto de asimilados entre los órganos de una planta. Resulta obvio que la suma de los niveles de crecimiento relativos parciales ha de ser igual al del total (KVET et al., 1971).

Los cambios estacionales en  $\overline{R}$  pueden ser utilizados para la comparación de la eficiencia de producción entre diversos ge

notipos de una especie, o entre plantas sometidas a diferentes tratamientos; así como para establecer correlaciones con los factores ambientales (especialmente luz y temperatura). No obstante, surge el problema de que, a lo largo del desarrollo, se produzca una disminución en la proporción relativa de los órganos asimiladores (con respecto a los mecánicos y conductores), lo que ocasiona una reducción de R (THORNE, 1960; 1961). Este cambio del nivel de crecimiento relativo con la edad, se conoce como deriva ontogénica y oscurece los efectos de los factores ambientales sobre el crecimiento (EVANS, 1972). En trabajos de campo este problema puede ser evitado mediante siembras consecutivas a lo largo de la estación de crecimiento (STERN, 1965).

En algunos cultivos, los cambios en RGR, causados por las condiciones ambientales, se manifiestan más claramente cuando se calcula sobre el peso total de la planta, pero descontando el de aquellos órganos que no participan en el proceso de asimilación. Para patatas, por ejemplo, se aprecian mejor cuando no se toma en consideración el peso de los tubérculos. Esta corrección debe utilizarse también en el caso de plantas leñosas o hierbas con rizomas gruesos (JARVIS y JARVIS, 1964; KVET et al., 1971).

Para un valor instantáneo, el nivel de crecimiento relativo, viene determinado por:

- a) El tamaño de los órganos asimiladores.
- b) La eficiencia fotosintética de esos órganos en la producción de materia seca.

Ambos parámetros pueden ser medidos en términos cuantitativos y comparables mediante los dos índices siguientes.

#### 2.1.3.1.2. Proporción del área foliar (Leaf Area Ratio, LAR, F.).

Fue propuesto por BRIGGS, KIDD y WEST (1920b) y definido como la proporción entre el área foliar total (A) y el peso seco total (W):

$$LAR = F = \frac{A}{W} \text{ (área x peso}^{-1}\text{)} \quad (3)$$

Describe el tamaño del aparato asimilador en términos relativos y representa la relación existente entre el material fotosintético y el que sólo respira dentro de la planta.

Puede ser desdoblado en dos componentes:

a) Proporción del peso de la hoja (Leaf Weight Ratio, LWR):

Definida como la relación entre el peso seco de las hojas y el peso seco total:

$$LWR = \frac{W_L}{W} \quad (\text{sin dimensiones}) \quad (4)$$

Representa la fracción del peso seco total que se encuentra en forma de hojas.

b) Area foliar específica (Specific Leaf Area, SLA):

Definida como la relación entre el área foliar y el peso seco de las hojas:

$$SLA = \frac{A}{W_L} \quad (\text{área x peso}^{-1}) \quad (5)$$

Normalmente refleja el espesor de la hoja y la cantidad de superficie foliar por unidad de peso de la hoja; es decir, la proporción relativa de tejidos asimiladores frente a los conductores y mecánicos.

De esta forma:

$$LAR = LWR \times SLA = \frac{W_L}{W} \times \frac{A}{W_L} = \frac{A}{W}$$

En un intervalo entre dos recogidas sucesivas de material, el LAR medio y sus componentes pueden ser calculados:

a) Bien por,

$$\bar{LAR} = \bar{F} = \frac{\frac{A_1}{W_1} + \frac{A_2}{W_2}}{2} = \frac{LAR_1 + LAR_2}{2} \quad (\text{área x peso}^{-1}) \quad (6)$$

si se asume que LAR está linealmente relacionado con el tiempo (BLACKMAN, 1968; HUNT, 1978).

b) 0 bien por,

$$\overline{\text{LAR}} = \overline{\text{F}} = \frac{(A_2 - A_1) (\ln W_2 - \ln W_1)}{(\ln A_2 - \ln A_1) (W_2 - W_1)} (\text{área} \times \text{peso}^{-1}) \quad (7)$$

para un crecimiento exponencial tanto del área foliar como del peso seco, durante el intervalo considerado (THORNE, 1960).

La proporción de área foliar puede ser utilizada para estimar las diferencias entre plantas o cultivos como resultado del efecto de factores genéticos, ambientales o tratamientos agrícolas diferentes. Los cambios estacionales en LAR normalmente reflejan la interacción de los factores ontogénicos (edad y posición de las hojas) con los ambientales (aumento de LAR con el sombreado, altos niveles de N, suministro de agua, etc.) (KVET et al., 1971). Por las mismas razones que para el RGR, puede ser útil calcular LAR como la relación del área foliar con la biomasa total, menos los órganos de reserva.

De sus dos componentes, el área foliar específica (SLA) es mucho más plástico con respecto a los factores ambientales, especialmente luz y temperatura (BLACKMAN, 1956), que la proporción del peso de la hoja (LWR), ya que aquellas suelen afectar en mayor medida al número y tamaño de las hojas individuales que a la proporción relativa del peso seco de la hoja con el peso seco total (BLACKMAN, 1968; KVET et al., 1971; FITTER y KAY, 1981).

#### 2.1.3.1.3. Tasa de asimilación neta (Net Assimilation Rate, NAR, E) o Razón foliar Unitaria (Unit Leaf Rate, ULR, E).

Ante la necesidad de definir una característica del crecimiento que relacionase la superficie del aparato asimilador disponible con el incremento de nuevo material, BRIGGS, KIDD y WEST (1920 a y b), basándose en los mismos criterios utilizados en la definición del nivel de crecimiento relativo, propusieron un índice, al que denominan razón foliar unitaria (ULR), cuya expresión para el valor instantáneo es:

$$\text{ULR} = E = \frac{1}{A} \cdot \frac{dW}{dt} \quad (8)$$



donde A es el área foliar total presente sobre la planta, aunque también puede tomar el valor de una medida del tamaño del aparato asimilador distinta del área foliar: como peso seco, nitrógeno o proteína de la hoja, clorofila, etc.

Este índice es también ampliamente conocido con el nombre de Tasa de asimilación neta sugerido por GREGORY (1926). No obstante, hoy día se prefiere la denominación original de BRIGGS et al., (1920 a y b) porque, aparte de ser un término más antiguo, la ganancia de peso seco de una planta no depende exclusivamente del metabolismo del carbono, como sugiere el concepto de asimilación neta, sino de otros procesos tales como absorción de sustancias minerales, y el equilibrio entre elementos solubles y de reserva o estructurales (EVANS, 1972; HUNT, 1978; FARRAR, 1980).

La anterior expresión proporciona una medida de la eficiencia fotosintética de los órganos asimiladores en la producción de materia seca; tanto en el caso de plantas aisladas, como de cultivos o comunidades.

El valor medio de la razón foliar unitaria en el intervalo de tiempo entre  $t_1$  y  $t_2$  viene dado (KVET et al., 1971):

$$\bar{ULR} = \bar{NAR} = \bar{E} = \frac{1}{t_2 - t_1} \int_{t_1}^{t_2} \frac{1}{A} \frac{dW}{dt} \cdot dt = \frac{1}{t_2 - t_1} \int_{W_1}^{W_2} \frac{dW}{A} \quad (9)$$

Esta integración puede realizarse únicamente si la relación entre W y A es conocida.

Para pequeños intervalos de tiempo (1-2 semanas), el peso seco y el área foliar están linealmente correlacionados, al menos en cultivos bajo condiciones de campo, siendo los errores introducidos despreciables frente a los ocasionados en la estimación de W y A (WATSON, 1952; THORNE, 1960). En este caso y según KVET et al. (1971) de la integración resulta:

$$\begin{aligned} \bar{ULR} &= \frac{1}{t_2 - t_1} \int_{t_1}^{t_2} \frac{1}{A} \cdot \frac{dA}{dt} \cdot \frac{dW}{dA} \cdot dt = \\ &= \frac{W_2 - W_1}{A_2 - A_1} \cdot \frac{1}{t_2 - t_1} \int_{A_1}^{A_2} \frac{dA}{A} = \frac{W_2 - W_1}{A_2 - A_1} \cdot \frac{\ln A_2 - \ln A_1}{t_2 - t_1} \quad (\text{peso x área}^{-1} \text{ x tiempo}^{-1}) \end{aligned} \quad (10)$$

fórmula propuesta por WILLIAMS (1946), donde  $\ln A_2 - \ln A_1$  refleja el incremento de la superficie foliar durante el intervalo.

La razón foliar unitaria de cultivos o comunidades puede ser calculada por unidad de área de suelo, sin más que sustituir el valor de A por el índice de área foliar (LAI) en las anteriores ecuaciones (WATSON, 1958).

La razón foliar unitaria es distinta entre especies, variedades de la misma especie, años, estaciones del año y varía con la edad de la planta o del cultivo (WATSON, 1947a).

Aunque, en general, ULR es bastante más estable que RGR, aún presenta una marcada deriva ontogénica; es decir, alcanza el valor máximo cierto tiempo después de la emergencia, que es variable con la especie, y decrece a continuación progresivamente con la edad. Esta disminución está asociada con los cambios en la eficiencia fotosintética de las hojas, el sombreado mutuo y la disminución de LAR (A/W) a medida que la planta crece en tamaño (THORNE, 1960, 1961; WATSON et al., 1966; BLACKMAN, 1968; KVET et al., 1971).

En un reciente análisis del crecimiento de la cebada (FREYMAN, 1980) en condiciones de campo, la ULR presenta los máximos valores inmediatamente después de la emergencia, decreciendo progresivamente a lo largo de la estación. Esta disminución con el tiempo ocurre tanto en condiciones naturales, como de ambiente constante; siendo, por tanto, independiente de las condiciones externas (WATSON, 1947a; THORNE, 1960, 1961).

Se ha sugerido que el N o las proteínas de la hoja son la mejor medida del tamaño del aparato asimilador, al excluir los componentes no protoplasmáticos, encontrándose que la deriva ontogénica de la ULR calculada en base a ellas es más pequeña que en base al área foliar (KVET et al. 1971). No obstante, THORNE (1960) no encontró diferencias apreciables en la disminución de la ULR establecida sobre el N total de la hoja o sobre el área foliar en tres especies distintas; confirmando la conclusión de WATSON (1952, 1956) de que el área foliar es la forma más conveniente de expresar la ULR.

La razón foliar unitaria depende más íntimamente de la radiación incidente que de ningún otro factor ambiental, al ser una medida de la eficiencia de la maquinaria fotosintética (KVET et al., 1971; EVANS, 1972; HUNT, 1978); lo que se demuestra mediante experiencias de sombreado e investigaciones de los cambios estacionales de la ULR que permiten establecer correlaciones estadísticas con este factor (EVANS, 1972); aunque WATSON (1947a) no encontró dependencia significativa, señaló la gran influencia de la radiación.

La temperatura influye según su rango de variación puesto que regula la velocidad de los dos procesos básicos -Fotosíntesis y Respiración- (THORNE, 1961; BLACKMAN, 1968) existiendo diferencias entre especies (WATSON, 1947a) e interacciones con otros factores (WATSON, 1952). En términos generales, un aumento de temperatura en un rango normal (15-20°C) se traduce en un ligero descenso de la ULR (alrededor del 10%) debido al incremento en actividad respiratoria, frecuentemente compensado por un aumento de la LAR, provocado por el incremento del SLA a causa del mayor número y expansión de las hojas (EVANS, 1972). Existe alguna evidencia de los efectos positivos del suministro de nutrientes minerales (WATSON, 1947b; BLACKMAN, 1968).

A causa del incremento en el sombreado mutuo de las hojas, la razón foliar unitaria se encuentra correlacionada negativamente con el área foliar (LAR o LAI) y, consecuentemente, con todos los factores que promueven su desarrollo (aporte de N, deficiencia de luz, altos niveles de suministro hídrico, etc.). De aquí, la ULR decrece normalmente durante el crecimiento y desarrollo de un cultivo (KVET, et al., 1971).

2.1.3.1.4. Relaciones básicas en el crecimiento de plantas aisladas.

La mayoría de las características del crecimiento son mutuamente dependientes. Se fundamentan, como anteriormente se dijo, en que el nivel de crecimiento depende simultáneamente del tamaño de los órganos asimiladores y de su eficiencia en la producción de materia seca (BRIGGS et al., 1920a, b).

$$RGR = ULR \times LAR \tag{11}$$

ya que,

$$\frac{1}{W} \cdot \frac{dW}{dt} = \frac{1}{A} \cdot \frac{dW}{dt} \times \frac{A}{W} \quad \text{o bien}$$

$$\frac{1}{W} \cdot \frac{dW}{dt} = \frac{1}{A} \cdot \frac{dW}{dt} \times \frac{A}{W_L} \times \frac{W_L}{W}, \text{ es decir}$$

$$RGR = ULR \times SLA \times LWR \tag{12}$$

No obstante, salvo casos excepcionales:

$$\bar{RGR} \neq \bar{ULR} \times \bar{LAR}$$

ya que la relación indicada se establece sobre valores instantáneos de las características, y no sobre valores medios en un intervalo donde la dependencia de las variables frente al tiempo es más compleja.

Sin embargo, cualquier efecto sobre el nivel de crecimiento puede ser interpretado en términos de su influencia sobre la eficiencia neta, sobre el tamaño relativo del aparato asimilador o, lo más frecuente, sobre los dos. Puesto que numerosos factores ejercen efectos opuestos sobre NAR y LAR, la repercusión final sobre RGR refleja la interacción de ambos (BLACKMAN, 1968).

2.1.3.2. Análisis del crecimiento de cultivos o comunidades.

2.1.3.2.1. Nivel de crecimiento del cultivo (Crop Growth Rate, CGR) .

Este índice, de gran importancia en productividad de cultivos, es semejante al RGR definido para plantas individuales. Representa el nivel de producción de materia seca por unidad de área de terreno (P) y por unidad de tiempo. Su expresión para un valor instantáneo es:

$$CGR = \frac{dW}{Pdt} \quad (\text{peso} \times \text{área suelo}^{-1} \times \text{tiempo}^{-1}) \quad (13)$$

Aunque varios investigadores habían manejado este concepto con anterioridad, fué WATSON (1958) el primero en definirlo claramente como nivel de crecimiento del cultivo (CGR).

Su valor medio,  $\bar{CGR}$ , en un intervalo de tiempo desde  $t_1$  a  $t_2$ , puede ser expresado según (KVET et al., 1971):

$$\bar{CGR} = \int_{t_1}^{t_2} \frac{1}{P} \frac{dW}{dt} = \frac{W_2 - W_1}{P(t_2 - t_1)} \quad (\text{peso} \times \text{área suelo}^{-1} \times \text{tiempo}^{-1}) \quad (14)$$

donde  $W_1$  y  $W_2$  son los pesos secos de las muestras recogidas sobre idénticas áreas de terreno P en los tiempos 1 y 2. De nuevo, el único requisito para realizar la integración es que la variación de W sea continua a lo largo del intervalo.

El CGR es una medida de la eficiencia de producción en - Fisiología de Cultivos, permitiendo la comparación entre comunidades en el mismo o distinto hábitat.

Para un valor instantáneo, y bajo condiciones ambientales dadas, el CGR depende de:

- a) El grado de intercepción de la luz solar (tamaño de la cubierta fotosintética).
- b) La eficiencia fotosintética de los órganos asimiladores.

#### 2.1.3.2.2. Índice de área foliar (LAI, L).

El área foliar por planta no es una medida apropiada de la superficie asimiladora en un cultivo, ya que no tiene en cuenta la densidad de las plantas ni la cobertura vegetal. Para evitar este inconveniente, WATSON (1947a) introduce el concepto - (más orientado a cultivos y comunidades) de superficie foliar - en relación al área de terreno, proponiendo el Índice de área - foliar (LAI, L); que se define como el área foliar por unidad de área de terreno:

$$LAI = L = \frac{A}{P} \text{ (área x área}^{-1}\text{)} \quad (15)$$

Este índice no posee dimensiones, a menos que el tamaño del aparato asimilador se exprese como contenido en clorofila, peso de hoja o proteínas foliares.

Para calcular el valor instantáneo de LAI sólo se requiere medir el área foliar en un número adecuado y representativo de muestras sobre un área de terreno conocida; o bien en una - planta base multiplicándola después por el número de plantas presentes (WATSON et al., 1958; WELBANK et al., 1966). Su valor medio en un intervalo de  $t_1$  a  $t_2$  puede estimarse como (HUNT, 1978):

$$\bar{LAI} = \bar{L} = \frac{LAI_1 + LAI_2}{2} \text{ (área x área}^{-1}\text{)} \quad (16)$$

Las plantas superiores desarrollan un sistema asimilador que consta de una serie de hojas que se superponen y producen sombra mutuamente. La radiación incidente, así, se debilita a medida que penetra en la cubierta vegetal (siguiendo la ley de extinción de Lambert-Beer) y disminuye exponencialmente, cuanto mayor es el grado de superposición. Para un follaje más o menos homogéneo, la debilitación de la radiación puede calcularse según la ecuación de MONSI y SAEKI (1953):

$$I = I_0 \cdot e^{-K \cdot LAI}$$

siendo:

$I_0$  = Intensidad de la radiación por encima de la cubierta vegetal.

$I$  = Intensidad de la radiación en el interior del cultivo.

$K$  = Coeficiente de extinción propio de cada cultivo; que depende del número, tamaño y forma de las hojas; la intensidad y hábito de ramificación del tallo; el ángulo que forma el limbo foliar con la vertical; y las propiedades ópticas de las hojas (absorción, reflexión y transmisión).

Estrictamente, la Ley de Lambert-Beer es válida únicamente para la atenuación de una radiación monocromática en un medio homogéneo, mientras que en un cultivo la luz azul y roja es absorbida selectivamente por la superficie de hojas y tallos. De esta forma para describir la debilitación en una capa de la antena de cereales, MONTEITH (1966) ha propuesto la ecuación:

$$I = I_0 \cdot S^{LAI}$$

donde:

$S$  = Fracción de la radiación incidente que atraviesa una capa de hojas con LAI unidad sin ser interceptada. Para campos de cereales toma un valor medio de 0,7.

En este sentido, el Índice de área foliar proporciona una medida del grado de superposición de las superficies asimiladoras; representando el número de capas completas de hojas desplegadas por la antena, expresadas como promedio para la totalidad del cultivo. Este concepto constituye sólo una aproximación, ya que el mosaico foliar nunca forma realmente capas intactas y homogéneas dispuestas unas encima de otras; e incluso (con elevados valores de LAI) se presentan aberturas distribuidas al azar en la antena, donde la cobertura foliar es prácticamente nula, compensadas por otras zonas donde el número de capas es superior a la media (EVANS, 1972).



En un cultivo recientemente germinado, LAI permanece por debajo de 1 durante algún tiempo, ya que el área foliar total - de las plántulas es casi despreciable frente el área de terreno donde crecen. A medida que el cultivo se desarrolla, el índice de área foliar incrementa hasta un valor máximo, normalmente en tre 2 y 10 para la mayoría de los cultivos (HUNT, 1978), a par tir del cual decrece por el marchitamiento de las hojas (WATSON, 1947a). Esta variación de LAI, con el tiempo, es debida princi palmente a cambios en el área foliar por planta y, en menor me dida, en el número de plantas; este tiende a decrecer con la ed ad, en condiciones de campo (WATSON, 1952).

En teoría puede ser alcanzado el óptimo de LAI (definido como aquel que suministra el máximo nivel de producción de mate ria seca (CGR)) cuando las capas más bajas de hojas son capaces (en promedio) de mantener un balance de carbono positivo; esto es, cuando el cultivo, considerado en conjunto, intercepta vir tualmente toda la radiación fotosintética activa disponible - (THORNE, 1974). Con valores superiores de LAI, tales hojas se con vierten en una carga improductiva y su rendimiento comienza a decaer, o incluso mueren. Sin embargo, en algunos cultivos don de la biomasa total no es el objetivo económico, puede ser con veniente sobrepasar el óptimo de LAI (lo que indica un mayor sombreado), si la producción de grano, tubérculos o frutos se vé beneficiada a expensas del crecimiento vegetativo (HUNT, 1978).

Se puede conseguir alcanzar niveles supraóptimos de LAI, modificando la densidad de siembra, el nivel de fertilización y otros tratamientos.

Como otras características del crecimiento, el LAI se en cuentra ampliamente afectado por temperatura, el régimen de agua y nutrientes, las relaciones luminosas y otros factores ambientales. En la mayoría de los cultivos, el conocimiento de los cam bios del LAI es la clave para la comprensión de las vari acio nes en otras características; especialmente NAR (WATSON, 1952, 1958).

En cereales, el índice de área foliar aumenta con las dis disponibilidades de N (especialmente en aplicación temprana), in crementando el número y tamaño de las hojas (WATSON, 1952; TH ORNE y WATSON, 1955; KHALIFA, 1973). El suministro de P in cre menta el número de hojas, sin alterar su tamaño; mientras que el K aumenta el tamaño de las hojas y retrasa su senescencia - (WATSON, 1952). La irrigación estimula el área foliar y LAI (FREYMAN, 1980); mientras que la sequía, incluso en bajos niveles, produce el efecto contrario (WATSON, 1952; LEGG et al., 1979; LAWLOR et al., 1981). En términos generales, el área fo- liar y LAI decrecen con el incremento en iluminación y el re tra so en la fecha de siembra; aunque en este último caso se com pen sa posteriormente por un aumento en el tamaño de la hoja (WATSON, 1974a, 1952).

El Índice de área foliar, la distribución de las hojas - en la antena y la altura de los tallos, son normalmente los factores más importantes en la competición por la luz, conduciendo a que la eficacia productiva dependa, en bastante medida, del nivel de desarrollo de la cubierta fotosintetizadora (WATSON, 1956; KVET et al., 1971); alcanzándose en algunos cultivos de cereales, correlaciones muy estrechas entre el LAI y la producción final de grano (KHALIFA, 1973).

### 2.1.3.2.3. Relaciones básicas en el crecimiento de cultivos o comunidades.

De forma análoga que para el crecimiento de plantas aisladas, se establece que:

$$CGR = ULR \times LAI \quad (17)$$

relación fundamental en el análisis del crecimiento de poblaciones y comunidades.

Por las mismas razones que las indicadas para el  $\overline{RGR}$ , sólo en casos muy aislados se cumplirá que:

$$\overline{CGR} = \overline{ULR} \times \overline{LAI}$$

Como ULR normalmente decrece en magnitud a medida que el cultivo se aproxima a la madurez, mientras que LAI incrementa, la evolución del CGR será consecuencia de la tendencia conjunta de sus componentes.

STOY (1965), en un estudio sobre trigo en condiciones de ambiente controlado, puso de manifiesto que a medida que las plantas crecen en la fase vegetativa,  $\overline{LAI}$  incrementa en mayor proporción que decrece ULR y el resultado final es que  $\overline{CGR}$  aumenta con el tiempo. Resultados similares sobre *Gladololushan* han sido suministrados por BLACKMAN (1968), demostrando que el incremento en LAI conduce a una elevación del CGR a pesar de la disminución de ULR.

WATSON (1952) examinó la importancia relativa de la variación en LAI y ULR en la determinación de CGR, concluyendo que LAI es el de mayor importancia, puesto que depende más estrechamente de las condiciones ambientales y régimen de control del cultivo por parte del agricultor; conclusión ya sugerida por el mismo investigador en trabajos anteriores (1947a y b). No obstante

te, pueden existir determinadas circunstancias en las que  $\overline{CGR}$  - esté principalmente regido por la variación de  $\overline{ULR}$  (WATSON, 1958).

Estas relaciones demuestran que, en cada tipo de cultivo, existe una óptima combinación de ULR y LAI bajo la que se obtienen los mayores niveles de producción, medidos como CGR (KVET - et al., 1971). Por regla general, esto suele ocurrir cuando los máximos de LAI se dan en el período en que las condiciones ambientales sean óptimas para ULR (WATSON, 1947a, 1956; RICHARDS, 1969).

2.1.3.2.4. Duración del área foliar (Leaf Area Duration; LAD, D).

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.

Es por esto que WATSON (1947a) estudió la evolución de LAI frente al tiempo; sugiriendo que la integral del área bajo la curva de LAI, fuera denominada duración del área foliar (LAD), ya que tiene en cuenta "tanto la magnitud del área foliar, como su persistencia en el tiempo". Esta función es una medida de la capacidad de un cultivo para producir y mantener el área foliar y, por tanto, de su "oportunidad total para la asimilación"; en condiciones de NAR constante, la acumulación de materia seca es proporcional a LAD.

De esta forma, la duración del área foliar viene definida como:

$$LAD = \int_{t_1}^{t_2} LAI \, dt \tag{18}$$

o bien, en plantas aisladas:

$$LAD = \int_{t_1}^{t_2} A \, dt \tag{19}$$

Para evaluar esta ecuación numéricamente debe ser conocida la ecuación de la curva de A o LAI durante todo el desarrollo. No obstante, si el área foliar se establece con frecuencia, puede asumirse que sus relaciones con el tiempo vienen dadas por el nivel relativo de crecimiento foliar (Relative Leaf Growth Rate, RLGR):

$$RLGR = \int_{t_1}^{t_2} \frac{dA}{A} \cdot dt = \frac{\ln A_2 - \ln A_1}{t_2 - t_1} (\text{área} \times \text{área}^{-1} \times \text{tiempo}^{-1}) \quad (20)$$

concepto derivado del RGR (cf. ecuación 3).

Así, LAD puede ser calculado sobre la base del área foliar (A) como (KVET et al., 1977):

$$\begin{aligned} LAD &= \int_{t_1}^{t_2} A \cdot \frac{dA}{dA} \cdot dt \cdot \frac{dt}{dt} = \int_{t_1}^{t_2} \frac{A}{dA \cdot dt} \cdot \int_{t_1}^{t_2} \frac{dA}{dt} \cdot dt = \\ &= \frac{A_2 - A_1}{\ln A_2 - \ln A_1} (t_2 - t_1) (\text{área} \times \text{tiempo}^{-1}) \end{aligned} \quad (21)$$

y de forma análoga con respecto al índice de área foliar (LAI):

$$LAD = \frac{LAI_2 - LAI_1}{\ln LAI_2 - \ln LAI_1} (t_2 - t_1) (\text{tiempo}) \quad (22)$$

Cuando se tiene un número limitado de valores del área foliar, puede realizarse gráficamente una aproximación al valor de LAD a partir de la curva de LAI frente al tiempo (Fig.13) - (WELBANK et al., 1966; KVET et al., 1971; HUNT, 1978):

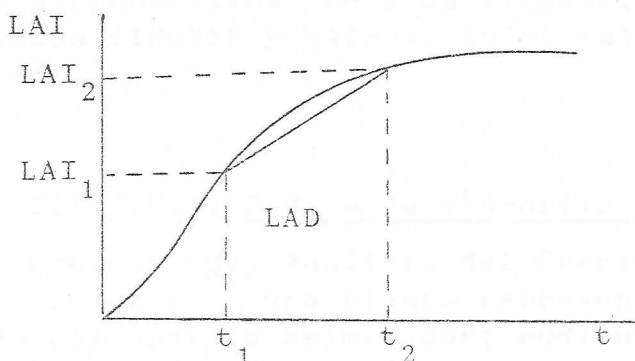


Fig. 13.- Estimación gráfica de LAD como el área de un trapecio.

considerando el valor de LAD como el área del trapecio enmarcado en los tiempos considerados:

$$LAD = \frac{LAI_1 + LAI_2}{2} (t_2 - t_1) \quad (\text{tiempo}) \quad (23)$$

LAD expresa (en términos cuantitativos) como mantiene una planta o cultivo su superficie asimiladora activa. Aquellos cultivos con LAI semejante, pero con mayor LAD, son normalmente productores más efectivos (NICHIPOROVICH, 1968); concluyéndose que tanto el tamaño del aparato asimilador, como su duración, son factores de primordial importancia en la eficiencia productiva de la mayoría de los cultivos (WATSON, 1956).

Por regla general, los valores de LAI y LAD se obtienen por exceso, al asumirse que todas las partes de la planta son equivalentes, lo que es cierto cuando el sombreado mutuo es mínimo; pero a medida que el aparato asimilador aumenta de tamaño, las capas inferiores de hojas pueden llegar a alcanzar su punto de compensación, por lo que no contribuyen a la economía neta de carbohidratos de la planta en su conjunto, pero sí incrementan el valor medido de LAI y LAD. Aunque esta situación se produce con mucha frecuencia, el concepto de LAD sigue manteniendo su interés, sobre todo cuando se considera el intervalo de tiempo en que se decide el peso seco final de las plantas anuales (WATSON, 1952, 1958; EVANS, 1972).

En el caso de los cereales, la cosecha grano está influenciada por el nivel de Fotosíntesis durante el crecimiento y maduración del grano (ARCHBOLD, 1942; ARCHBOLD y MUKERJEE, 1942; THORNE, 1965). Por esta razón, el LAD en el período de antesis a madurez es un índice de gran importancia en el estudio de la producción de grano (WELBANK et al., 1966); la cual se verá afectada por los factores que actúen sobre LAD en ese intervalo: radiación, temperatura, disponibilidad de agua (THORNE, 1966) y fertilización nitrogenada (THORNE y WATSON, 1955; KHALIFA, 1973; RECALDE-MARTINEZ, 1981).

#### 2.1.3.2.5. Índice de clorofila (Chlorophyll Index, CI).

En el contexto del Análisis del Crecimiento, la cantidad de clorofila presente en una planta representa una medida indirecta del tamaño del aparato asimilador; pudiendo relacionarse con el nivel de producción de materia seca y con otras características del crecimiento (BELL et al., 1979).

El Índice de clorofila puede ser definido, de manera análoga al LAI, como gramos de clorofila presentes en un cultivo por unidad de área de suelo; presentando una relación con el CGR idéntica a la del LAI (ARUGA y MONSI, 1963; OKUBO et al., 1964, cit. por KVET et al., 1971).

De la misma forma, el CI puede sustituir al área foliar en el cálculo de la razón foliar unitaria, sobre todo en ambientes de baja radiación, donde la fotosíntesis se encuentra intensamente limitada por las reacciones fotoquímicas. En condiciones de alta irradiación, cuando el CO<sub>2</sub> es limitante, es preferible utilizar el área foliar como base sobre la que expresar la fotosíntesis (KVET et al., 1971).

El Índice de clorofila cobra gran interés cuando no es posible medir directamente la superficie de órganos fotosintéticos distintos a las hojas, pero que juegan un papel importante en la asimilación total (inflorescencias verdes, tallos de gramíneas, glumas y aristas de cereales, etc.).

#### 2.1.3.2.6. Eficiencia asimiladora durante la maduración (Grain: Leaf Ratio, G.).

Propuesto por WATSON, THORNE y FRENCH (1963), 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 período comprendido entre la antesis y la madurez:

$$G = \frac{Y}{LAD} \text{ (área x área}^{-1} \text{ x tiempo)} \quad (24)$$

Según estos autores, constituye un parámetro más sensible de la eficiencia asimiladora (durante el crecimiento del grano) que cualquier otra característica basada en el peso seco total; puesto que la intensa translocación de asimilados hace que el resto de las partes de la planta distintas del grano pierdan peso.

Este índice, por tanto, proporciona una medida de la eficiencia fotosintética de la superficie verde en la producción de materia seca con destino al grano; es decir, una especie de razón foliar unitaria durante el período de maduración, por lo que sus respuestas a los tratamientos experimentales son muy similares a los de ULR en el período vegetativo (WELBANK et al., 1968; RECALDE-MARTINEZ, 1981).



Al igual que ULR, G está influenciado por los factores ambientales especialmente luz y temperatura (THORNE, 1966), con los que está correlacionado en forma directa. Su relación con la temperatura no parece lógica en principio, ya que ésta disminuye el balance fotosíntesis/respiración, pero como actúa también estimulando el crecimiento de granos o espigas y/o los procesos de translocación, incrementaría G. (WELBANK et al., 1968).

### 2.1.3.3. Alometría en el crecimiento vegetal.

La alometría consiste en el estudio del crecimiento y desarrollo de una parte de un organismo en relación a otra o al organismo completo.

En términos generales, la relación alométrica entre dos variables de una planta (x) e (y), puede ser expresada como (RICHARDS, 1969; HUNT, 1978):

$$y = bx^k \quad (25)$$

donde (x) representa el tamaño de un parámetro de crecimiento del organismo completo en un tiempo dado e (y) el de uno de sus órganos; (b) y (k) son constantes, siendo esta última conocida como constante alométrica.

Cuando  $k = 1$ , existe una proporcionalidad constante entre (x) e (y); es decir, el nivel de crecimiento relativo de las dos variables es idéntico, condición descrita como "isometría". En el caso de que  $k > 1$ , la situación se conoce como "alometría positiva", y como "alometría negativa" si  $k < 1$ . Cuando k es un número negativo, o sea, la relación entre las variables es inversa, el término alometría se reemplaza por "enantiometría" (RICHARDS, 1969).

Tomando logaritmos neperianos en la anterior expresión:

$$\ln y = \ln b + k \ln x$$

ecuación de una recta donde k es el valor de la pendiente.

De esta forma, el crecimiento relativo de órganos individuales puede ser descrito mediante ecuaciones de regresión simples en función del peso seco total (KVET et al., 1971).

Las aplicaciones de la alometría no se encuentran necesariamente confinadas al uso del peso seco como atributo del tamaño, sino que pueden utilizarse otras magnitudes: como longitud, área o volumen.

La relación entre superficie foliar y peso seco de la hoja en cebada toma la forma (RAMOS et al., 1981):

$$SF = a + b PSH$$

ecuación que permite conocer con suficiente exactitud el área foliar por simple pesada de las hojas, caso también descrito para el trigo (AASE, 1978).

#### 2.1.4. Análisis del crecimiento y producción de grano.

El crecimiento del grano de cereales sigue una gráfica sigmoideal cuya mayor parte se encuentra ocupada por un tramo intermedio que, bajo condiciones ambientales razonablemente constantes, es perfectamente lineal con respecto al tiempo. Esto permite analizar el crecimiento del grano en función de la intensidad y duración de dicha etapa (THORNE, 1966; EVANS y WARDLAW, 1976; RECALDE-MARTINEZ, 1981).

Dado que la mayoría de los carbohidratos del grano se producen después de la emergencia de la espiga, no es sorprendente que la cosecha grano se encuentre a menudo estrechamente relacionada con el tamaño y la duración del área foliar en este período, mientras el grano está creciendo (THORNE, 1966, 1974; KHALIFA, 1973). Por tanto, la cantidad de fotosintetizado disponible va a depender de las dimensiones del sistema asimilador (LAI), de su duración (LAD) y de su eficacia en la producción de materiales para el grano (G) (WELBANK et al., 1966).

En cereales, la LAD será elevada cuando el índice de área foliar sea alto, su máximo ocurra después de la emergencia de la espiga y persista el mayor tiempo posible (THORNE, 1966). La mayoría de las diferencias en la cosecha grano, causadas por factores ambientales o nutritivos, pueden ser explicadas por variaciones de esta característica; estando íntimamente correlacionadas en numerosos cereales (WATSON, 1952, 1956; THORNE, 1966, 1974; KHALIFA, 1973; GRAFIUS y BARNARD, 1976; RECALDE-MARTINEZ, 1981). En el cálculo de LAD debe tenerse en cuenta el área foliar que está realmente contribuyendo al crecimiento del grano. Así, WELBANK et al., (1966) encuentran que la producción de algunas variedades de trigo se correlaciona más estrechamente con LAD, cuando ésta se calcula sobre el área verde presente por en

cima del nudo de la hoja bandera, que sobre el área total; caso también comprobado en cebada (YAP y HARVEY, 1972). No obstante, la correlación entre la cosecha final de grano y la duración del área foliar después de la antesis es mucho mayor en unos casos que en otros; perdiendo significación cuando la cosecha grano supera los  $500\text{g/m}^2$  y el LAI excede de 7; al menos para trigo (THORNE y BLACKLOCK, 1971). Esto sugiere que tal variabilidad debe ser atribuida a la magnitud de la superficie foliar (LAI) con que se inicia el proceso de maduración. Cuando la interceptación luminosa, en este momento, no es completa (lo que ocurre con un LAI inferior al óptimo) la correlación es alta. Por el contrario, con elevados valores de LAI, la interceptación luminosa es más completa y cabe esperar una fotosíntesis adicional que explicaría la menor correlación de la cosecha grano con LAD (RECALDE-MARTINEZ, 1981).

La eficiencia asimiladora durante la maduración (G) describe la relación existente entre la producción de grano y la duración de área foliar después de la antesis; siendo particularmente útil cuando la cosecha final de grano no puede ser totalmente explicada por variaciones en LAD, adquiriendo, en este caso, una notable importancia los factores que influyen, tanto sobre la eficiencia fotosintética, como sobre la distribución de materia seca dentro de la planta (THORNE, 1974).

## 2.2. TECNICAS EXPERIMENTALES.

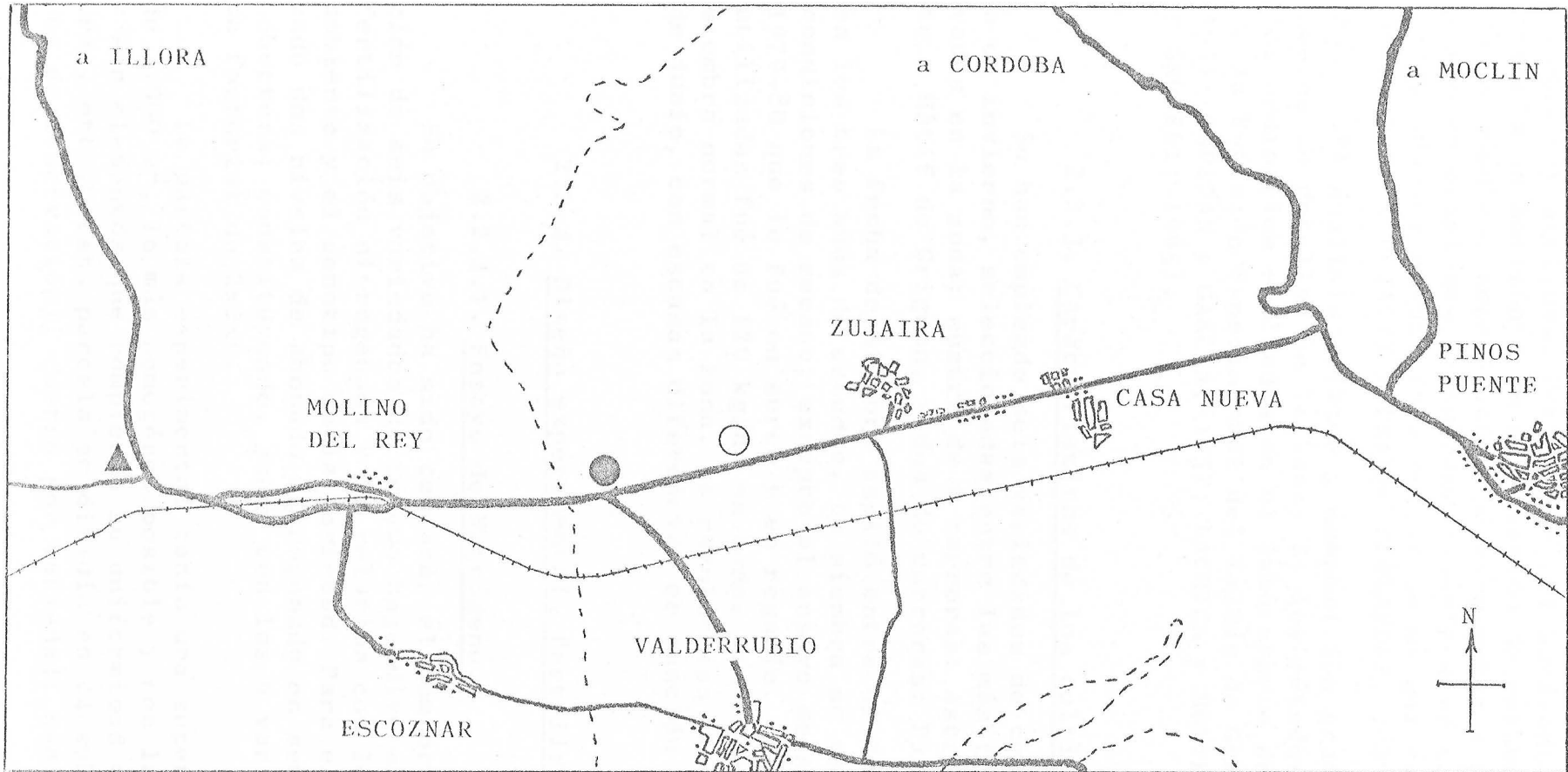
### 2.2.1. Ubicación de las parcelas.

Los ensayos han sido realizados en una zona representativa del cultivo de cereales en la provincia de Granada (área de Pinos Puente) durante las campañas agrícolas de 1978-79, 1979-80 y 1980. La localización exacta de las parcelas de experimentación puede observarse en el mapa de la Figura 14.

### 2.2.2. Análisis y tipo de suelo.

El suelo de la zona pertenece al tipo Cambisoles cálcicos, de acuerdo con la clasificación de la F.A.O. Desde el punto de vista morfológico, se trata de suelos con perfil A-B-C y una profundidad media que oscila entre los 40 y 100 cm.

El horizonte A es ócrico, de color pardo, más o menos oscuro como consecuencia de cierta liberación de hierro, y contenido medio de materia orgánica (2 al 3%); textura de limo arenoso o limo arcillo arenoso y presencia de carbonato cálcico que, en algunas ocasiones, puede alcanzar valores considerables. El horizonte B es cámbico, de color rojo y suele presentarse embolsa



- 1978-79
- 1979-80
- ▲ 1980-81

ESCALA 1:50.000

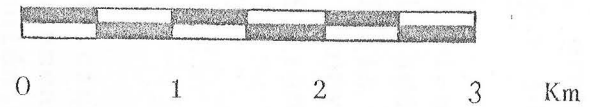


Figura 14.- Localización de las parcelas experimentales en los 3 años de estudio.

do, cuando no ha sido englobado en el horizonte A, por efecto del intenso laboreo a que estos suelos han sido sometidos desde épocas muy antiguas. Por debajo del horizonte B aparece con frecuencia un horizonte de acumulación de carbonato cálcico en forma de nódulos, separaciones pulverulentas y pseudomicelios; llegando en ocasiones a constituir una costra caliza, probablemente originada por exudación a partir de margas calizas bajo clima árido (PEREZ PUJALTE y PRIETO FERNANDEZ, 1980).

El análisis químico y composición granulométrica de los suelos se detallan en la Tabla 2; los métodos utilizados son los ordinarios empleados en el laboratorio de Análisis de Suelos de la Estación Experimental del Zaidín de Granada (BOUYOUCOS, 1951; CAPITAN y GARCIA, 1957; LACHICA y MONTESINOS, 1961; BOUAT y GROUZET, 1965).

### 2.2.3. Características de los cultivos.

Se han empleado seis variedades de cebada de ciclo largo o de invierno, seleccionadas entre las más frecuentemente cultivadas en la zona; cuatro de 6 carreras: Astrix, Monlón, Albacete y Hâtif de Grignon, y dos de carreras: Pallas y Logra.

La fecha de siembra osciló entre el 20 y 25 de Noviembre en los tres años de estudio. La siembra se realizó en llano bajo condiciones de secano, excepto el ensayo de Azufre-Nitrógeno de 1979-80 que lo fué en surco y en regadío. La cantidad de semillas utilizadas fué de 120 kg/Ha en todos los casos, densidad de siembra normal en la zona. La recolección se efectuó a finales de junio, con escasas diferencias en función de los años.

### 2.2.4. Diseño experimental, fertilización y tratamientos.

#### 2.2.4.1. Ensayo de Nitrógeno.

Su objetivo ha sido comparar el comportamiento y producción de seis variedades de cebada bajo diversas condiciones de fertilización nitrogenada y en relación con los factores del ambiente y el genotipo de la variedad. Para ello, se han utilizado dos niveles de abonado nitrogenado en sementera y dos en cobertera; constituyendo, junto con las 6 variedades empleadas, un factorial de 2x2x6.

La parcela experimental tenía una superficie aproximada de 3.000 m<sup>2</sup>, lo más homogénea posible y con la mínima pendiente, y sin elementos que rompieran su uniformidad como árboles, piedras, etc... Esta parcela se dividía en 24 subparcelas (o unidades de observación), cuatro por variedad; cada una de las cuales

Tabla 2.- Composición granulométrica y análisis químico de los suelos.

ENSAYO	1978-79	1979-80	1980-81
Arena %	25,7	26,5	7,7
Limo %	41,4	43,0	41,0
Arcilla %	32,2	29,5	50,5
Clasificación	Franco-Arcillosa	Franco-Arcillosa	Arcillosa-Limosa
pH en agua	7,7	7,7	7,7
Materia orgánica %	1,56	1,48	3,03
N orgánico %	0,088	0,088	0,182
P asimilable ppm	9	3	10
K asimilable ppm	245	310	940
Caliza activa %	18,00	18,44	16,81
Carbonatos %	63,8	63,0	31,2





abarcaba una superficie de  $100 \text{ m}^2$  y recibía un tratamiento diferente. Para asegurar la perfecta separación de las subparcelas colindantes y facilitar la toma de muestras, alrededor de cada una de ellas, se dejaba un camino periférico de 1 m de anchura sin cultivar. En la Figura 15 puede observarse la disposición de las parcelas y de los tratamientos; y en el Cuadro 1 se detallan las dosis y formas de aplicación de los fertilizantes para los tres años de estudio.

La fertilización de sementera se aplicó, previa a la siembra, a finales de noviembre en los tres años de estudio; consistiendo en un abonado fosfopotásico de fondo común a toda la parcela, junto con su correspondiente dosis de nitrógeno. La aplicación del abonado de cobertera tuvo lugar en distintas fechas del mes de marzo, cuando las plantas se encontraban al final del ahijado; excepto en el ensayo de 1980-81 que se realizó un mes más tarde (a mediados de abril) en función de la desigual climatología de ese año.

#### 2.2.4.2. Ensayo de Azufre-Nitrógeno.

Su objetivo ha sido comprobar el carácter suplementario de las aplicaciones de nitrógeno y azufre elemental por vía foliar sobre la cosecha de cebada y sus parámetros determinantes. Con este fin se ha utilizado la variedad Pallas (2 carreras), sometida a varios tipos y dosis de fertilización nitrogenada; junto a una dosis constante de azufre aplicado en distintas épocas del desarrollo del cultivo. Dado que el diseño experimental ha sido adaptado a los resultados de cada año se hace necesario describirlo individualmente.

##### 2.2.4.2.1. Ensayo de 1978-79.

Se han empleado dos tipos de fertilización nitrogenada de cobertera, foliar y radical; cada uno en tres niveles, junto con dos aplicaciones de azufre por vía foliar en época distinta, contrastados con un testigo. Cada tratamiento se ensayó dos veces, lo que origina un diseño factorial  $2 \times 3 \times 3$ ; con dos repeticiones y un total de 36 tratamientos o subparcelas.

La parcela experimental tenía una superficie aproximada de  $4.500 \text{ m}^2$ , dividida en 36 subparcelas o unidades de observación de  $100 \text{ m}^2$  cada una, con las características generales ya descritas para el ensayo de nitrógeno. Se sembró a finales del mes de noviembre; con un abonado general de fondo consistente en 20 kg/Ha de N en forma de sulfato amónico del 20,5%, 80 kg/Ha de  $\text{P}_2\text{O}_5$  como superfosfato de cal del 18% y 60 kg/Ha de  $\text{K}_2\text{O}$  como sulfato de potasa del 50%.

Figura 15.- Disposición de las parcelas y tratamientos en el ensayo de Nitrógeno.

VAR	N			
	<sup>1</sup> <sub>NS</sub> <sup>1</sup> <sub>NC</sub>	<sup>1</sup> <sub>NS</sub> <sup>2</sup> <sub>NC</sub>	<sup>2</sup> <sub>NS</sub> <sup>1</sup> <sub>NC</sub>	<sup>2</sup> <sub>NS</sub> <sup>2</sup> <sub>NC</sub>
PALLAS (2 carreras)				
ASTRIX (6 carreras)				
MONLON (6 carreras)				
LOGRA (2 carreras)				
ALBACETE (6 carreras)				
HATIF DE GRIGNON (6 carreras)				

Cuadro 1.- Unidades de fertilizante empleadas (kg/Ha) en cada tratamiento para los tres años de ensayos.

FERTILIZANTE	FORMA DE APLICACION	1978-79	1979-80	1980-81
$P_2O_5$	Superfosfato de cal 18%	80	80	80
$K_2O$	Sulfato de potasa 50%	60	60	60
N	<sup>1</sup> <sub>NS</sub> Sulfato amónico 20,5%	25	30	25
	<sup>2</sup> <sub>NS</sub> Sulfato amónico 20,5%	37,5	45	40
	<sup>1</sup> <sub>NC</sub> Nitrosulfato amónico 26%	25	30	25
	<sup>2</sup> <sub>NC</sub> Nitrosulfato amónico 26%	37,5	45	40

Las pulverizaciones de azufre se realizaron con una dosis de 12,5 kg/Ha de azufre elemental (en forma de polvo mojable - con 20-30  $\mu$  de tamaño de partícula) aplicado en dos momentos - críticos del desarrollo de la planta de cebada; al final del ahijado (tratamiento Sa) y al final del encañado (tratamiento Sb). Cuando se deciden, respectivamente, el número potencial de espigas por planta y el número de granos por espiga; parámetros muy importantes en la determinación de la cosecha final.

El abonado nitrogenado de cobertura consistió en la aplicación de tres dosis de fertilizantes por vía radical (0, 40 y 80 kg/Ha) como nitrosulfato amónico del 26% y otras tres por vía foliar (0, 20 y 40 kg/Ha) en forma de una disolución de urea (con un máximo de 1,25 de biuret). La fertilización radical se suministró al final del ahijado, mientras que la urea se fraccionó de la siguiente forma:

a) La dosis inferior (20 kg/Ha, tratamiento  $U_1$ ) se aplicó, la mitad al final del ahijado (coincidiendo con la <sup>1</sup> aplicación radical y primera de azufre) y la otra mitad al final del encañado (coincidiendo con la segunda época de pulverización de azufre).

b) La dosis superior (40 kg/Ha, tratamiento  $U_2$ ) se dividió en cuatro partes; aplicándose la primera al final del ahijado; la segunda una semana después de la primera; la tercera al final del encañado; y la cuarta una semana después. Este fraccionamiento tenía por objeto determinar el momento más oportuno de suministro de este tipo de fertilizantes.

En la Figura 16 puede observarse la disposición de las parcelas y tratamientos, y el Cuadro 2 recoge la dosis, tipo, forma y época de aplicación de los diversos fertilizantes. Los tratamientos correspondientes al final del ahijado, se llevaron a cabo a mediados del mes de marzo; y los de final del encañado, a mediados de abril.

#### 2.2.4.2.2. Ensayo de 1979-80.

Se emplearon tres niveles de fertilización nitrogenada, junto con dos aplicaciones de azufre por vía foliar, en época - distinta, contrastadas con un testigo sin azufre. Cada tratamiento se ensayó cuatro veces; constituyendo un factorial de 3 x 3 con cuatro repeticiones y un total de 36 tratamientos o subparcelas distribuidas totalmente al azar.

La parcela experimental, establecida con características análogas a las descritas anteriormente, se sembró en surco y bajo condiciones de regadío a finales del mes de noviembre. Recibió un abonado general de fondo, previo a la siembra, de 80 kg/Ha de  $P_2O_5$  en forma de superfosfato de cal del 18% y 100 kg/Ha de  $K_2O$  de sulfato de potasa del 50%.

Figura 16.- Disposición de las parcelas y tratamientos en el ensayo de Azufre-Nitrógeno de 1978-79.

RP	N	S		
		So	Sa	Sb
I	U <sub>0</sub>			
	U <sub>1</sub>			
	U <sub>2</sub>			
	N <sub>0</sub>			
	N <sub>1</sub>			
	N <sub>2</sub>			
II	U <sub>0</sub>			
	U <sub>1</sub>			
	U <sub>2</sub>			
	N <sub>0</sub>			
	N <sub>1</sub>			
	N <sub>2</sub>			

Cuadro 2.- Tipo, forma, dosis (Kg/Ha) y época de aplicación de los fertilizantes en el ensayo de Azufre-Nitrógeno de 1978-79.

FERTILIZANTE	FORMA DE APLICACION	DOSIS	EPOCA DE APLICACION
N	Sulfato amónico 20,5%	20	Previo a la siembra
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Superfosfato de cal 18%	80	
K <sub>2</sub> O	Sulfato de potasa 50%	60	
N radical	Nitrosulfato amónico 26%	N <sub>1</sub> 40	Final ahijado
		N <sub>2</sub> 80	
N por vía foliar	Sol. de Urea con máximo de 1,25 de Biuret	U <sub>1</sub> 20	10 Final ahijado
			10 Final encañado
		U <sub>2</sub> 40	10 Final ahijado
			10 Una semana después
			10 Final encañado
			10 Una semana después
S elemental vía foliar	Polvo mojable con partícula de 20-30μ	Sa 12,5	Final ahijado
		Sb 12,5	Final encañado

Los tratamientos de nitrógeno consistieron en 3 cantidades de 50, 100 y 150 kg/Ha en la forma comercial de "amonitratos" del 20,5%; aplicadas la mitad junto con el abonado de fondo y el resto en cobertera (una vez finalizado el ahijamiento) a mediados del mes de marzo. El azufre elemental por vía foliar se suministró en dos épocas diferentes; la primera al final del ahijado (coincidiendo con la aplicación de nitrógeno en cobertera) y la segunda a mediados del mes de abril. En ambos casos, la dosis fue de 12,5 kg/Ha en forma de polvo mojable de 20-30  $\mu$  de tamaño de partícula.

La Figura 17 recoge la disposición de las parcelas y tratamientos; y el Cuadro 3 las dosis, forma y época de aplicación de los fertilizantes utilizados.

#### 2.2.4.2.3. Ensayo de 1980-81.

El diseño experimental constaba de dos dosis de nitrógeno aplicadas en sementera y otras dos en cobertera; junto con una pulverización de azufre por vía foliar, contrastada con un testigo que no recibió azufre. Cada tratamiento se ensayó cuatro veces, constituyendo un factorial 2x2x2 con cuatro repeticiones, y un total de 32 tratamientos o subparcelas.

La parcela experimental se hallaba dividida en 32 subparcelas de 100 m<sup>2</sup> que (con los caminos de separación) ocupaba una superficie total de 3.900 m<sup>2</sup> aproximadamente. Recibió un abonado general de fondo, previo a la siembra, de 80 kg/Ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> en forma de superfosfato de cal del 18%, 60 kg/Ha de K<sub>2</sub>O como sulfato de potasa del 50% y la cantidad de N correspondiente a la aplicación de sementera en forma de sulfato amónico del 20,5%.

Los tratamientos de cobertera se realizaron a mediados del mes de abril (cuando las plantas se encontraban en la fase de encañado) debido a la falta de agua en el período precedente. La pulverización de azufre elemental (con la misma dosis e igual forma que en años anteriores) se efectuó a mediados del mes de marzo, una vez que el cultivo había finalizado la etapa de ahijamiento.

La distribución de los tratamientos y las características de utilización de los fertilizantes, se recogen en la Figura 18 y Cuadro 4 respectivamente.

#### 2.2.5. Determinaciones experimentales.

Para el análisis de las relaciones entre el aparato asimilador y la producción de materia seca, se hace necesaria la recogida de muestras representativas de cada tratamiento a intervalos de tiempo; sobre ellas se establecen los diversos parámetros morfológicos y de producción del cultivo.

Figura 17.- Disposición de las parcelas y tratamientos en el ensayo de Azufre-Nitrógeno de 1979-80.

<u>RP</u>	<u>TRAT</u>								
I	N <sub>3</sub> Sa	N <sub>1</sub> So	N <sub>2</sub> So	N <sub>1</sub> Sa	N <sub>3</sub> Sb	N <sub>1</sub> Sb	N <sub>2</sub> Sa	N <sub>3</sub> So	N <sub>2</sub> Sb
II	N <sub>3</sub> So	N <sub>2</sub> Sb	N <sub>3</sub> Sa	N <sub>1</sub> So	N <sub>2</sub> So	N <sub>1</sub> Sa	N <sub>3</sub> Sb	N <sub>1</sub> Sb	N <sub>2</sub> Sa
III	N <sub>1</sub> Sb	N <sub>2</sub> Sa	N <sub>3</sub> So	N <sub>2</sub> Sb	N <sub>3</sub> Sa	N <sub>1</sub> So	N <sub>2</sub> So	N <sub>1</sub> Sa	N <sub>3</sub> Sb
IV	N <sub>2</sub> So	N <sub>1</sub> Sa	N <sub>2</sub> Sb	N <sub>1</sub> Sb	N <sub>2</sub> Sa	N <sub>3</sub> Sa	N <sub>3</sub> So	N <sub>1</sub> So	N <sub>3</sub> Sb

Cuadro 3.- Tipo, forma, dosis (kg/Ha) y época de aplicación de los fertilizantes en el ensayo de Azufre-Nitrógeno de 1979-80.

FERTILIZANTE	FORMA DE APLICACION	DOSIS	EPOCA DE APLICACION	
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Superfosfato de cal 18%	80	Previo a la siembra	
K <sub>2</sub> O	Sulfato de potasa 50%	100	Previo a la siembra	
N	Amonitratos 20,5%	N <sub>1</sub>	50	Mitad previo a la siembra y resto al final del ahijado
		N <sub>2</sub>	100	
		N <sub>3</sub>	150	
S elemental vía foliar	Polvo mojable con partícula de 20-30 μ	Sa	12,5	Final ahijado
		Sb	12,5	Fase de zurrón



Figura 18.- Disposición de las parcelas y tratamientos en el ensayo de Azufre-Nitrógeno de 1980-81.

<u>RP</u>	<u>TRAT</u>							
I	$N^2S^1Sa^1Nc^1$	$N^2S^2So^1Nc^1$	$N^1S^1So^2Nc^2$	$N^2S^2So^2Nc^2$	$N^1S^1So^1Nc^1$	$N^1S^1Sa^1Nc^1$	$N^1S^1Sa^2Nc^2$	$N^2S^2Sa^2Nc^2$
II	$N^1S^1So^2Nc^2$	$N^1S^1Sa^1Nc^1$	$N^1S^1Sa^2Nc^2$	$N^2S^2So^1Nc^1$	$N^2S^2Sa^2Nc^2$	$N^2S^2So^2Nc^2$	$N^2S^2Sa^1Nc^1$	$N^1S^1So^1Nc^1$
III	$N^1S^1So^1Nc^1$	$N^2S^2Sa^1Nc^1$	$N^2S^2Sa^2Nc^2$	$N^2S^2So^2Nc^2$	$N^2S^2So^1Nc^1$	$N^1S^1Sa^2Nc^2$	$N^1S^1So^2Nc^2$	$N^1S^1Sa^1Nc^1$
IV	$N^1S^1So^2Nc^2$	$N^2S^2So^1Nc^1$	$N^2S^2Sa^2Nc^2$	$N^2S^2So^2Nc^2$	$N^2S^2Sa^1Nc^1$	$N^1S^1Sa^1Nc^1$	$N^1S^1Sa^2Nc^2$	$N^1S^1So^1Nc^1$

Cuadro 4.- Tipo, forma, dosis (kg/Ha) y época de aplicación de los fertilizantes en el ensayo de Azufre-Nitrógeno de 1980-81.

FERTILIZANTE	FORMA DE APLICACION	DOSIS	EPOCA DE APLICACION
$P_2O_5$	Superfosfato de cal 18%	80	Previo a la siembra
$K_2O$	Sulfato de potasa 50%	60	Previo a la siembra
N	Sulfato amónico 20,5%	$N^1_S$ 20	Previo a la siembra
		$N^2_S$ 40	
	Nitrosulfato amónico 26%	$N^1_{Nc}$ 20	Fase de encañado
		$N^2_{Nc}$ 40	
S elemental vía foliar	Polvo mojable con partícula de 20-30 $\mu$	Sa 12,5	Final de ahijado

### 2.2.5.1. Procedimiento en el campo.

#### 2.2.5.1.1. Recogida de material.

La toma de muestras se realizó en varios días consecutivos (a razón de 12 subparcelas por día) que se correspondía con el máximo volumen de material que podía ser medido en nuestras condiciones de laboratorio. En cada muestreo se tomó un número mínimo de 12 plantas por subparcela; las cuales eran destinadas a la medida de los distintos valores primarios, y el resto a la determinación del estadio fenológico según la escala de Feekes, ilustrada por LARGE (1954) y modificada por BRIGGS (1978) (cf. Tabla 1).

El material vegetal se recogió (alrededor de cada subparcela) totalmente al azar, y adentrándose un metro aproximadamente en la superficie recolectable, para evitar el denominado "efecto de borde". Las plantas se introdujeron en bolsas de plástico debidamente etiquetadas que inmediatamente eran llevadas al laboratorio, donde se conservan en cámara frigorífica a 4°C hasta su medición que se realizaba en el mismo día.

El número y la época de recogida de muestras han cambiado a lo largo de los 3 años de estudio en función de las condiciones meteorológicas y de cultivo, pero siempre se ha procurado que coincidiesen con aquellos estadios fenológicos más interesantes del desarrollo de la planta de cebada. Unicamente en el ensayo de Azufre-Nitrógeno de 1979-80, no se estableció la dinámica del crecimiento y sólo se realizó el muestreo correspondiente al final del cultivo, con objeto de establecer los parámetros de la cosecha.

En el Cuadro 5 se especifica el número de recogidas de material vegetal, la fecha y el estadio de desarrollo, para los tres años de estudio.

#### 2.2.5.1.2. Densidad de siembra.

Para el cálculo de algunas de las características del crecimiento se hace necesario conocer el número real de plantas por unidad de superficie de terreno, ya que no puede asumirse que sea homogéneo en todos los tratamientos y variedades. Este valor se determinó por conteo en distintas épocas del desarrollo del cultivo, mediante un cuadro de madera de medio metro de lado que era lanzado al azar, anotándose el número de plantas que quedaban encerradas en el mismo. Este método permite obtener una buena aproximación de la densidad del cultivo, al menos, hasta la fase de encañado, a partir de la cual el número de plantas puede considerarse constante.

Cuadro 5.- Fecha y estadio de desarrollo de cada recogida de material vegetal en los tres años de estudio.

CAMPAÑA	ENSAYO	MUESTREO	FECHA	ESTADIO DE DESARROLLO
1978-79	N	1	5-III-79	Final ahijado
		2	2-IV-79	Encañado
		3	4-V-79	Emergencia de la espiga
		4	21-V-79	Grano lechoso
		5	19-VI-79	Maduración para la recogida
	S-N	1	4-IV-79	Encañado
		2	8-V-79	Emergencia de la espiga
		3	23-V-79	Grano lechoso
4		25-VI-79	Maduración para la recogida	
1979-80	N	1	13-II-80	Comienzo de ahijado
		2	27-II-80	Ahijado
		3	12-III-80	Final de ahijado
		4	26-III-80	Encañado
		5	8-IV-80	Final de encañado
		6	23-IV-80	Floración-Antesis
		7	22-V-80	Grano lechoso
		8	17-VI-80	Maduración para la recogida
	S-N	1	19-VI-80	Maduración para la recogida
1980-81	N	1	23-II-81	Ahijado
		2	6-IV-81	Encañado
		3	20-IV-81	Floración-Antesis
		4	25-V-81	Grano lechoso
		5	15-VI-81	Maduración para la recogida
	S-N	1	26-II-81	Ahijado
		2	8-IV-81	Floración
		3	27-V-81	Grano lechoso
		4	16-VI-81	Maduración para la recogida

### 2.2.5.1.3. Antesis y emergencia de la espiga.

La fecha de ambos sucesos se ha determinado mediante observación directa en el campo. Para ello se han examinado "in situ" (en intervalos de 3 días) 25 plantas por tratamiento, escogidas totalmente al azar; anotándose cuidadosamente la emergencia o no de la espiga del tallo principal por encima de la aurícula de la última hoja, así como la presencia o no de anteras libres para las variedades de 6 carreras. Para las variedades de 2 carreras se ha preferido describir esta situación, como el momento de visualización de los ápices de las aristas del tallo principal, por las razones expuestas en la introducción. Este procedimiento permite (expresando gráficamente los porcentajes de emergencia y de antesis en función del tiempo) estimar la fecha de referencia para el 50% en cada caso (WELBANK et al., 1966).

### 2.2.5.1.4. Cosecha grano.

La producción final se obtuvo por corte de la superficie total de cada subparcela mediante una cosechadora, pesándose posteriormente el grano limpio. De cada tratamiento se tomó una muestra de grano destinada a las determinaciones analíticas.

## 2.2.5.2. Procedimiento en el laboratorio.

### 2.2.5.2.1. Medida de los valores primarios.

Las muestras de material vegetal se extrajeron una a una, y al azar, de la cámara frigorífica. Seguidamente se eligieron 6 plantas lo más homogéneas posible y, una vez separada la raíz, se procedió al despiece y determinación (por planta) de las siguientes variables:

- a) Número de hojas.
- b) Número de ahijamientos; que indica la capacidad potencial de espigas por planta.
- c) Número de ahijamientos que portan espiga; que determina la capacidad real de formación de espigas.
- d) Longitud del tallo principal y de los ahijamientos; medida desde el nudo de ahijamientos hasta el ápice sin incluir la espiga.  
(No se determinó en el ensayo de 1978-79).
- e) Superficie foliar, utilizando un planímetro fotoeléctrico, marca LI-COR, modelo LI-3000, Portable Area Meter, fabricado por Lambda Instruments Corporation.
- f) Peso verde de hojas, tallos y espigas.

A continuación el material se introdujo en estufa de aire forzado a 70-80°C durante 24 horas. Pasado este tiempo se realizó la medida del peso seco de las distintas partes de la planta.

#### 2.2.5.2.2. Determinaciones de producción.

En el último muestreo (previo a la recogida), además de los ya mencionados se establecieron los siguientes valores primarios de la cosecha:

- a) Número de granos por espiga; determinado en una muestra de 10-20 espigas por tratamiento escogidas totalmente - al azar, y desgranadas a mano.
- b) Número de espigas por planta.
- c) Longitud del raquis en cm medida desde el collar hasta el ápice.
- d) Peso medio de 1.000 granos, determinado por conteo y pesada de diez grupos de 100 granos, tras secado a 70-80°C durante 24 horas.

Finalmente, se estableció la relación grano/paja pesando por separado la paja y el grano en un número representativo de muestras por tratamiento (aproximadamente 50 plantas).

#### 2.2.5.2.3. Análisis del contenido de N en el grano.

Se ha efectuado según la técnica utilizada en la Estación Experimental del Zaidín (LACHICA, RECALDE y ESTEBAN, 1965; LACHICA, 1967; LACHICA, AGUILAR y YAÑEZ, 1973) consistente en la mineralización de la muestra por vía húmeda con ácido sulfúrico - concentrado y agua oxigenada, y la posterior destilación y valoración del amoníaco formado al reaccionar el mineralizado con - NaOH (mediante el aparato de Bouat).

#### 2.2.6. Estudio agroclimático.

La zona de ensayos pertenece a la unidad comarcal que - BOSQUE MAUREL (1971) denomina vegas del Genil, caracterizada por un clima mediterráneo continental, de inviernos generalmente - fríos y un largo período estivo-otoñal con elevadas temperaturas y normalmente muy seco; lo que condiciona una fuerte oposición secano-regadío, lógica dada la escasa pluviosidad.

La pluviometría media anual no suele superar los 600mm, aunque está muy repartida a lo largo de los meses de octubre a mayo, principalmente. La humedad relativa no presenta por lo general valores muy elevados, excepto en fechas determinadas.

Frente al carácter esencialmente mediterráneo de las precipitaciones, las temperaturas exhiben rasgos de acusada continentalidad, con frecuentes e importantes variaciones térmicas, incluyendo nevadas y heladas, junto a épocas calurosas.

En el Cuadro 6 se han resumido las condiciones climáticas de la zona, basadas en datos medios de temperatura máxima, media y mínima, pluviometría, humedad relativa y porcentaje de insolación durante los últimos treinta años.

Cuadro 6..- Datos climáticos medios de la zona en los últimos treinta años.

	En.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Ot.	Nov.	Dic.
T.Max.	13	14	17	19	24	29	35	34	29	23	16	13
T.Min.	3	3	5	7	10	13	16	17	14	10	5	3
T.Med.	8	9	11	13	17	21	26	25	21	16	11	8
Pluv.	54	60	60	47	41	14	2	4	26	58	54	65
H.R.%	78	72	69	66	60	53	44	47	57	67	74	77
Insol%	49	44	44	49	59	66	77	75	58	52	57	48

Las heladas suelen repartirse de noviembre a marzo, ambos meses incluidos, si bien no es raro observarlas fuera de época. Por otra parte, los fuertes calores durante el mes de junio, con temperatura media 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 66 días, es decir, casi el 90% desde octubre a mayo). Los valores medios de humedad relativa suelen fluctuar desde un 44 hasta el 78%. Finalmente los porcentajes de insolación muestran unos máximos durante los meses de verano, reflejando el mayor número de horas de sol, siendo relativamente constante en promedio durante el resto del año.

#### 2.2.7. Análisis estadístico.

Los métodos estadísticos se han basado fundamentalmente en correlaciones y regresiones simples y múltiples, análisis de varianza y ensayo de diferencias entre medias (t de Student) dependiendo del diseño experimental y parámetros ensayados (COCHRAN y COX, 1957; SNEDECOR, 1964; LI, 1969; SPIEGEL, 1969; SOKAL y ROHLF, 1979).



### 3.- RESULTADOS Y DISCUSION.

Con objeto de obtener una visión más rápida y completa - del conjunto de los resultados, se ha creído conveniente incluir en el mismo capítulo RESULTADOS Y DISCUSION, evitando así la - constante repetición de términos a lo largo de esta parte de la Memoria. Al mismo tiempo, para facilitar su exposición, se presentan divididos en dos grandes apartados:

1.- Ensayo de Nitrógeno (N).

1.1.- Valores primarios.

1.2.- Estudio de la producción de grano en función del geno tipo y tratamientos nitrogenados.

1.2.1.- Análisis estadístico anual.

1.2.2.- Estudio comparativo de los tres años analizados.

1.2.3.- Contenido de nitrógeno en el grano.

1.3.- Influencia de los períodos de pre y post-antesis sobre la producción de grano.

1.4.- Evolución del número de ahijamientos a lo largo del desarrollo del cultivo.

1.5.- Estimación de algunos valores primarios por métodos - indirectos.

2.- Ensayo de Azufre-Nitrógeno (S-N).

2.1.- Valores primarios.

2.2.- Estudio de la producción de grano en función de las - épocas y niveles de aplicación de azufre y nitrógeno.

2.2.1.- Análisis estadístico anual.

2.2.2.- Estudio comparativo de los tres años analizados.

2.2.3.- Contenido de nitrógeno en el grano.

### 3.1.- ENSAYO DE NITROGENO.

Dirigido al estudio y mejora de la producción de cebada para pienso, a cuyo fin se analiza el comportamiento de seis variedades de cebada, de las utilizadas más frecuentemente en nuestra región, con distintas dosis de nitrógeno en sementera y cobertera. Para fijar la dinámica del crecimiento vegetativo y su influencia en la producción de grano, se han empleado las técnicas de análisis del crecimiento, que permiten estimar la producción fotosintética neta y sus componentes a lo largo de los sucesivos estadios fenológicos del cultivo.

#### 3.1.1.- Valores primarios.

En las Tablas 3 a 20 se expresan numéricamente los valores medios por planta obtenidos en cada recogida de material durante los años 1979, 1980 y 1981.

Las abreviaturas que se indican en el texto y tablas de este apartado corresponden a:

VAR= Variedades

TRAT= Tratamientos

NH= Número de hojas

NT= Número de tallos

NE= Número de espigas

SF= Superficie foliar en  $\text{cm}^2$

PSH= Peso seco de hojas en gramos

PST= Peso seco de tallos en gramos

FSE= Peso seco de espigas en gramos

PSTo= Peso seco total (excluyendo las raíces)

en gramos

EF= Estadio fenológico

$N_s^1$ = Nivel mínimo de nitrógeno en sementera

$N_s^2$ = Nivel máximo de nitrógeno en sementera

$N_c^1$ = Nivel mínimo de nitrógeno en cobertera

$N_c^2$ = Nivel máximo de nitrógeno en cobertera

Tabla 3.- Ensayo N 1979. Valores primarios por variedad, tratamiento y muestreo. Media de 6 repeticiones.

Primera toma de muestras: 5-Marzo-1979.

<u>VAR y TRAT</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>EF</u>
Pallas									
NS <sup>1</sup> NC <sup>1</sup>	13,7	4,3	-	104,6	0,44	0,34	-	0,78	6
NS <sup>1</sup> NC <sup>2</sup>	11,3	3,3	-	74,3	0,35	0,23	-	0,60	6
NS <sup>2</sup> NC <sup>1</sup>	9,7	2,8	-	77,7	0,34	0,24	-	0,58	6
NS <sup>2</sup> NC <sup>2</sup>	7,2	2,3	-	48,5	0,23	0,17	-	0,40	6
Astrix									
NS <sup>1</sup> NC <sup>1</sup>	14,3	4,0	-	89,8	0,40	0,26	-	0,66	5
NS <sup>1</sup> NC <sup>2</sup>	16,7	5,0	-	72,5	0,37	0,24	-	0,62	5
NS <sup>2</sup> NC <sup>1</sup>	13,2	3,5	-	51,6	0,26	0,17	-	0,43	5
NS <sup>2</sup> NC <sup>2</sup>	11,0	3,7	-	47,2	0,24	0,17	-	0,42	5
Monlon									
NS <sup>1</sup> NC <sup>1</sup>	21,0	5,8	-	65,7	0,31	0,21	-	0,51	5
NS <sup>1</sup> NC <sup>2</sup>	25,7	6,8	-	61,0	0,30	0,19	-	0,49	5
NS <sup>2</sup> NC <sup>1</sup>	25,7	6,0	-	53,1	0,34	0,22	-	0,56	5
NS <sup>2</sup> NC <sup>2</sup>	24,8	6,3	-	59,7	0,45	0,26	-	0,71	5
Logra									
NS <sup>1</sup> NC <sup>1</sup>	14,8	3,3	-	98,3	0,48	0,30	-	0,78	6
NS <sup>1</sup> NC <sup>2</sup>	12,2	2,5	-	73,1	0,36	0,22	-	0,58	6
NS <sup>2</sup> NC <sup>1</sup>	13,5	2,7	-	83,4	0,43	0,26	-	0,69	6
NS <sup>2</sup> NC <sup>2</sup>	15,0	3,2	-	114,4	0,60	0,37	-	0,97	6
Albacete									
NS <sup>1</sup> NC <sup>1</sup>	18,2	5,2	-	51,0	0,29	0,12	-	0,41	5
NS <sup>1</sup> NC <sup>2</sup>	18,2	4,7	-	34,4	0,23	0,10	-	0,33	5
NS <sup>2</sup> NC <sup>1</sup>	21,7	5,2	-	40,5	0,28	0,13	-	0,41	5
NS <sup>2</sup> NC <sup>2</sup>	30,7	7,5	-	49,7	0,37	0,18	-	0,55	5
H. Grignon									
NS <sup>1</sup> NC <sup>1</sup>	14,3	4,0	-	44,1	0,28	0,17	-	0,45	5
NS <sup>1</sup> NC <sup>2</sup>	25,0	8,0	-	43,3	0,33	0,17	-	0,50	5
NS <sup>2</sup> NC <sup>1</sup>	31,3	10,5	-	37,4	0,31	0,18	-	0,49	5
NS <sup>2</sup> NC <sup>2</sup>	20,0	6,0	-	34,9	0,25	0,13	-	0,38	5

Tabla 4.- Ensayo N 1979. Valores primarios por variedad, tratamiento y muestreo. Media de 6 repeticiones.

Segunda toma de muestras: 2-Abril-1979.

<u>VAR y TRAT</u>	<u>NH</u>	<u>NT</u>	<u>NE</u>	<u>SF</u>	<u>PSH</u>	<u>PST</u>	<u>PSE</u>	<u>BSTo</u>	<u>EF</u>
Pallas									
NS <sup>1</sup> NC <sup>1</sup>	15,8	4,2	-	116,5	0,47	0,75	-	1,22	8
NS <sup>1</sup> NC <sup>2</sup>	12,5	3,5	-	68,5	0,27	0,37	-	0,63	9
NS <sup>2</sup> NC <sup>1</sup>	9,5	2,3	-	67,3	0,27	0,48	-	0,75	8
NS <sup>2</sup> NC <sup>2</sup>	9,7	3,0	-	62,5	0,26	0,47	-	0,73	8
Astrix									
NS <sup>1</sup> NC <sup>1</sup>	17,0	4,0	-	86,9	0,49	0,27	-	0,76	7
NS <sup>1</sup> NC <sup>2</sup>	20,5	4,5	-	98,3	0,48	0,23	-	0,71	6
NS <sup>2</sup> NC <sup>1</sup>	12,2	3,2	-	46,4	0,23	0,12	-	0,36	6
NS <sup>2</sup> NC <sup>2</sup>	18,2	4,7	-	79,4	0,42	0,22	-	0,64	7
Monlon									
NS <sup>1</sup> NC <sup>1</sup>	16,8	4,3	-	80,9	0,42	0,30	-	0,73	7
NS <sup>1</sup> NC <sup>2</sup>	15,3	3,7	-	68,2	0,33	0,22	-	0,55	6
NS <sup>2</sup> NC <sup>1</sup>	15,7	4,3	-	73,9	0,37	0,27	-	0,64	7
NS <sup>2</sup> NC <sup>2</sup>	20,8	5,0	-	91,2	0,47	0,46	-	0,92	8
Logra									
NS <sup>1</sup> NC <sup>1</sup>	10,3	2,2	-	81,2	0,39	0,70	-	1,08	8
NS <sup>1</sup> NC <sup>2</sup>	11,2	3,3	-	67,5	0,31	0,51	-	0,81	8
NS <sup>2</sup> NC <sup>1</sup>	10,7	2,8	-	55,9	0,25	0,57	-	0,82	8
NS <sup>2</sup> NC <sup>2</sup>	13,8	3,0	-	88,8	0,43	0,77	-	1,20	8
Albacete									
NS <sup>1</sup> NC <sup>1</sup>	15,2	4,3	-	94,8	0,43	0,39	-	0,82	7
NS <sup>1</sup> NC <sup>2</sup>	13,7	3,8	-	75,8	0,34	0,33	-	0,67	7
NS <sup>2</sup> NC <sup>1</sup>	11,2	3,2	-	59,4	0,28	0,27	-	0,55	7
NS <sup>2</sup> NC <sup>2</sup>	12,7	4,2	-	85,3	0,37	0,45	-	0,81	8
H. Grignon									
NS <sup>1</sup> NC <sup>1</sup>	17,3	4,5	-	106,4	0,47	0,43	-	0,90	8
NS <sup>1</sup> NC <sup>2</sup>	23,7	5,3	-	96,7	0,48	0,29	-	0,77	7
NS <sup>2</sup> NC <sup>1</sup>	16,5	5,2	-	60,8	0,29	0,21	-	0,50	6
NS <sup>2</sup> NC <sup>2</sup>	30,5	7,7	-	112,2	0,55	0,40	-	0,94	6

Tabla 5.- Ensayo N 1979. Valores primarios por variedad, tratamiento y muestreo. Media de 6 repeticiones.

Tercera toma de muestras: 4-Mayo-1979

VAR y TRAT	NH	NT	NE	SF	PSH	PST	PSE	PSTo	EF
Pallas									
NS <sup>1</sup> NC <sup>1</sup>	5,7	2,5	2,3	36,7	0,17	1,46	0,49	2,12	10.5
NS <sup>1</sup> NC <sup>2</sup>	5,8	2,3	2,0	31,5	0,15	1,22	0,38	1,75	10.5
NS <sup>2</sup> NC <sup>1</sup>	7,2	2,3	1,5	59,6	0,26	1,33	0,44	2,03	10.5
NS <sup>2</sup> NC <sup>2</sup>	4,2	1,8	1,3	14,4	0,07	0,59	0,23	0,88	10.5
Astrix									
NS <sup>1</sup> NC <sup>1</sup>	5,5	1,2	1,2	54,3	0,24	1,18	0,28	1,71	10.5
NS <sup>1</sup> NC <sup>2</sup>	7,5	2,3	1,0	87,3	0,38	1,31	0,37	2,06	10.5
NS <sup>2</sup> NC <sup>1</sup>	12,0	3,0	1,7	127,4	0,55	1,80	0,46	2,81	10.5
NS <sup>2</sup> NC <sup>2</sup>	10,5	2,3	2,0	127,0	0,52	1,87	0,54	2,93	10.5
Monlon									
NS <sup>1</sup> NC <sup>1</sup>	12,8	2,8	1,8	121,5	0,53	2,10	0,61	3,19	10.5
NS <sup>1</sup> NC <sup>2</sup>	9,7	2,3	2,0	116,6	0,50	2,18	0,47	3,15	10.5
NS <sup>2</sup> NC <sup>1</sup>	10,7	2,5	2,3	124,0	0,59	2,98	0,81	4,37	10.5
NS <sup>2</sup> NC <sup>2</sup>	9,0	2,2	1,8	121,5	0,52	0,58	0,61	3,72	10.5
Logra									
NS <sup>1</sup> NC <sup>1</sup>	6,7	2,5	2,2	27,9	0,16	2,42	1,26	3,84	11.1
NS <sup>1</sup> NC <sup>2</sup>	9,2	2,7	2,5	54,4	0,29	2,90	1,46	4,65	10.5
NS <sup>2</sup> NC <sup>1</sup>	9,3	2,7	2,3	29,1	0,15	1,83	0,97	2,95	11.1
NS <sup>2</sup> NC <sup>2</sup>	6,3	2,8	2,8	38,1	0,21	2,67	1,38	4,25	11.1
Albacete									
NS <sup>1</sup> NC <sup>1</sup>	8,8	2,7	2,5	97,6	0,45	2,24	0,64	3,33	10.5
NS <sup>1</sup> NC <sup>2</sup>	13,2	4,0	3,2	40,2	0,65	3,20	1,01	4,86	10.5
NS <sup>2</sup> NC <sup>1</sup>	8,8	2,3	2,0	64,8	0,32	1,21	0,40	1,93	10.5
NS <sup>2</sup> NC <sup>2</sup>	5,5	2,2	2,0	38,0	0,19	1,80	0,65	2,64	10.5
H. Grignon									
NS <sup>1</sup> NC <sup>1</sup>	12,2	2,7	2,3	152,7	0,68	3,09	0,74	4,51	10.5
NS <sup>1</sup> NC <sup>2</sup>	12,8	2,8	2,3	153,2	0,68	2,63	0,77	4,09	10.5
NS <sup>2</sup> NC <sup>1</sup>	10,0	2,8	1,8	65,7	0,35	1,61	0,45	2,41	10.5
NS <sup>2</sup> NC <sup>2</sup>	6,8	1,5	1,5	70,3	0,35	1,57	0,41	2,33	10.5



Tabla 6.- Ensayo N 1979. Valores primarios por variedad, tratamiento y muestreo. Media de 6 repeticiones.

Cuarta toma de muestras: 21-Mayo-1979

VAR y TRAT	NH	NT	NE	SF	PSH	PST	PSE	PSTo	EF
Pallas									
NS <sup>1</sup> NC <sup>1</sup>	2,5	2,3	2,3	8,8	0,05	0,97	1,26	2,28	11.2
NS <sup>1</sup> NC <sup>2</sup>	1,5	2,5	2,5	2,9	0,02	0,83	1,22	2,07	11.2
NS <sup>2</sup> NC <sup>1</sup>	0,2	2,0	1,8	0,2	0,01	0,75	1,04	1,80	11.2
NS <sup>2</sup> NC <sup>2</sup>	2,7	3,3	3,3	6,7	0,03	0,95	1,39	2,37	11.2
Astrix									
NS <sup>1</sup> NC <sup>1</sup>	8,2	2,2	1,7	108,8	0,59	3,09	2,21	5,89	11.1
NS <sup>1</sup> NC <sup>2</sup>	8,7	2,2	2,2	90,2	0,46	3,40	1,98	5,83	11.1
NS <sup>2</sup> NC <sup>1</sup>	6,5	2,0	2,0	64,3	0,36	3,68	1,81	5,85	11.1
NS <sup>2</sup> NC <sup>2</sup>	9,2	2,2	2,2	120,8	0,65	4,15	3,21	8,01	11.1
Monlon									
NS <sup>1</sup> NC <sup>1</sup>	7,3	2,7	2,5	76,1	0,40	3,79	2,92	7,11	11.1
NS <sup>1</sup> NC <sup>2</sup>	6,3	2,7	2,7	58,4	0,34	3,73	3,04	7,11	11.1
NS <sup>2</sup> NC <sup>1</sup>	5,0	2,0	2,0	37,9	0,22	2,71	2,30	5,25	11.1
NS <sup>2</sup> NC <sup>2</sup>	7,3	2,5	2,5	111,6	0,62	4,77	3,94	9,33	11.1
Logra									
NS <sup>1</sup> NC <sup>1</sup>	0,7	2,5	2,5	0,9	0,01	1,07	1,58	2,66	11.2
NS <sup>1</sup> NC <sup>2</sup>	0,3	2,5	2,3	0,3	0,01	1,21	2,16	3,38	11.2
NS <sup>2</sup> NC <sup>1</sup>	0,5	2,2	2,0	0,8	0,01	0,97	1,78	2,76	11.2
NS <sup>2</sup> NC <sup>2</sup>	0,5	2,3	2,3	0,8	0,01	0,99	1,77	2,77	11.2
Albacete									
NS <sup>1</sup> NC <sup>1</sup>	3,8	2,5	2,5	26,3	0,13	2,47	2,20	4,80	11.1
NS <sup>1</sup> NC <sup>2</sup>	8,3	3,3	3,3	73,0	0,42	3,74	3,41	7,57	11.1
NS <sup>2</sup> NC <sup>1</sup>	2,8	2,1	2,0	13,7	0,09	1,37	1,33	2,78	11.1
NS <sup>2</sup> NC <sup>2</sup>	3,5	2,0	2,0	20,6	0,13	1,78	1,75	3,65	11.1
H. Grignon									
NS <sup>1</sup> NC <sup>1</sup>	6,5	2,5	2,3	62,4	0,33	3,24	2,58	6,14	11.1
NS <sup>1</sup> NC <sup>2</sup>	4,7	2,3	2,3	38,6	0,21	2,87	2,56	5,64	11.1
NS <sup>2</sup> NC <sup>1</sup>	5,2	2,2	2,2	30,0	0,18	2,56	2,11	4,86	11.1
NS <sup>2</sup> NC <sup>2</sup>	8,2	2,8	2,8	70,7	0,39	3,74	2,67	6,80	11.1

Tabla 7.- Ensayo N 1979. Valores primarios por variedad, tratamiento y muestreo. Media de 6 repeticiones.

Quinta toma de muestras: 21-Junio-1979

VAR y TRAT	NH	NT	NE	SF	PSH	PST	PSE	PSTo	EF
Pallas									
N <sub>S</sub> <sup>1</sup> N <sub>C</sub> <sup>1</sup>	-	2,2	2,2	-	-	0,91	1,91	2,82	11.4
N <sub>S</sub> <sup>1</sup> N <sub>C</sub> <sup>2</sup>	-	2,3	2,3	-	-	0,81	1,62	2,42	11.4
N <sub>S</sub> <sup>2</sup> N <sub>C</sub> <sup>1</sup>	-	2,2	2,2	-	-	0,62	1,29	1,91	11.4
N <sub>S</sub> <sup>2</sup> N <sub>C</sub> <sup>2</sup>	-	2,5	2,5	-	-	0,91	1,71	2,63	11.4
Astrix									
N <sub>S</sub> <sup>1</sup> N <sub>C</sub> <sup>1</sup>	-	1,3	1,3	-	-	1,49	2,83	4,32	11.4
N <sub>S</sub> <sup>1</sup> N <sub>C</sub> <sup>2</sup>	-	2,2	2,2	-	-	1,75	3,56	5,32	11.4
N <sub>S</sub> <sup>2</sup> N <sub>C</sub> <sup>1</sup>	-	1,2	1,2	-	-	0,86	1,90	2,76	11.4
N <sub>S</sub> <sup>2</sup> N <sub>C</sub> <sup>2</sup>	-	1,8	1,8	-	-	1,44	3,10	4,54	11.4
Monlon									
N <sub>S</sub> <sup>1</sup> N <sub>C</sub> <sup>1</sup>	-	1,5	1,5	-	-	1,22	2,18	3,40	11.4
N <sub>S</sub> <sup>1</sup> N <sub>C</sub> <sup>2</sup>	-	1,7	1,7	-	-	1,17	1,17	2,34	11.4
N <sub>S</sub> <sup>2</sup> N <sub>C</sub> <sup>1</sup>	-	1,5	1,5	-	-	1,07	1,62	2,69	11.4
N <sub>S</sub> <sup>2</sup> N <sub>C</sub> <sup>2</sup>	-	1,5	1,5	-	-	1,94	3,63	5,57	11.4
Logra									
N <sub>S</sub> <sup>1</sup> N <sub>C</sub> <sup>1</sup>	-	1,8	1,8	-	-	0,80	1,65	2,45	11.4
N <sub>S</sub> <sup>1</sup> N <sub>C</sub> <sup>2</sup>	-	2,0	2,0	-	-	0,87	2,09	2,95	11.4
N <sub>S</sub> <sup>2</sup> N <sub>C</sub> <sup>1</sup>	-	2,2	2,2	-	-	0,80	1,81	2,65	11.4
N <sub>S</sub> <sup>2</sup> N <sub>C</sub> <sup>2</sup>	-	2,2	2,2	-	-	0,89	1,95	2,84	11.4
Albacete									
N <sub>S</sub> <sup>1</sup> N <sub>C</sub> <sup>1</sup>	-	2,2	2,2	-	-	1,40	2,89	4,28	11.4
N <sub>S</sub> <sup>1</sup> N <sub>C</sub> <sup>2</sup>	-	2,2	2,2	-	-	1,30	2,44	3,74	11.4
N <sub>S</sub> <sup>2</sup> N <sub>C</sub> <sup>1</sup>	-	2,0	2,0	-	-	0,73	1,84	2,57	11.4
N <sub>S</sub> <sup>2</sup> N <sub>C</sub> <sup>2</sup>	-	2,0	2,0	-	-	0,93	2,70	3,63	11.4
H. Grignon									
N <sub>S</sub> <sup>1</sup> N <sub>C</sub> <sup>1</sup>	-	2,0	2,0	-	-	1,40	2,60	4,00	11.4
N <sub>S</sub> <sup>1</sup> N <sub>C</sub> <sup>2</sup>	-	2,0	2,0	-	-	0,99	1,90	2,88	11.4
N <sub>S</sub> <sup>2</sup> N <sub>C</sub> <sup>1</sup>	-	1,7	1,7	-	-	1,19	2,67	3,86	11.4
N <sub>S</sub> <sup>2</sup> N <sub>C</sub> <sup>2</sup>	-	2,0	2,0	-	-	1,27	2,58	3,85	11.4

Tabla 8.- Ensayo N 1980. Valores primarios por variedad, tratamiento y muestreo. Media de 6 repeticiones.

Primera toma de muestras: 13-Febrero-1980

<u>VAR y TRAT</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>EF</u>
Pallas									
N <sub>S</sub> <sup>1</sup> N <sub>C</sub> <sup>1</sup>	5,5	2,3	-	14,7	0,05	0,02	-	0,07	1-2
N <sub>S</sub> <sup>1</sup> N <sub>C</sub> <sup>2</sup>	4,3	1,8	-	11,8	0,05	0,02	-	0,07	1-2
N <sub>S</sub> <sup>2</sup> N <sub>C</sub> <sup>1</sup>	4,8	2,3	-	10,8	0,05	0,01	-	0,06	1-2
N <sub>S</sub> <sup>2</sup> N <sub>C</sub> <sup>2</sup>	4,0	1,5	-	8,2	0,04	0,01	-	0,05	1-2
Astrix									
N <sub>S</sub> <sup>1</sup> N <sub>C</sub> <sup>1</sup>	8,8	3,3	-	26,3	0,13	0,05	-	0,18	3
N <sub>S</sub> <sup>1</sup> N <sub>C</sub> <sup>2</sup>	9,8	3,7	-	27,3	0,15	0,05	-	0,20	3
N <sub>S</sub> <sup>2</sup> N <sub>C</sub> <sup>1</sup>	8,7	3,0	-	27,5	0,13	0,05	-	0,18	3
N <sub>S</sub> <sup>2</sup> N <sub>C</sub> <sup>2</sup>	10,5	3,7	-	30,4	0,13	0,05	-	0,18	3
Monlon									
N <sub>S</sub> <sup>1</sup> N <sub>C</sub> <sup>1</sup>	8,0	3,3	-	23,9	0,12	0,05	-	0,17	3
N <sub>S</sub> <sup>1</sup> N <sub>C</sub> <sup>2</sup>	10,3	3,5	-	23,5	0,13	0,05	-	0,18	3
N <sub>S</sub> <sup>2</sup> N <sub>C</sub> <sup>1</sup>	11,8	4,5	-	29,7	0,16	0,06	-	0,23	3
N <sub>S</sub> <sup>2</sup> N <sub>C</sub> <sup>2</sup>	9,3	3,2	-	21,9	0,10	0,04	-	0,14	3
Logra									
N <sub>S</sub> <sup>1</sup> N <sub>C</sub> <sup>1</sup>	4,2	1,6	-	11,4	0,04	0,02	-	0,06	1-2
N <sub>S</sub> <sup>1</sup> N <sub>C</sub> <sup>2</sup>	3,8	1,3	-	9,2	0,04	0,01	-	0,05	1-2
N <sub>S</sub> <sup>2</sup> N <sub>C</sub> <sup>1</sup>	3,7	1,3	-	11,6	0,04	0,02	-	0,06	1-2
N <sub>S</sub> <sup>2</sup> N <sub>C</sub> <sup>2</sup>	3,5	1,5	-	7,6	0,04	0,01	-	0,05	1-2
Albacete									
N <sub>S</sub> <sup>1</sup> N <sub>C</sub> <sup>1</sup>	12,3	4,2	-	34,9	0,16	0,06	-	0,22	3
N <sub>S</sub> <sup>1</sup> N <sub>C</sub> <sup>2</sup>	9,7	2,8	-	28,3	0,13	0,04	-	0,17	3
N <sub>S</sub> <sup>2</sup> N <sub>C</sub> <sup>1</sup>	13,2	3,7	-	32,7	0,15	0,05	-	0,20	3
N <sub>S</sub> <sup>2</sup> N <sub>C</sub> <sup>2</sup>	9,3	2,5	-	25,9	0,13	0,04	-	0,17	3
H. Grignon									
N <sub>S</sub> <sup>1</sup> N <sub>C</sub> <sup>1</sup>	8,3	3,3	-	24,6	0,12	0,04	-	0,16	3
N <sub>S</sub> <sup>1</sup> N <sub>C</sub> <sup>2</sup>	8,5	3,2	-	21,9	0,13	0,04	-	0,17	3
N <sub>S</sub> <sup>2</sup> N <sub>C</sub> <sup>1</sup>	6,2	2,3	-	19,1	0,10	0,03	-	0,13	3
N <sub>S</sub> <sup>2</sup> N <sub>C</sub> <sup>2</sup>	6,3	2,2	-	18,2	0,10	0,03	-	0,13	3

Tabla 9.-Ensayo N 1980. Valores primarios por variedad, tratamiento y muestreo. Media de 6 repeticiones.

Segunda toma de muestras: 27-Febrero-1980

<u>VAR y TRAT</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>EF</u>
Pallas									
NS <sup>1</sup> NC <sup>1</sup>	9,3	3,7	-	36,0	0,11	0,04	-	0,15	3
NS <sup>1</sup> NC <sup>2</sup>	8,7	3,3	-	38,0	0,13	0,05	-	0,18	3
NS <sup>2</sup> NC <sup>1</sup>	8,0	3,0	-	29,5	0,10	0,03	-	0,13	3
NS <sup>2</sup> NC <sup>2</sup>	8,3	3,2	-	30,7	0,10	0,03	-	0,13	3
Astrix									
NS <sup>1</sup> NC <sup>1</sup>	10,5	3,3	-	43,6	0,17	0,06	-	0,23	4
NS <sup>1</sup> NC <sup>2</sup>	12,0	3,3	-	51,4	0,20	0,07	-	0,27	4
NS <sup>2</sup> NC <sup>1</sup>	10,3	3,2	-	45,7	0,17	0,06	-	0,23	4
NS <sup>2</sup> NC <sup>2</sup>	11,0	3,8	-	49,4	0,19	0,07	-	0,26	4
Monlon									
NS <sup>1</sup> NC <sup>1</sup>	13,0	4,3	-	53,5	0,20	0,07	-	0,27	4
NS <sup>1</sup> NC <sup>2</sup>	12,5	4,0	-	52,4	0,20	0,07	-	0,27	4
NS <sup>2</sup> NC <sup>1</sup>	10,5	3,0	-	34,7	0,14	0,04	-	0,18	4
NS <sup>2</sup> NC <sup>2</sup>	13,5	4,0	-	46,5	0,18	0,06	-	0,24	4
Logra									
NS <sup>1</sup> NC <sup>1</sup>	10,2	3,5	-	43,5	0,14	0,06	-	0,20	3
NS <sup>1</sup> NC <sup>2</sup>	9,3	3,3	-	27,1	0,10	0,04	-	0,14	3
NS <sup>2</sup> NC <sup>1</sup>	8,8	3,3	-	31,9	0,10	0,03	-	0,13	3
NS <sup>2</sup> NC <sup>2</sup>	7,3	3,0	-	26,2	0,10	0,04	-	0,14	3
Albacete									
NS <sup>1</sup> NC <sup>1</sup>	13,5	3,5	-	41,3	0,16	0,06	-	0,22	4
NS <sup>1</sup> NC <sup>2</sup>	15,3	4,7	-	59,4	0,23	0,08	-	0,31	4
NS <sup>2</sup> NC <sup>1</sup>	13,0	3,0	-	41,5	0,17	0,05	-	0,22	4
NS <sup>2</sup> NC <sup>2</sup>	14,8	3,8	-	45,6	0,19	0,06	-	0,25	4
H. Grignon									
NS <sup>1</sup> NC <sup>1</sup>	13,7	4,3	-	58,5	0,24	0,10	-	0,34	4
NS <sup>1</sup> NC <sup>2</sup>	9,8	3,0	-	42,7	0,19	0,07	-	0,26	4
NS <sup>2</sup> NC <sup>1</sup>	11,8	3,3	-	56,0	0,25	0,09	-	0,34	4
NS <sup>2</sup> NC <sup>2</sup>	11,3	3,3	-	47,0	0,21	0,08	-	0,29	4



Tabla 10.- Ensayo N 1980. Valores primarios por variedad, tratamiento y muestreo. Media de 6 repeticiones.

Tercera toma de muestras: 12-Marzo-1980.

VAR y TRAT	NH	NT	NE	SF	PSH	PST	PSE	PSTo	EF
Pallas									
NS <sup>1</sup> NC <sup>1</sup>	14,5	5,0	-	102,4	0,39	0,15	-	0,54	5
NS <sup>1</sup> NC <sup>2</sup>	11,7	3,8	-	74,1	0,28	0,11	-	0,39	5
NS <sup>2</sup> NC <sup>1</sup>	11,5	3,7	-	70,4	0,27	0,11	-	0,38	5
NS <sup>2</sup> NC <sup>2</sup>	12,2	3,8	-	63,7	0,25	0,10	-	0,35	5
Astrix									
NS <sup>1</sup> NC <sup>1</sup>	12,5	3,7	-	77,9	0,33	0,15	-	0,48	5
NS <sup>1</sup> NC <sup>2</sup>	12,7	3,2	-	75,4	0,32	0,13	-	0,45	5
NS <sup>2</sup> NC <sup>1</sup>	17,0	4,3	-	106,2	0,40	0,16	-	0,56	5
NS <sup>2</sup> NC <sup>2</sup>	20,0	5,2	-	123,7	0,49	0,22	-	0,71	5
Monlon									
NS <sup>1</sup> NC <sup>1</sup>	13,5	3,5	-	84,0	0,34	0,15	-	0,49	5
NS <sup>1</sup> NC <sup>2</sup>	16,2	4,0	-	84,4	0,33	0,13	-	0,46	5
NS <sup>2</sup> NC <sup>1</sup>	15,0	3,8	-	93,2	0,35	0,15	-	0,50	5
NS <sup>2</sup> NC <sup>2</sup>	11,8	3,3	-	66,9	0,28	0,11	-	0,39	5
Logra									
NS <sup>1</sup> NC <sup>1</sup>	11,2	3,8	-	62,0	0,24	0,10	-	0,34	5
NS <sup>1</sup> NC <sup>2</sup>	10,5	3,3	-	49,0	0,20	0,07	-	0,27	5
NS <sup>2</sup> NC <sup>1</sup>	13,8	4,8	-	76,1	0,32	0,12	-	0,45	5
NS <sup>2</sup> NC <sup>2</sup>	14,7	5,0	-	82,3	0,31	0,13	-	0,44	5
Albacete									
NS <sup>1</sup> NC <sup>1</sup>	19,3	7,3	-	116,4	0,42	0,21	-	0,63	5
NS <sup>1</sup> NC <sup>2</sup>	15,2	5,2	-	92,0	0,35	0,15	-	0,50	5
NS <sup>2</sup> NC <sup>1</sup>	14,2	4,7	-	84,4	0,35	0,17	-	0,52	5
NS <sup>2</sup> NC <sup>2</sup>	18,2	5,0	-	89,0	0,35	0,16	-	0,51	5
H. Grignon									
NS <sup>1</sup> NC <sup>1</sup>	13,7	3,5	-	89,8	0,39	0,18	-	0,57	5
NS <sup>1</sup> NC <sup>2</sup>	16,0	4,0	-	99,2	0,48	0,20	-	0,68	5
NS <sup>2</sup> NC <sup>1</sup>	13,7	3,0	-	108,2	0,53	0,24	-	0,78	5
NS <sup>2</sup> NC <sup>2</sup>	13,5	3,5	-	91,7	0,44	0,20	-	0,63	5

Tabla 11.- Ensayo N 1980. Valores primarios por variedad, tratamiento y muestreo. Media de 6 repeticiones.

Cuarta toma de muestras: 26-Marzo-1980.

<u>VAR y TRAT</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>EF</u>
Pallas									
NS <sup>1</sup> NC <sup>1</sup>	18,7	5,5	-	171,5	0,69	0,44	-	1,13	6-7
NS <sup>1</sup> NC <sup>2</sup>	20,7	5,3	-	162,9	0,67	0,40	-	1,07	6
NS <sup>2</sup> NC <sup>1</sup>	20,2	5,5	-	182,5	0,72	0,59	-	1,31	6-7
NS <sup>2</sup> NC <sup>2</sup>	19,5	5,5	-	157,5	0,70	0,40	-	1,10	7
Astrix									
NS <sup>1</sup> NC <sup>1</sup>	23,0	5,3	-	195,3	0,77	0,47	-	1,24	6-7
NS <sup>1</sup> NC <sup>2</sup>	18,3	3,8	-	166,6	0,62	0,35	-	0,97	6-7
NS <sup>2</sup> NC <sup>1</sup>	13,8	3,2	-	143,8	0,48	0,31	-	0,79	6-7
NS <sup>2</sup> NC <sup>2</sup>	27,7	6,5	-	255,2	1,14	0,67	-	1,81	6
Monlon									
NS <sup>1</sup> NC <sup>1</sup>	27,7	4,8	-	243,0	1,10	0,66	-	1,76	6
NS <sup>1</sup> NC <sup>2</sup>	17,0	3,8	-	178,7	0,63	0,47	-	1,10	6-7
NS <sup>2</sup> NC <sup>1</sup>	19,3	4,2	-	208,5	0,76	0,57	-	1,33	6-7
NS <sup>2</sup> NC <sup>2</sup>	25,3	5,0	-	278,6	1,16	0,88	-	2,04	6
Logra									
NS <sup>1</sup> NC <sup>1</sup>	16,8	4,7	-	152,6	0,60	0,45	-	1,05	6-7
NS <sup>1</sup> NC <sup>2</sup>	18,3	5,3	-	138,2	0,47	0,28	-	0,75	6
NS <sup>2</sup> NC <sup>1</sup>	17,7	4,7	-	157,4	0,61	0,41	-	1,02	6-7
NS <sup>2</sup> NC <sup>2</sup>	16,2	4,3	-	103,8	0,44	0,25	-	0,69	5-6
Albacete									
NS <sup>1</sup> NC <sup>1</sup>	23,7	5,6	-	242,2	0,77	0,68	-	1,45	6-7
NS <sup>1</sup> NC <sup>2</sup>	26,3	6,2	-	198,4	0,89	0,59	-	1,48	6
NS <sup>2</sup> NC <sup>1</sup>	20,7	5,5	-	158,6	0,63	0,44	-	1,07	6-7
NS <sup>2</sup> NC <sup>2</sup>	42,8	7,2	-	278,4	1,13	0,66	-	1,79	6
H. Grignon									
NS <sup>1</sup> NC <sup>1</sup>	18,8	5,2	-	202,5	0,79	0,81	-	1,60	6-7
NS <sup>1</sup> NC <sup>2</sup>	13,7	3,5	-	139,0	0,63	0,48	-	1,11	6-7
NS <sup>2</sup> NC <sup>1</sup>	15,3	3,7	-	164,1	0,67	0,66	-	1,33	7
NS <sup>2</sup> NC <sup>2</sup>	18,5	3,8	-	160,0	0,72	0,55	-	1,27	7



Tabla 12.- Ensayo N 1980. Valores primarios por variedad, tratamiento y muestreo. Media de 6 repeticiones.

Quinta toma de muestras: 8-Abril-1980.

VAR y TRAT	NH	NT	NE	SF	PSH	PST	PSE	PSTo	EF
Pallas									
NS <sup>1</sup> NC <sup>1</sup>	17,2	4,2	-	198,7	0,75	0,91	-	1,66	8-9
NS <sup>1</sup> NC <sup>2</sup>	15,7	3,0	-	192,6	0,77	1,17	-	1,94	8-9
NS <sup>2</sup> NC <sup>1</sup>	15,2	3,7	-	155,0	0,61	0,77	-	1,38	8-9
NS <sup>2</sup> NC <sup>2</sup>	16,5	3,3	-	203,8	0,75	0,97	-	1,72	8-9
Astrix									
NS <sup>1</sup> NC <sup>1</sup>	20,7	3,7	-	217,7	0,95	1,25	-	2,20	8
NS <sup>1</sup> NC <sup>2</sup>	22,3	3,8	-	233,3	1,09	1,32	-	2,41	8
NS <sup>2</sup> NC <sup>1</sup>	20,3	4,3	-	230,9	1,03	1,37	-	2,40	8
NS <sup>2</sup> NC <sup>2</sup>	23,0	5,2	-	259,4	1,06	1,38	-	2,44	8
Monlon									
NS <sup>1</sup> NC <sup>1</sup>	19,7	3,3	-	217,8	0,83	1,21	-	2,04	8
NS <sup>1</sup> NC <sup>2</sup>	23,8	5,7	-	309,7	1,22	1,74	-	2,96	8
NS <sup>2</sup> NC <sup>1</sup>	20,0	4,2	-	257,7	1,11	1,75	-	2,86	8-9
NS <sup>2</sup> NC <sup>2</sup>	23,5	4,7	-	269,8	1,20	1,65	-	2,85	8
Logra									
NS <sup>1</sup> NC <sup>1</sup>	19,5	4,5	-	273,0	1,03	1,24	-	2,27	8-9
NS <sup>1</sup> NC <sup>2</sup>	20,3	4,3	-	189,7	0,98	1,67	-	2,65	8-9
NS <sup>2</sup> NC <sup>1</sup>	19,0	4,7	-	204,3	0,87	1,38	-	2,25	8-9
NS <sup>2</sup> NC <sup>2</sup>	19,5	4,2	-	228,1	0,90	1,33	-	2,23	8-9
Albacete									
NS <sup>1</sup> NC <sup>1</sup>	28,8	5,7	-	352,3	1,25	1,99	-	3,24	8-9
NS <sup>1</sup> NC <sup>2</sup>	20,5	4,3	-	252,5	0,98	1,83	-	2,81	8-9
NS <sup>2</sup> NC <sup>1</sup>	18,2	4,7	-	259,2	0,90	1,38	-	2,28	8
NS <sup>2</sup> NC <sup>2</sup>	24,2	6,2	-	285,1	1,14	1,64	-	2,78	8
H. Grignon									
NS <sup>1</sup> NC <sup>1</sup>	16,5	3,1	-	275,5	1,13	2,34	-	3,47	8-9
NS <sup>1</sup> NC <sup>2</sup>	19,0	4,2	-	292,6	1,14	2,08	-	3,22	8-9
NS <sup>2</sup> NC <sup>1</sup>	15,7	4,5	-	253,9	1,07	1,90	-	2,97	8-9
NS <sup>2</sup> NC <sup>2</sup>	19,8	4,0	-	291,7	1,14	2,13	-	3,28	8-9

Tabla 13.- Ensayo N 1980. Valores primarios por variedad, tratamiento y muestreo. Media de 6 repeticiones.

Sexta toma de muestras: 23-Abril-1980.

VAR y TRAT	NH	NT	NE	SF	PSH	PST	PSE	PSTo	EF
Pallas									
NS <sup>1</sup> NC <sup>1</sup>	14,7	3,2	2,5	168,3	0,75	1,92	0,34	3,01	10.1
NS <sup>1</sup> NC <sup>2</sup>	16,2	3,5	3,2	204,9	0,89	2,67	0,47	4,03	10.1
NS <sup>2</sup> NC <sup>1</sup>	15,8	3,3	2,8	159,7	0,66	2,10	0,39	3,15	10.1
NS <sup>2</sup> NC <sup>2</sup>	19,0	4,0	3,0	199,8	0,99	2,51	0,36	3,86	10.1
Astrix									
NS <sup>1</sup> NC <sup>1</sup>	14,8	2,7	2,2	173,0	0,92	1,93	0,36	3,21	10.2
NS <sup>1</sup> NC <sup>2</sup>	15,3	3,0	2,8	179,7	1,00	2,41	0,48	3,88	10.2
NS <sup>2</sup> NC <sup>1</sup>	13,7	2,8	2,3	175,6	0,84	2,60	0,61	4,05	10.2
NS <sup>2</sup> NC <sup>2</sup>	16,0	3,0	2,6	198,9	0,92	2,49	0,50	3,90	10.2
Monlon									
NS <sup>1</sup> NC <sup>1</sup>	12,0	2,5	2,3	151,8	0,74	2,47	0,46	3,67	10.3
NS <sup>1</sup> NC <sup>2</sup>	12,0	2,7	2,5	147,1	0,74	2,31	0,39	3,44	10.3
NS <sup>2</sup> NC <sup>1</sup>	15,5	2,8	2,5	191,4	0,98	3,29	0,60	4,87	10.3
NS <sup>2</sup> NC <sup>2</sup>	12,8	3,0	3,0	172,6	0,80	2,51	0,55	3,86	10.3
Logra									
NS <sup>1</sup> NC <sup>1</sup>	14,5	3,2	2,7	165,4	0,67	1,93	0,32	2,93	10.2
NS <sup>1</sup> NC <sup>2</sup>	14,2	3,2	2,5	163,0	0,81	2,07	0,37	3,25	10.2
NS <sup>2</sup> NC <sup>1</sup>	16,3	3,5	2,5	131,9	0,66	2,10	0,35	3,11	10.2
NS <sup>2</sup> NC <sup>2</sup>	17,7	3,7	1,8	180,7	0,87	2,14	0,21	3,22	10.2
Albacete									
NS <sup>1</sup> NC <sup>1</sup>	15,5	3,0	2,7	230,1	0,90	3,21	0,68	4,79	10.2
NS <sup>1</sup> NC <sup>2</sup>	14,3	3,0	2,7	200,2	0,81	2,50	0,56	3,86	10.2
NS <sup>2</sup> NC <sup>1</sup>	15,5	3,2	3,0	219,0	0,89	2,72	0,55	4,16	10.2
NS <sup>2</sup> NC <sup>2</sup>	12,3	2,7	2,0	164,1	0,67	2,05	0,53	3,25	10.2
H. Grignon									
NS <sup>1</sup> NC <sup>1</sup>	12,5	2,3	2,0	214,7	0,92	3,24	0,58	4,74	10.3
NS <sup>1</sup> NC <sup>2</sup>	13,2	2,5	2,0	171,5	0,93	3,33	0,61	4,87	10.3
NS <sup>2</sup> NC <sup>1</sup>	13,0	2,7	2,2	212,0	0,92	3,28	0,68	4,88	10.3
NS <sup>2</sup> NC <sup>2</sup>	12,5	2,8	2,0	154,1	0,86	2,89	0,58	4,33	10.3

Tabla 14.- Ensayo N 1980. Valores primarios por variedad, tratamiento y muestreo. Media de 6 repeticiones.

Séptima toma de muestras: 22-Mayo-1980.

VAR y TRAT	NH	NT	NE	SF	PSH	PST	PSE	PSTo	EF
Pallas									
NS <sup>1</sup> NC <sup>1</sup>	6,7	3,0	3,0	46,6	0,24	2,33	2,05	4,62	11.2
NS <sup>1</sup> NC <sup>2</sup>	5,7	2,8	2,8	38,6	0,20	1,93	1,71	3,84	11.1
NS <sup>2</sup> NC <sup>1</sup>	7,5	3,5	3,5	57,3	0,28	2,79	2,15	5,22	11.1
NS <sup>2</sup> NC <sup>2</sup>	12,5	4,3	4,2	87,5	0,46	3,84	3,21	7,51	11.2
Astrix									
NS <sup>1</sup> NC <sup>1</sup>	10,3	2,7	2,7	113,4	0,58	3,59	2,74	6,91	11.1
NS <sup>1</sup> NC <sup>2</sup>	12,0	3,0	2,8	125,0	0,71	4,21	2,87	7,79	11.2
NS <sup>2</sup> NC <sup>1</sup>	11,0	2,8	2,8	89,5	0,56	3,28	2,47	6,31	11.1
NS <sup>2</sup> NC <sup>2</sup>	10,3	3,2	3,0	92,5	0,51	4,09	3,37	7,98	11.2
Monlon									
NS <sup>1</sup> NC <sup>1</sup>	8,7	2,7	2,7	95,2	0,50	4,54	3,56	8,60	11.1
NS <sup>1</sup> NC <sup>2</sup>	7,0	2,8	2,7	84,9	0,43	4,03	2,91	7,37	11.2
NS <sup>2</sup> NC <sup>1</sup>	7,3	2,8	2,7	60,4	0,31	3,62	2,29	6,22	11.2
NS <sup>2</sup> NC <sup>2</sup>	12,5	3,2	3,2	162,7	0,79	4,52	3,60	8,92	11.1
Logra									
NS <sup>1</sup> NC <sup>1</sup>	9,5	3,5	3,3	67,7	0,33	2,25	1,50	4,07	11.2
NS <sup>1</sup> NC <sup>2</sup>	9,3	3,2	3,0	60,8	0,33	2,60	1,94	4,88	11.2
NS <sup>2</sup> NC <sup>1</sup>	12,2	4,3	4,3	95,0	0,52	4,45	3,09	8,06	11.1
NS <sup>2</sup> NC <sup>2</sup>	9,5	3,7	3,7	73,1	0,34	3,34	1,87	5,55	11.1
Albacete									
NS <sup>1</sup> NC <sup>1</sup>	14,0	5,0	5,0	118,0	0,63	6,23	4,15	11,02	11.1
NS <sup>1</sup> NC <sup>2</sup>	7,8	4,2	4,2	54,7	0,30	4,40	3,24	7,93	11.1
NS <sup>2</sup> NC <sup>1</sup>	8,5	3,0	3,0	66,9	0,35	3,92	3,27	7,54	11.2
NS <sup>2</sup> NC <sup>2</sup>	11,2	3,7	3,7	98,7	0,45	3,64	2,86	6,94	11.2
H. Grignon									
NS <sup>1</sup> NC <sup>1</sup>	5,2	2,3	2,3	59,4	0,31	4,53	2,93	7,77	11.1
NS <sup>1</sup> NC <sup>2</sup>	11,7	4,0	3,7	136,5	0,70	7,11	4,08	11,89	11.2
NS <sup>2</sup> NC <sup>1</sup>	7,5	2,8	2,8	83,0	0,48	6,13	4,04	10,65	11.1
NS <sup>2</sup> NC <sup>2</sup>	5,2	2,0	2,0	58,5	0,33	3,82	2,81	6,96	11.2

Tabla 15.- Ensayo N 1980. Valores primarios por variedad, tratamiento y muestreo. Media de 6 repeticiones.

Octava toma de muestras: 17-Junio-1980.

VAR y TRAT	NH	NT	NE	SF	PSH	PST	PSE	PSTo	EF
Pallas									
NS <sup>1</sup> NC <sup>1</sup>	-	3,5	3,5	-	-	3,04	4,73	7,77	11.4
NS <sup>1</sup> NC <sup>2</sup>	-	3,3	3,3	-	-	3,34	4,32	7,66	11.4
NS <sup>2</sup> NC <sup>1</sup>	-	3,3	3,3	-	-	3,03	4,93	7,96	11.4
NS <sup>2</sup> NC <sup>2</sup>	-	3,5	3,5	-	-	3,81	6,20	10,00	11.4
Astrix									
NS <sup>1</sup> NC <sup>1</sup>	-	3,2	3,2	-	-	2,82	3,64	6,45	11.4
NS <sup>1</sup> NC <sup>2</sup>	-	3,0	3,0	-	-	3,16	4,32	7,48	11.4
NS <sup>2</sup> NC <sup>1</sup>	-	3,2	3,2	-	-	3,55	4,75	8,30	11.4
NS <sup>2</sup> NC <sup>2</sup>	-	3,2	3,2	-	-	2,38	3,42	5,79	11.4
Monlon									
NS <sup>1</sup> NC <sup>1</sup>	-	2,8	2,8	-	-	2,94	4,20	7,14	11.4
NS <sup>1</sup> NC <sup>2</sup>	-	2,8	2,8	-	-	2,60	3,51	6,10	11.4
NS <sup>2</sup> NC <sup>1</sup>	-	3,2	3,2	-	-	2,83	3,67	6,50	11.4
NS <sup>2</sup> NC <sup>2</sup>	-	3,0	3,0	-	-	3,48	5,40	8,88	11.4
Logra									
NS <sup>1</sup> NC <sup>1</sup>	-	3,5	3,5	-	-	3,13	3,31	6,44	11.4
NS <sup>1</sup> NC <sup>2</sup>	-	4,0	4,0	-	-	4,01	5,30	9,31	11.4
NS <sup>2</sup> NC <sup>1</sup>	-	3,7	3,7	-	-	4,71	5,31	10,02	11.4
NS <sup>2</sup> NC <sup>2</sup>	-	3,8	3,8	-	-	3,16	3,25	6,42	11.4
Albacete									
NS <sup>1</sup> NC <sup>1</sup>	-	3,5	3,5	-	-	3,13	3,13	6,26	11.4
NS <sup>1</sup> NC <sup>2</sup>	-	3,3	3,3	-	-	2,49	3,87	6,36	11.4
NS <sup>2</sup> NC <sup>1</sup>	-	3,8	3,8	-	-	3,03	4,96	7,99	11.4
NS <sup>2</sup> NC <sup>2</sup>	-	3,8	3,8	-	-	2,98	4,41	7,39	11.4
H. Grignon									
NS <sup>1</sup> NC <sup>1</sup>	-	2,5	2,5	-	-	3,01	3,63	6,64	11.4
NS <sup>1</sup> NC <sup>2</sup>	-	2,8	2,8	-	-	4,06	4,87	8,93	11.4
NS <sup>2</sup> NC <sup>1</sup>	-	3,2	3,2	-	-	4,12	4,85	8,96	11.4
NS <sup>2</sup> NC <sup>2</sup>	-	3,3	3,3	-	-	4,40	5,98	10,30	11.4

Tabla 16.- Ensayo N 1981. Valores primarios por variedad, tratamiento y muestreo. Media de 6 repeticiones.

Primera toma de muestras: 23-Febrero-1981.

VAR y TRAT	NH	NT	NE	SF	PSH	PST	PSE	PSTo	EF
Pallas									
Ns <sup>1</sup> Nc <sup>1</sup>	12,5	5,3	-	41,0	0,19	0,07	-	0,26	3
Ns <sup>1</sup> Nc <sup>2</sup>	11,7	4,8	-	35,1	0,16	0,06	-	0,22	3
Ns <sup>2</sup> Nc <sup>1</sup>	15,8	6,5	-	46,6	0,24	0,08	-	0,32	3
Ns <sup>2</sup> Nc <sup>2</sup>	13,2	5,7	-	34,6	0,18	0,07	-	0,25	3
Astrix									
Ns <sup>1</sup> Nc <sup>1</sup>	12,8	4,7	-	35,4	0,20	0,08	-	0,28	3
Ns <sup>1</sup> Nc <sup>2</sup>	11,3	4,3	-	30,6	0,18	0,08	-	0,26	3
Ns <sup>2</sup> Nc <sup>1</sup>	13,1	5,0	-	41,3	0,23	0,10	-	0,33	3
Ns <sup>2</sup> Nc <sup>2</sup>	14,7	5,3	-	38,3	0,23	0,09	-	0,32	3
Monlon									
Ns <sup>1</sup> Nc <sup>1</sup>	12,5	5,0	-	47,4	0,21	0,10	-	0,31	3
Ns <sup>1</sup> Nc <sup>2</sup>	15,5	5,7	-	44,4	0,22	0,09	-	0,31	3
Ns <sup>2</sup> Nc <sup>1</sup>	17,8	7,0	-	49,8	0,22	0,10	-	0,32	3
Ns <sup>2</sup> Nc <sup>2</sup>	17,3	6,7	-	50,5	0,27	0,12	-	0,39	3
Logra									
Ns <sup>1</sup> Nc <sup>1</sup>	14,5	5,7	-	45,3	0,23	0,09	-	0,32	3
Ns <sup>1</sup> Nc <sup>2</sup>	11,8	4,5	-	34,4	0,17	0,07	-	0,24	3
Ns <sup>2</sup> Nc <sup>1</sup>	14,5	5,5	-	34,2	0,20	0,06	-	0,26	3
Ns <sup>2</sup> Nc <sup>2</sup>	14,5	5,3	-	41,2	0,21	0,07	-	0,28	3
Albacete									
Ns <sup>1</sup> Nc <sup>1</sup>	22,2	9,0	-	50,9	0,25	0,11	-	0,36	3
Ns <sup>1</sup> Nc <sup>2</sup>	19,5	8,2	-	37,2	0,23	0,11	-	0,34	3
Ns <sup>2</sup> Nc <sup>1</sup>	16,8	6,3	-	47,9	0,22	0,09	-	0,31	3
Ns <sup>2</sup> Nc <sup>2</sup>	15,5	6,7	-	32,3	0,17	0,08	-	0,25	3
H. Grignon									
Ns <sup>1</sup> Nc <sup>1</sup>	15,0	5,0	-	41,2	0,26	0,10	-	0,36	3
Ns <sup>1</sup> Nc <sup>2</sup>	13,7	4,8	-	47,3	0,26	0,08	-	0,34	3
Ns <sup>2</sup> Nc <sup>1</sup>	13,7	4,5	-	40,8	0,26	0,09	-	0,35	3
Ns <sup>2</sup> Nc <sup>2</sup>	15,3	5,5	-	39,6	0,24	0,09	-	0,33	3

Tabla 17.- Ensayo N 1981. Valores primarios por variedad, tratamiento y muestreo. Media de 6 repeticiones.

Segunda toma de muestras: 6-Abril-1981

VAR y TRAT	NH	NT	NE	SF	PSH	PST	PSE	PSTo	EF
Pallas									
NS <sup>1</sup> NC <sup>1</sup>	19,7	3,8	-	129,4	0,59	1,21	-	1,80	8-9
NS <sup>1</sup> NC <sup>2</sup>	23,0	3,5	-	137,9	0,60	1,08	-	1,69	8-9
NS <sup>2</sup> NC <sup>1</sup>	20,0	3,5	-	119,8	0,47	0,72	-	1,19	8-9
NS <sup>2</sup> NC <sup>2</sup>	23,5	3,7	-	135,9	0,58	1,00	-	1,58	8-9
Astrix									
NS <sup>1</sup> NC <sup>1</sup>	25,3	4,0	-	239,1	0,83	0,89	-	1,72	7-8
NS <sup>1</sup> NC <sup>2</sup>	25,2	4,2	-	217,9	0,78	1,16	-	1,94	7-8
NS <sup>2</sup> NC <sup>1</sup>	26,7	4,5	-	211,6	0,69	0,77	-	1,46	7-8
NS <sup>2</sup> NC <sup>2</sup>	28,0	4,3	-	253,1	0,85	1,02	-	1,88	7-8
Monlon									
NS <sup>1</sup> NC <sup>1</sup>	20,5	3,8	-	170,5	0,63	0,59	-	1,22	7-8
NS <sup>1</sup> NC <sup>2</sup>	26,7	4,3	-	207,5	0,74	0,73	-	1,47	7-8
NS <sup>2</sup> NC <sup>1</sup>	26,5	4,3	-	194,4	0,72	0,79	-	1,51	8-9
NS <sup>2</sup> NC <sup>2</sup>	26,7	5,2	-	192,3	0,75	0,83	-	1,58	8-9
Logra									
NS <sup>1</sup> NC <sup>1</sup>	17,2	3,8	-	88,2	0,43	0,99	-	1,42	10
NS <sup>1</sup> NC <sup>2</sup>	18,0	3,5	-	85,7	0,41	0,72	-	1,13	8-9
NS <sup>2</sup> NC <sup>1</sup>	21,8	4,3	-	106,0	0,47	0,70	-	1,17	8-9
NS <sup>2</sup> NC <sup>2</sup>	20,8	4,2	-	95,4	0,46	0,78	-	1,24	8-9
Albacete									
NS <sup>1</sup> NC <sup>1</sup>	21,8	4,5	-	170,3	0,58	0,61	-	1,19	8-9
NS <sup>1</sup> NC <sup>2</sup>	25,8	5,2	-	173,2	0,64	0,77	-	1,41	8-9
NS <sup>2</sup> NC <sup>1</sup>	28,3	6,3	-	169,2	0,59	0,61	-	1,20	8-9
NS <sup>2</sup> NC <sup>2</sup>	31,2	6,5	-	209,8	0,72	0,72	-	1,44	8-9
H. Grignon									
NS <sup>1</sup> NC <sup>1</sup>	21,7	3,5	-	197,9	0,82	1,20	-	2,02	8-9
NS <sup>1</sup> NC <sup>2</sup>	21,5	3,5	-	197,1	0,85	1,31	-	2,16	8-9
NS <sup>2</sup> NC <sup>1</sup>	20,8	3,8	-	197,9	0,81	1,11	-	1,92	8-9
NS <sup>2</sup> NC <sup>2</sup>	21,0	3,3	-	178,1	0,74	1,11	-	1,85	8-0

Tabla 18.- Ensayo N 1981. Valores primarios por variedad, tratamiento y muestreo. Media de 6 repeticiones.

Tercera toma de muestras: 20-Abril-1981

VAR y TRAT	NH	NT	NE	SF	PSH	PST	PSE	PSTo	EF
Pallas									
NS <sup>1</sup> NC <sup>1</sup>	15,5	3,2	1,8	96,3	0,38	1,11	0,28	1,77	10.3
NS <sup>1</sup> NC <sup>2</sup>	17,3	3,7	2,0	104,9	0,41	1,08	0,25	1,75	10.4
NS <sup>2</sup> NC <sup>1</sup>	19,3	3,7	2,2	114,5	0,42	1,01	0,22	1,65	10.3
NS <sup>2</sup> NC <sup>2</sup>	17,8	3,7	2,0	105,7	0,43	1,17	0,28	1,88	10.4
Astrix									
NS <sup>1</sup> NC <sup>1</sup>	20,8	3,3	1,7	219,0	0,70	1,96	0,28	2,94	10.4
NS <sup>1</sup> NC <sup>2</sup>	28,7	4,0	2,7	333,8	1,02	3,81	0,55	5,38	10.3
NS <sup>2</sup> NC <sup>1</sup>	26,2	3,8	2,5	294,0	0,92	2,63	0,41	3,96	10.3
NS <sup>2</sup> NC <sup>2</sup>	28,0	4,0	2,7	309,2	0,95	1,81	0,37	3,13	10.4
Monlon									
NS <sup>1</sup> NC <sup>1</sup>	26,3	4,2	2,2	267,0	0,88	2,01	0,39	3,28	10.3
NS <sup>1</sup> NC <sup>2</sup>	27,3	4,3	2,7	309,6	1,06	2,52	0,57	4,16	10.3
NS <sup>2</sup> NC <sup>1</sup>	26,3	4,0	2,7	240,4	0,87	2,50	0,60	3,97	10.4
NS <sup>2</sup> NC <sup>2</sup>	24,3	3,8	2,2	256,8	0,92	2,75	0,47	4,13	10.4
Logra									
NS <sup>1</sup> NC <sup>1</sup>	16,0	3,8	2,0	81,1	0,34	1,00	0,34	1,68	10.4
NS <sup>1</sup> NC <sup>2</sup>	19,0	3,2	2,3	91,2	0,39	0,91	0,27	1,57	10.3
NS <sup>2</sup> NC <sup>1</sup>	21,0	3,5	2,5	80,2	0,34	0,94	0,27	1,55	10.4
NS <sup>2</sup> NC <sup>2</sup>	17,3	3,0	2,3	81,5	0,34	1,04	0,36	1,74	10.3
Albacete									
NS <sup>1</sup> NC <sup>1</sup>	27,2	4,2	2,5	191,4	0,65	1,39	0,18	2,22	10.2
NS <sup>1</sup> NC <sup>2</sup>	26,7	4,5	2,7	260,2	0,87	1,99	0,38	3,24	10.3
NS <sup>2</sup> NC <sup>1</sup>	25,0	3,7	2,7	220,3	0,73	1,43	0,19	2,35	10.3
NS <sup>2</sup> NC <sup>2</sup>	35,0	4,3	3,3	278,1	0,91	2,02	0,33	3,26	10.2
H. Grignon									
NS <sup>1</sup> NC <sup>1</sup>	23,3	3,2	2,5	238,9	0,95	2,62	0,59	4,15	10.3
NS <sup>1</sup> NC <sup>2</sup>	22,7	3,2	2,7	262,1	1,07	4,58	0,68	6,33	10.3
NS <sup>2</sup> NC <sup>1</sup>	23,6	3,5	2,3	214,3	0,78	2,42	0,58	3,78	10.4
NS <sup>2</sup> NC <sup>2</sup>	24,8	3,5	2,8	271,1	1,02	3,41	0,75	5,18	10.4



Tabla 19.- Ensayo N 1981. Valores primarios por variedad, tratamiento y muestreo. Media de 6 repeticiones.

Cuarta toma de muestras: 25-Mayo-1981

<u>VAR y TRAT</u>	<u>NH</u>	<u>NT</u>	<u>NE</u>	<u>SF</u>	<u>PSH</u>	<u>PST</u>	<u>PSF</u>	<u>PSTo</u>	<u>EF</u>
Pallas									
NS <sup>1</sup> NC <sup>1</sup>	13,2	3,3	3,3	64,5	0,28	1,73	1,37	3,38	11.1
NS <sup>1</sup> NC <sup>2</sup>	11,0	3,5	2,7	48,4	0,22	1,44	1,38	3,03	11.2
NS <sup>2</sup> NC <sup>1</sup>	10,7	3,8	3,5	41,4	0,22	1,33	1,35	2,89	11.1
NS <sup>2</sup> NC <sup>2</sup>	12,5	3,8	3,8	62,8	0,30	1,74	1,89	3,94	11.2
Astrix									
NS <sup>1</sup> NC <sup>1</sup>	11,5	2,5	2,5	93,8	0,53	2,96	2,31	5,79	11.2
NS <sup>1</sup> NC <sup>2</sup>	13,7	3,0	2,5	85,6	0,53	3,46	2,53	6,52	11.1
NS <sup>2</sup> NC <sup>1</sup>	13,5	3,2	2,5	83,4	0,57	2,70	2,59	5,85	11.1
NS <sup>2</sup> NC <sup>2</sup>	12,2	3,0	2,5	73,8	0,47	2,83	2,35	5,64	11.2
Monlon									
NS <sup>1</sup> NC <sup>1</sup>	10,8	2,8	2,5	75,7	0,41	2,87	2,27	5,55	11.1
NS <sup>1</sup> NC <sup>2</sup>	12,2	3,2	2,5	83,7	0,52	3,13	3,05	6,70	11.1
NS <sup>2</sup> NC <sup>1</sup>	11,7	2,8	2,3	97,4	0,55	3,30	2,82	6,67	11.2
NS <sup>2</sup> NC <sup>2</sup>	13,2	3,3	3,0	82,7	0,51	3,25	3,76	7,52	11.2
Logra									
NS <sup>1</sup> NC <sup>1</sup>	13,2	3,5	3,2	51,3	0,26	1,82	2,19	4,26	11.2
NS <sup>1</sup> NC <sup>2</sup>	12,5	3,3	3,3	34,1	0,21	1,48	1,81	3,50	11.1
NS <sup>2</sup> NC <sup>1</sup>	13,8	3,5	3,3	40,6	0,23	2,04	2,38	4,65	11.2
NS <sup>2</sup> NC <sup>2</sup>	15,0	4,0	4,0	44,9	0,23	2,03	2,19	4,45	11.1
Albacete									
NS <sup>1</sup> NC <sup>1</sup>	11,2	3,3	3,2	79,4	0,38	2,98	2,70	6,06	11.1
NS <sup>1</sup> NC <sup>2</sup>	12,7	3,8	3,0	100,9	0,45	2,97	2,45	5,87	11.2
NS <sup>2</sup> NC <sup>1</sup>	17,3	5,0	3,5	101,5	0,50	3,14	2,46	6,09	11.2
NS <sup>2</sup> NC <sup>2</sup>	14,0	5,0	4,8	101,3	0,51	4,62	3,56	8,69	11.1
H. Grignon									
NS <sup>1</sup> NC <sup>1</sup>	13,2	3,0	2,3	104,4	0,63	4,31	3,73	8,67	11.1
NS <sup>1</sup> NC <sup>2</sup>	16,2	3,7	3,3	129,1	0,67	4,90	3,72	9,28	11.1
NS <sup>2</sup> NC <sup>1</sup>	13,2	3,2	2,8	103,7	0,57	3,96	4,15	8,68	11.2
NS <sup>2</sup> NC <sup>2</sup>	15,2	3,3	3,2	121,3	0,60	3,87	3,19	7,66	11.2

Tabla 20.- Ensayo N 1981. Valores primarios por variedad, tratamiento y muestreo. Media de 6 repeticiones.

Quinta toma de muestras: 15-Junio-1981

VAR y TRAT	NH	NT	NE	SF	PSH	PST	PSE	PSTo	EF
Pallas									
NS <sup>1</sup> NC <sup>1</sup>	-	3,3	3,3	-	-	1,69	3,13	4,82	11.4
NS <sup>1</sup> NC <sup>2</sup>	-	3,3	3,3	-	-	1,96	3,51	5,47	11.4
NS <sup>2</sup> NC <sup>1</sup>	-	3,8	3,8	-	-	2,07	3,81	5,88	11.4
NS <sup>2</sup> NC <sup>2</sup>	-	3,8	3,8	-	-	2,05	3,54	5,59	11.4
Astrix									
NS <sup>1</sup> NC <sup>1</sup>	-	2,5	2,5	-	-	2,89	5,08	7,98	11.4
NS <sup>1</sup> NC <sup>2</sup>	-	2,7	2,7	-	-	3,03	5,32	8,35	11.4
NS <sup>2</sup> NC <sup>1</sup>	-	2,8	2,8	-	-	2,60	4,77	7,36	11.4
NS <sup>2</sup> NC <sup>2</sup>	-	3,0	3,0	-	-	3,27	5,79	9,06	11.4
Monlon									
NS <sup>1</sup> NC <sup>1</sup>	-	2,5	2,5	-	-	3,13	4,62	7,75	11.4
NS <sup>1</sup> NC <sup>2</sup>	-	2,7	2,7	-	-	3,22	3,77	6,98	11.4
NS <sup>2</sup> NC <sup>1</sup>	-	2,7	2,7	-	-	2,99	4,35	7,34	11.4
NS <sup>2</sup> NC <sup>2</sup>	-	2,8	2,8	-	-	3,33	4,58	7,90	11.4
Logra									
NS <sup>1</sup> NC <sup>1</sup>	-	3,0	3,0	-	-	1,33	2,57	3,90	11.4
NS <sup>1</sup> NC <sup>2</sup>	-	3,2	3,2	-	-	1,39	2,46	3,85	11.4
NS <sup>2</sup> NC <sup>1</sup>	-	3,3	3,3	-	-	1,34	2,50	3,83	11.4
NS <sup>2</sup> NC <sup>2</sup>	-	3,7	3,7	-	-	1,85	3,16	5,01	11.4
Albacete									
NS <sup>1</sup> NC <sup>1</sup>	-	3,2	3,2	-	-	4,04	5,88	9,93	11.4
NS <sup>1</sup> NC <sup>2</sup>	-	3,0	3,0	-	-	3,02	3,65	6,66	11.4
NS <sup>2</sup> NC <sup>1</sup>	-	4,0	3,9	-	-	3,12	4,43	7,55	11.4
NS <sup>2</sup> NC <sup>2</sup>	-	4,2	4,2	-	-	2,86	4,90	7,76	11.4
H. Grignon									
NS <sup>1</sup> NC <sup>1</sup>	-	2,5	2,5	-	-	4,12	5,88	10,00	11.4
NS <sup>1</sup> NC <sup>2</sup>	-	2,8	2,8	-	-	3,89	6,01	9,90	11.4
NS <sup>2</sup> NC <sup>1</sup>	-	3,0	3,0	-	-	3,83	5,91	9,74	11.4
NS <sup>2</sup> NC <sup>2</sup>	-	3,2	3,2	-	-	3,43	5,40	8,82	11.4

3.1.2.- Estudio de la producción de grano en función del genotipo y tratamientos nitrogenados.

Es necesario hacer constar que los valores de cosecha grano (kg/100 m<sup>2</sup>) de los tres años ensayados no se han introducido en el análisis estadístico, debido fundamentalmente a:

- Alta proporción de encamado en las variedades de seis carreras, que dificulta en gran medida su recogida con cosechadora, provocando, en consecuencia, variación ostensible de la cosecha grano.

- Densidad final de plantas muy distinta en cada subparcela, fundamentalmente en las variedades de seis carreras, lo cual constituye un factor de variación muy importante, diferente a la acción de los fertilizantes.

Por todo ello, se ha utilizado como medida de la capacidad productiva del cultivo la cosecha planta o peso de los granos por planta, parámetro de mayor fiabilidad que la cosecha grano bruta, ya que, además de eliminarse los dos efectos antes apuntados, está sometido a menos error por parte del operador.

La cosecha planta se determina en el laboratorio mediante el producto de sus tres componentes: número de espigas por planta, número de granos por espiga y peso medio de mil granos, a partir de un número significativo de muestras tomadas inmediatamente antes de la recolección.

El valor de la cosecha planta se expresa en gramos y equivale al cociente entre la cosecha grano bruta y el número de plantas presentes en cada subparcela.

Las Tablas 21, 22 y 23 recogen de forma ordenada los valores indicativos de la producción obtenida, por variedad y tratamiento nitrogenado, para los años 1979, 1980 y 1981 respectivamente.

A continuación se analizan individualmente los tres años de ensayo y más adelante se estudian de manera comparativa.

Abreviaturas utilizadas en este apartado:

Cg= Cosecha grano en kg/100m<sup>2</sup>

Cpl= Cosecha planta en gramos/planta

Ne/pl= Número de espigas/planta

Ng/e= Número de granos/espiga

P 1000g= Peso de mil granos en gramos

DFpl= Densidad final de plantas/m<sup>2</sup>

FV= Fuentes de variación

Gl= Grados de libertad  
SC= Suma de cuadrados  
MC= Media de cuadrados  
Fc= F calculada  
NP= Nivel de probabilidad  
V= Variación  
2C= Dos carreras  
6C= Seis carreras  
 $\bar{X}$ = Valor medio  
S= Desviación típica  
n= Número de datos  
t= t de Student  
P= Pallas  
As= Astrix  
M= Monlon  
L= Logra  
Al= Albacete  
HG= Hâtif de Grignon

Tabla 21.- Ensayo N 1979. Valores medios de cosecha grano, cosecha planta y parámetros determinantes por variedad y tratamiento.

<u>VAR y TRAT</u>	<u>Cg</u>	<u>Cpl</u>	<u>Ne/pl</u>	<u>Ng/e</u>	<u>P1000g</u>	<u>DFpl</u>
Pallas						
NS <sup>1</sup> NC <sup>1</sup>	11,3	1,69	2,17	24,9	31,22	67
NS <sup>1</sup> NC <sup>2</sup>	11,0	1,40	2,33	20,2	29,63	79
NS <sup>2</sup> NC <sup>1</sup>	5,8	1,11	2,17	18,0	28,43	52
NS <sup>2</sup> NC <sup>2</sup>	10,1	1,48	2,50	20,8	28,46	68
Astrix						
NS <sup>1</sup> NC <sup>1</sup>	30,2	1,73	1,33	34,2	38,12	175
NS <sup>1</sup> NC <sup>2</sup>	28,4	3,10	2,14	35,1	40,65	92
NS <sup>2</sup> NC <sup>1</sup>	24,7	1,71	1,12	37,2	40,93	144
NS <sup>2</sup> NC <sup>2</sup>	24,9	2,92	1,83	38,9	40,94	85
Monlon						
NS <sup>1</sup> NC <sup>1</sup>	31,8	2,05	1,50	31,9	42,77	155
NS <sup>1</sup> NC <sup>2</sup>	26,7	1,97	1,67	27,1	43,45	136
NS <sup>2</sup> NC <sup>1</sup>	24,3	1,55	1,50	23,9	43,07	157
NS <sup>2</sup> NC <sup>2</sup>	28,4	2,62	1,50	39,4	44,37	108
Logra						
NS <sup>1</sup> NC <sup>1</sup>	26,5	1,41	1,83	20,6	37,25	188
NS <sup>1</sup> NC <sup>2</sup>	20,3	1,71	2,00	25,2	33,95	119
NS <sup>2</sup> NC <sup>1</sup>	22,0	1,51	2,17	19,9	35,02	146
NS <sup>2</sup> NC <sup>2</sup>	21,7	1,60	2,17	19,4	37,99	136
Albacete						
NS <sup>1</sup> NC <sup>1</sup>	35,4	2,65	2,17	28,5	42,90	134
NS <sup>1</sup> NC <sup>2</sup>	23,5	2,22	2,17	25,8	39,60	106
NS <sup>2</sup> NC <sup>1</sup>	16,3	1,66	2,00	21,3	38,90	98
NS <sup>2</sup> NC <sup>2</sup>	21,1	2,43	2,00	30,2	40,20	87
H. Grignon						
NS <sup>1</sup> NC <sup>1</sup>	32,0	2,38	2,00	27,8	42,73	134
NS <sup>1</sup> NC <sup>2</sup>	26,5	2,28	2,00	25,4	44,84	116
NS <sup>2</sup> NC <sup>1</sup>	14,9	2,45	1,67	35,5	41,38	61
NS <sup>2</sup> NC <sup>2</sup>	20,5	2,36	2,00	27,0	43,74	87

Tabla 22.- Ensayo N 1980. Valores medios de cosecha grano, cosecha planta y parámetros determinantes por variedad y tratamiento.

VAR y TRAT	Cg	Cpl	Ne/pl	Ng/e	P1000g	DFpl
Pallas						
NS <sup>1</sup> NC <sup>1</sup>	35,5	2,93	3,00	27,7	35,23	121
NS <sup>1</sup> NC <sup>2</sup>	46,5	2,76	3,17	23,9	36,38	168
NS <sup>2</sup> NC <sup>1</sup>	40,5	3,02	3,50	24,9	34,69	134
NS <sup>2</sup> NC <sup>2</sup>	41,5	3,48	4,17	23,6	35,40	119
Astrix						
NS <sup>1</sup> NC <sup>1</sup>	42,0	3,27	3,00	26,9	40,50	128
NS <sup>1</sup> NC <sup>2</sup>	34,0	3,88	2,92	32,5	40,84	88
NS <sup>2</sup> NC <sup>1</sup>	35,5	4,21	3,17	33,4	39,76	84
NS <sup>2</sup> NC <sup>2</sup>	37,0	3,67	3,34	27,1	40,50	101
Monlon						
NS <sup>1</sup> NC <sup>1</sup>	40,0	3,86	2,75	35,1	40,03	104
NS <sup>1</sup> NC <sup>2</sup>	34,0	3,15	2,75	28,8	39,79	108
NS <sup>2</sup> NC <sup>1</sup>	35,0	3,23	2,92	25,6	43,17	108
NS <sup>2</sup> NC <sup>2</sup>	38,5	4,99	3,09	42,3	38,19	77
Logra						
NS <sup>1</sup> NC <sup>1</sup>	37,5	2,59	3,33	21,0	36,99	145
NS <sup>1</sup> NC <sup>2</sup>	33,0	2,60	3,00	23,0	37,65	127
NS <sup>2</sup> NC <sup>1</sup>	35,0	3,72	4,33	23,6	36,36	94
NS <sup>2</sup> NC <sup>2</sup>	38,5	3,90	4,17	23,7	39,50	99
Albacete						
NS <sup>1</sup> NC <sup>1</sup>	32,0	3,90	3,50	32,0	34,82	82
NS <sup>1</sup> NC <sup>2</sup>	31,0	3,93	3,75	29,7	35,32	79
NS <sup>2</sup> NC <sup>1</sup>	32,0	3,90	3,42	29,9	38,13	82
NS <sup>2</sup> NC <sup>2</sup>	33,0	4,06	3,75	31,3	34,58	81
H. Grignon						
NS <sup>1</sup> NC <sup>1</sup>	33,5	3,47	2,42	29,8	48,17	97
NS <sup>1</sup> NC <sup>2</sup>	34,0	4,98	3,34	30,8	48,38	68
NS <sup>2</sup> NC <sup>1</sup>	32,5	4,65	3,08	28,4	53,20	70
NS <sup>2</sup> NC <sup>2</sup>	27,5	4,70	2,67	36,2	48,64	59

Tabla 23.- Ensayo N 1981. Valores medios de cosecha grano, cosecha planta y parámetros determinantes por variedad y tratamiento.

<u>VAR y TRAT</u>	<u>Cg</u>	<u>Cpl</u>	<u>Ne/pl</u>	<u>Ng/e</u>	<u>P1000g</u>	<u>DFpl</u>
Pallas						
N <sub>S</sub> <sup>1</sup> N <sub>C</sub> <sup>1</sup>	52,0	2,70	3,33	23,1	35,10	193
N <sub>S</sub> <sup>1</sup> N <sub>C</sub> <sup>2</sup>	53,0	2,88	3,25	23,3	38,03	184
N <sub>S</sub> <sup>2</sup> N <sub>C</sub> <sup>1</sup>	55,0	3,58	3,84	23,1	40,36	154
N <sub>S</sub> <sup>2</sup> N <sub>C</sub> <sup>2</sup>	57,0	3,00	3,83	24,0	32,64	190
Astrix						
N <sub>S</sub> <sup>1</sup> N <sub>C</sub> <sup>1</sup>	47,0	3,49	2,50	28,5	48,98	135
N <sub>S</sub> <sup>1</sup> N <sub>C</sub> <sup>2</sup>	48,0	3,40	2,75	28,3	43,69	141
N <sub>S</sub> <sup>2</sup> N <sub>C</sub> <sup>1</sup>	39,0	3,81	2,84	26,0	51,60	102
N <sub>S</sub> <sup>2</sup> N <sub>C</sub> <sup>2</sup>	36,0	4,12	3,00	26,8	51,24	87
Monlon						
N <sub>S</sub> <sup>1</sup> N <sub>C</sub> <sup>1</sup>	50,0	3,35	2,50	29,6	45,21	149
N <sub>S</sub> <sup>1</sup> N <sub>C</sub> <sup>2</sup>	40,0	3,78	2,67	30,5	46,36	106
N <sub>S</sub> <sup>2</sup> N <sub>C</sub> <sup>1</sup>	43,0	3,97	2,67	33,5	44,38	108
N <sub>S</sub> <sup>2</sup> N <sub>C</sub> <sup>2</sup>	42,0	3,85	2,84	31,6	42,90	109
Logra						
N <sub>S</sub> <sup>1</sup> N <sub>C</sub> <sup>1</sup>	40,0	2,51	3,09	21,0	38,67	159
N <sub>S</sub> <sup>1</sup> N <sub>C</sub> <sup>2</sup>	41,0	2,84	3,17	21,8	41,10	144
N <sub>S</sub> <sup>2</sup> N <sub>C</sub> <sup>1</sup>	44,0	2,61	3,33	22,1	35,47	169
N <sub>S</sub> <sup>2</sup> N <sub>C</sub> <sup>2</sup>	44,0	3,49	3,67	23,2	40,99	126
Albacete						
N <sub>S</sub> <sup>1</sup> N <sub>C</sub> <sup>1</sup>	50,0	3,63	3,17	28,3	40,49	138
N <sub>S</sub> <sup>1</sup> N <sub>C</sub> <sup>2</sup>	55,0	3,54	3,00	27,5	42,91	155
N <sub>S</sub> <sup>2</sup> N <sub>C</sub> <sup>1</sup>	36,0	3,28	3,92	27,9	29,99	110
N <sub>S</sub> <sup>2</sup> N <sub>C</sub> <sup>2</sup>	40,0	4,50	4,17	29,2	36,96	89
H. Grignon						
N <sub>S</sub> <sup>1</sup> N <sub>C</sub> <sup>1</sup>	52,0	3,77	2,58	30,4	48,07	138
N <sub>S</sub> <sup>1</sup> N <sub>C</sub> <sup>2</sup>	52,0	3,92	2,80	28,9	48,44	133
N <sub>S</sub> <sup>2</sup> N <sub>C</sub> <sup>1</sup>	42,0	4,47	3,00	28,4	52,46	94
N <sub>S</sub> <sup>2</sup> N <sub>C</sub> <sup>2</sup>	42,0	3,90	3,09	29,1	43,37	108



3.1.2.1. Análisis estadístico anual.

A) AÑO 1979.

Los valores medios de cosecha planta, número de granos - por espiga y peso de mil granos por variedad y tratamiento se expresan en las Tablas 24, 26, 28 y 30; y los respectivos análisis de varianza y mínimas diferencias significativas en las Tablas 25, 27, 29 y 31.

Tabla 24.- Ensayo N 1979. Cosecha planta en función de las variedades y tratamientos nitrogenados.

TRAT		VARIEDADES						Ex	$\bar{x}$
		Pallas	Astrix	Monlon	Logra	Albacete	HGrignon		
<sup>1</sup> NS	<sup>1</sup> Nc	1,69	1,73	2,05	1,41	2,65	2,38	11,91	1,99
<sup>1</sup> NS	<sup>2</sup> Nc	1,40	3,10	1,97	1,71	2,22	2,28	12,68	2,11
<sup>2</sup> NS	<sup>1</sup> Nc	1,11	1,71	1,55	1,51	1,66	2,45	9,99	1,67
<sup>2</sup> NS	<sup>2</sup> Nc	1,48	2,92	2,62	1,60	2,43	2,36	13,41	2,24
Ex		5,68	9,46	8,19	6,23	8,96	9,47		
$\bar{x}$		1,42	2,37	2,05	1,56	2,24	2,37		

Tabla 25.- Ensayo N 1979. Cosecha planta: Análisis de varianza y mínimas diferencias significativas.

Análisis de varianza:

FV	GL	SC	MC	Fc	NP
VAR	5	3,43	0,69	5,31	0,01
TRAT	Ns	1	0,06	0,06	0,46
	Nc	3	1,08	0,39	0,72
	Ns Nc	1	0,30	0,30	2,31
ERROR	15	1,94	0,13		
TOTAL	23	6,45			

Mínimas diferencias significativas:

V	0,10	0,05	0,02	0,01	0,001
VAR	0,447	0,543	0,663	0,751	1,038
Nc	0,365	0,444	0,542	0,613	0,848

Tabla 26.- Ensayo N 1979. Número de espigas por planta en función de las variedades y tratamientos nitrogenados.

TRAT		VARIEDADES						Ex	$\bar{x}$
		Pallas	Astrix	Monlon	Logra	Albacete	H.Grignon		
<sup>1</sup> Ns	<sup>1</sup> Nc	2,17	1,33	1,50	1,83	2,17	2,00	11,00	1,83
<sup>1</sup> Ns	<sup>2</sup> Nc	2,33	2,17	1,67	2,00	2,17	2,00	12,34	2,06
<sup>2</sup> Ns	<sup>1</sup> Nc	2,17	1,12	1,50	2,17	1,67	1,67	10,63	1,77
<sup>2</sup> Ns	<sup>2</sup> Nc	2,50	1,83	1,50	2,17	2,00	2,00	12,00	2,00
Ex		9,17	6,45	6,17	8,17	8,34	7,67		
$\bar{x}$		2,29	1,61	1,54	2,04	2,09	1,92		

Tabla 27.- Ensayo N 1979. Número de espigas por planta: Análisis de varianza y mínimas diferencias significativas.

Análisis de varianza:

FV	GL	SC	MC	Fc	NP
VAR	5	1,67	0,33	7,73	0,001
TRAT	Ns	1	0,02	0,02	0,47
	Nc	3	0,33	0,11	7,27
	NsNc	1	0,00	0,00	0,00
ERROR	15	0,64	0,04		
TOTAL	23	2,64			

Mínimas diferencias significativas:

V	0,10	0,05	0,02	0,01	0,001
VAR	0,256	0,311	0,380	0,430	0,595
Nc	0,209	0,254	0,310	0,351	0,486

Tabla 28.- Ensayo N 1979. Número de granos por espiga en función de las variedades y tratamientos nitrogenados.

TRAT		VARIEDADES						Ex	$\bar{x}$
		Pallas	Astrix	Monlon	Logra	Albacete	H.Grignon		
<sup>1</sup> Ns	<sup>1</sup> Nc	24,90	34,20	31,89	20,62	28,51	27,80	167,92	27,99
<sup>1</sup> Ns	<sup>2</sup> Nc	20,20	35,10	27,14	25,21	25,75	25,40	158,82	26,47
<sup>2</sup> Ns	<sup>1</sup> Nc	18,00	37,20	23,91	19,87	21,26	35,51	155,75	25,96
<sup>2</sup> Ns	<sup>2</sup> Nc	20,80	38,91	39,40	19,37	30,20	26,96	175,64	29,27
Ex		83,90	145,41	122,34	85,07	105,72	115,69		
$\bar{x}$		20,08	36,35	30,59	21,27	20,43	28,92		

Tabla 29.- Ensayo N 1979. Número de granos por espiga: Análisis de varianza y mínimas diferencias significativas.

Análisis de varianza:

FV	G1	SC	MC	Fc	NP	
VAR	5	689,74	137,95	7,92	0,001	
TRAT	Ns	1	0,90	0,90	0,05	-
	Nc	3	40,77	13,59	0,78	-
	Ns Nc	1	35,02	35,02	2,01	-
ERROR	15	261,43	17,43			
TOTAL	23	991,94				

Mínimas diferencias significativas:

V	0,10	0,05	0,02	0,01	0,001
VAR	5,175	6,291	7,681	8,700	12,024

Tabla 30.- Ensayo N 1979. Peso de mil granos en función de las variedades y tratamientos nitrogenados.

TRAT	VARIEDADES						Ex	$\bar{x}$
	Pallas	Astrix	Monlon	Logra	Albacete	HGrignon		
<sup>1</sup> Ns <sup>1</sup> Nc	31,22	38,12	42,77	37,25	42,90	42,73	234,99	39,17
<sup>1</sup> Ns <sup>2</sup> Nc	29,63	40,65	43,45	33,95	39,64	44,84	232,16	38,69
<sup>2</sup> Ns <sup>1</sup> Nc	28,43	40,93	43,07	35,02	38,90	41,38	227,73	37,96
<sup>2</sup> Ns <sup>2</sup> Nc	28,46	40,94	44,37	37,99	40,21	43,74	225,71	39,29
Ex	117,74	160,64	173,66	144,21	161,65	172,69		
$\bar{x}$	29,44	40,16	43,42	36,05	40,41	43,17		

Tabla 31.- Ensayo N 1979. Peso de mil granos: Análisis de varianza y mínimas diferencias significativas.

Análisis de varianza:

FV	G1	SC	MC	Fc	NP	
VAR	5	560,46	112,09	52,62	0,001	
TRAT	Ns	1	0,57	0,57	0,27	-
	Nc	3	6,55	2,18	1,02	-
	Ns Nc	1	4,87	4,87	2,29	-
ERROR	15	31,99	2,13			
TOTAL	23	599,0				

Mínimas diferencias significativas:

V	0,10	0,05	0,02	0,01	0,001
VAR	1,800	2,190	2,685	3,041	4,203

A-1) Cosecha planta y parámetros en función del genotipo.

En la Tabla 32 se incluyen los valores medios totales de cosecha planta y parámetros determinantes por variedad; y su re presentación en la Gráfica 1.

Tabla 32.- Ensayo N 1979. Cosecha y parámetros: Valores medios totales por variedad.

VAR	Cpl	Ne/pl	Ng/e	P1000g
Pallas (2C)	1,42	2,29 *	20,98	29,44
Astrix (6C)	2,36 *	1,61	36,35 *	40,16 *
Monlon (6C)	2,05 *	1,54	30,59 *	43,42 *
Logra (2C)	1,56	2,04 *	21,27	36,05
Albacete (6C)	2,24 *	2,09 *	26,43	40,41 *
H. Grignon (6C)	2,37 *	1,92	28,92 *	43,17 *

\* Valores MAXIMOS significativos

a) Cosecha planta: Existen diferencias estadísticamente - significativas entre las variedades de seis carreras y las de - dos carreras ( $P=0,05$  a  $0,01$ ; Tabla 25), correspondiendo a estas últimas el menor peso de los granos por planta.

b) Número de espigas por planta: Las variedades Pallas y - Logra (dos carreras) junto con Albacete (6 carreras) presentan el mayor número de espigas por planta (Tabla 32), sin diferen-- cias significativas entre ellos, pero con diferencias ( $P=0,05$  a  $0,001$ ; Tabla 27) frente al resto de seis carreras, entre las que, a su vez, no existen diferencias.

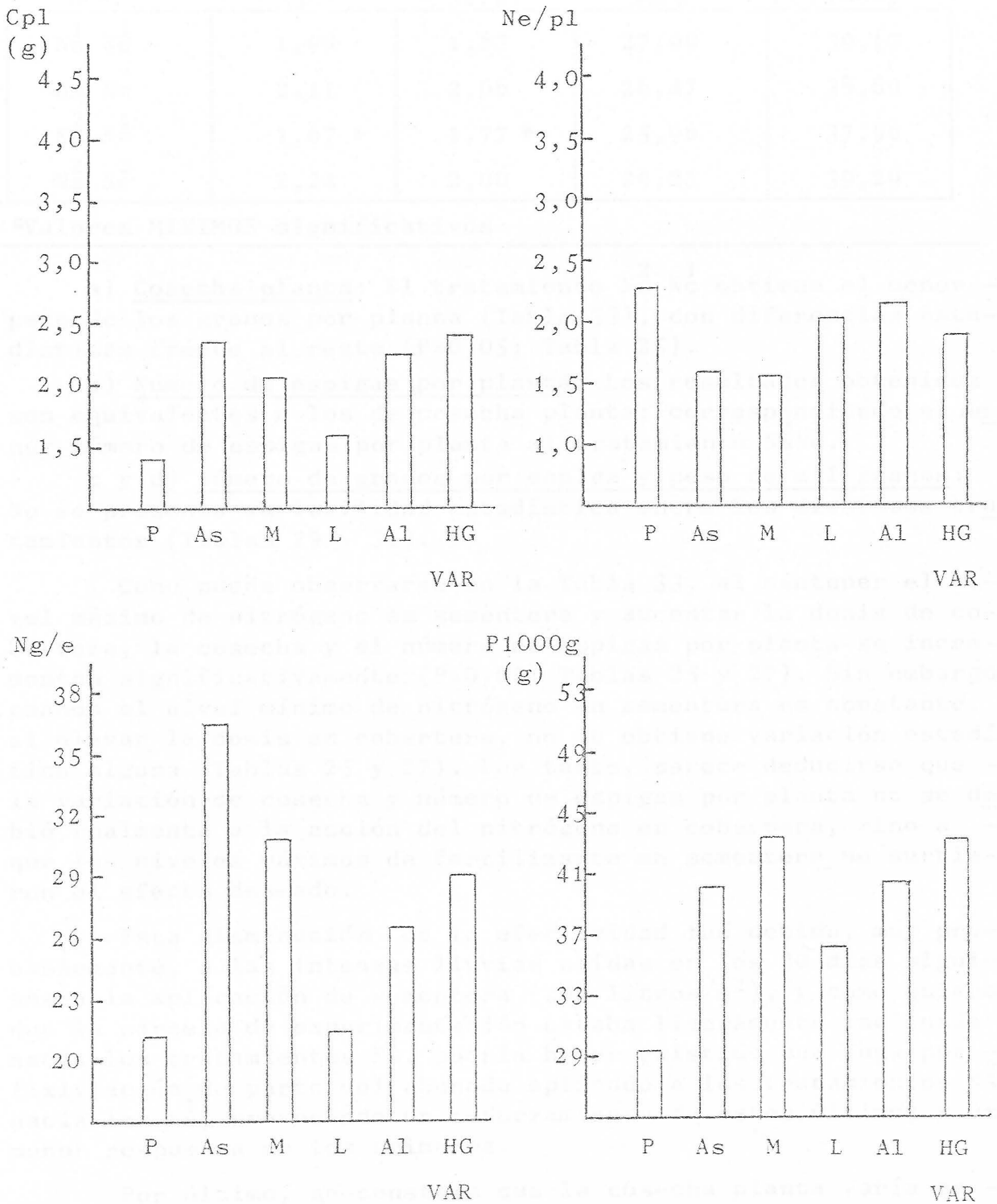
c) Número de granos por espiga: La variedad Astrix alcan- za el número más elevado de granos por espiga (Tabla 32), con - diferencias significativas frente a las cinco restantes ( $P=0,10$  a  $0,001$ ; Tabla 29). Monlon, Hâtif de Grignon y Albacete presen- tan un valor intermedio, mientras que las variedades de 2 carre- ras, por sus características anatómicas, obtienen el menor núme- ro de granos, con diferencias de diversa índole en relación a las de seis carreras ( $P=0,10$  a  $0,001$ ; Tabla 29).

d) Peso de mil granos: Este parámetro es superior estadís- ticamente en el conjunto de las variedades de seis carreras (Ta- bla 32), con diferencias altamente significativas respecto a las de dos carreras ( $P=0,001$ ; Tabla 31).

Del estudio estadístico realizado puede deducirse que la producción por planta de las variedades de seis carreras es sig- nificativamente superior a la de dos carreras, ya que en las - primeras se incrementan siempre dos parámetros determinantes de la cosecha (Tabla 32), mientras que en las de dos carreras aumen- ta estadísticamente un sólo parámetro (el número de espigas por planta).



Gráfica 1.- Ensayo N 1979. Representación de los valores medios totales de cosecha planta y parámetros en función del genotipo.



A-2) Cosecha planta y parámetros en función de los tratamientos nitrogenados.

Los valores medios totales de cosecha planta y parámetros por tratamiento se exponen en la Tabla 33; y en la Gráfica 2 su representación.

Tabla 33.- Ensayo N 1979. Cosecha y parámetros: Valores medios totales por tratamiento.

TRAT	Cpl	Ne/pl	Ne/e	P1000g
<sup>1</sup> <sub>NS</sub> <sup>1</sup> <sub>Nc</sub>	1,99	1,83	27,99	39,17
<sup>1</sup> <sub>NS</sub> <sup>2</sup> <sub>Nc</sub>	2,11	2,06	26,47	38,69
<sup>2</sup> <sub>NS</sub> <sup>1</sup> <sub>Nc</sub>	1,67 *	1,77 *	25,96	37,96
<sup>2</sup> <sub>NS</sub> <sup>2</sup> <sub>Nc</sub>	2,24	2,00	29,27	39,29

\*Valores MINIMOS significativos

a) Cosecha planta: El tratamiento <sup>2</sup><sub>NS</sub> <sup>1</sup><sub>Nc</sub> obtiene el menor peso de los granos por planta (Tabla 33), con diferencias estadísticas frente al resto (P=0,05; Tabla 25).

b) Número de espigas por planta: Los resultados obtenidos son equivalentes a los de cosecha planta; correspondiendo el menor número de espigas por planta al tratamiento <sup>2</sup><sub>NS</sub> <sup>1</sup><sub>Nc</sub>.

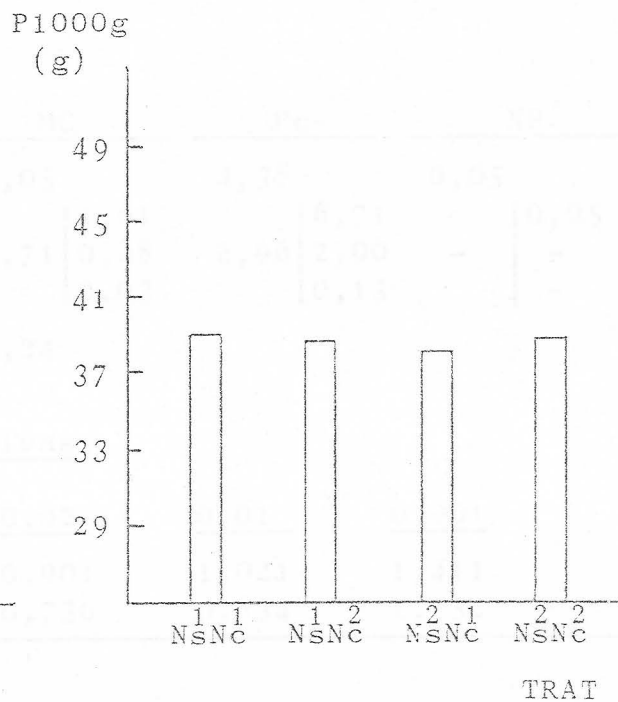
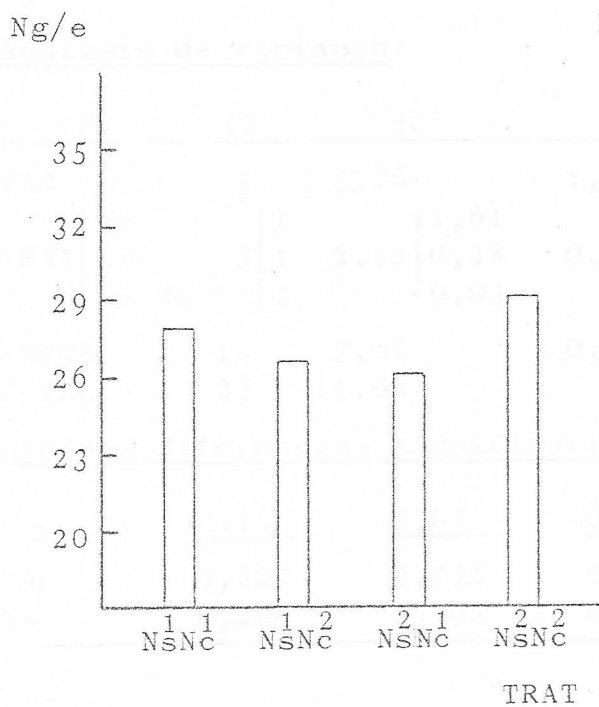
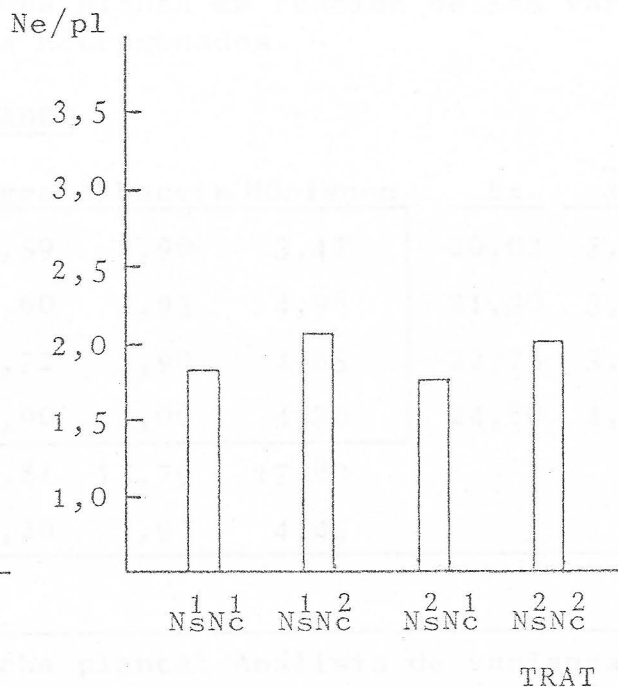
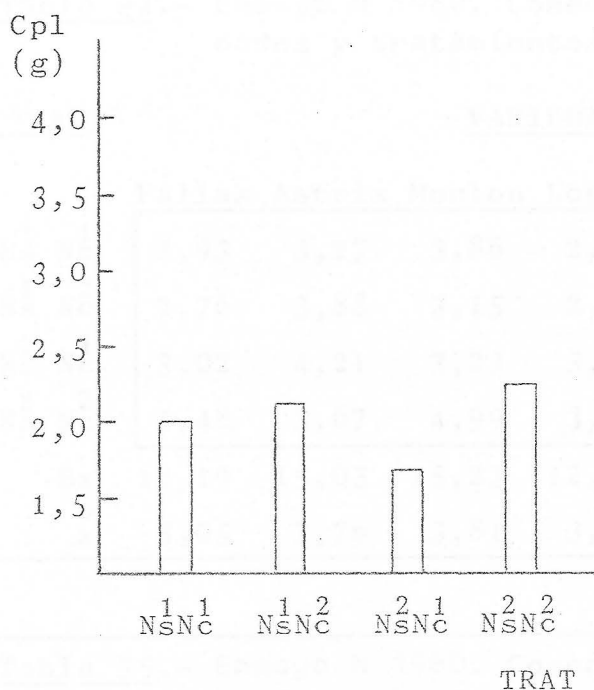
c y d) Número de granos por espiga y peso de mil granos: No se presenta variabilidad estadística entre los distintos tratamientos (Tablas 29 y 31).

Como puede observarse en la Tabla 33, al mantener el nivel máximo de nitrógeno en sementera y aumentar la dosis de cobertera, la cosecha y el número de espigas por planta se incrementan significativamente (P=0,05; Tablas 25 y 27). Sin embargo, cuando el nivel mínimo de nitrógeno en sementera es constante, al elevar la dosis en cobertera, no se obtiene variación estadística alguna (Tablas 25 y 27). Por tanto, parece deducirse que la variación de cosecha y número de espigas por planta no se debió realmente a la acción del nitrógeno en cobertera, sino a que los niveles máximos de fertilizante en sementera no surtieron el efecto deseado.

Esta disminución de la efectividad fué debida, muy probablemente, a las intensas lluvias caídas en los 30 días siguientes a la aplicación de sementera (200 litros/m<sup>2</sup>), y como quiera que la parcela de experimentación estaba ligeramente inclinada hacia los tratamientos <sup>1</sup><sub>NS</sub>, podría haber existido una fuga por <sup>2</sup><sub>NS</sub> lixiviación de parte del abonado aplicado a los tratamientos <sup>1</sup><sub>NS</sub> hacia los <sup>1</sup><sub>NS</sub>, provocando un reforzamiento de estos últimos y una menor respuesta en los primeros.

Por último, se constata que la cosecha planta varía en función de uno sólo de sus parámetros determinantes, el número de espigas por planta; ya que los granos por espiga y peso de mil granos prácticamente no se afectan por los tratamientos nitrogenados.

Gráfica 2.- Ensoyo N 1979. Representación de los valores medios totales de cosecha planta y parámetros en función de los tratamientos nitrogenados.





B) AÑO 1980.

En las Tablas 34 a 41 se presentan los valores medios de cosecha planta, número de espigas por planta, número de granos por espiga y peso de mil granos por tratamiento y variedad, así como sus respectivos análisis de varianza y mínimas diferencias significativas.

Tabla 34.- Ensayo N 1980. Cosecha planta en función de las variedades y tratamientos nitrogenados.

<u>TRAT</u>		<u>VARIEDADES</u>						<u>Ex</u>	<u><math>\bar{x}</math></u>
		Pallas	Astrix	Monlon	Logra	Albacete	HGrignon		
$\frac{1}{NS}$	$\frac{1}{NC}$	2,93	3,27	3,86	2,59	3,90	3,47	20,02	3,34
$\frac{1}{NS}$	$\frac{2}{NC}$	2,76	3,88	3,15	2,60	3,93	4,98	21,30	3,55
$\frac{2}{NS}$	$\frac{1}{NC}$	3,02	4,21	3,23	3,72	3,90	4,65	22,73	3,79
$\frac{2}{NS}$	$\frac{2}{NC}$	3,48	3,67	4,99	3,90	4,06	4,70	24,80	4,13
Ex		12,19	15,03	15,23	12,81	15,79	17,80		
$\bar{x}$		3,05	3,76	3,81	3,20	3,95	4,45		

Tabla 35.- Ensayo N 1980. Cosecha planta: 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>
VAR	5	5,26	1,05	4,38	0,05
TRAT	Ns	1	1,61	1,61	0,05
	Nc	3	2,12	0,71	0,48
	Ns Nc	1	0,03	0,03	0,13
ERROR	15	3,66	0,24		
TOTAL	23	11,04			

Mínimas diferencias significativas:

<u>V</u>	<u>0,10</u>	<u>0,05</u>	<u>0,02</u>	<u>0,01</u>	<u>0,001</u>
VAR	0,607	0,738	0,901	1,021	1,411
Ns	0,496	0,593	0,736	0,834	1,152

Tabla 36.- Ensayo N 1980. Número de espigas por planta en función de las variedades y tratamientos nitrogenados.

TRAT		VARIEDADES						Ex	$\bar{x}$
		Pallas	Astrix	Monlon	Logra	Albacete	HGrignon		
<sup>1</sup> NS	<sup>1</sup> NC	3,00	3,00	2,75	3,33	3,50	2,42	18,00	3,00
<sup>1</sup> NS	<sup>2</sup> NC	3,17	2,92	2,75	3,00	3,75	3,34	18,93	3,16
<sup>2</sup> NS	<sup>1</sup> NC	3,50	3,17	2,92	4,33	3,42	3,08	20,42	3,40
<sup>2</sup> NS	<sup>2</sup> NC	4,17	3,34	3,09	4,17	3,75	2,67	21,19	3,53
Ex		13,84	12,43	11,51	14,83	14,42	11,51		
$\bar{x}$		3,46	3,11	2,88	3,71	3,61	2,88		

Tabla 37.- Ensayo N 1980. Número de espigas por planta: Análisis de varianza y mínimas diferencias significativas.

Análisis de varianza:

FV		GL	SC	MC	Fc	NP
VAR		5	2,70	0,54	4,50	0,05
TRAT	Ns	1	0,91	0,91	7,58	0,01
	Nc	3	1,04	0,35	2,92	-
	Ns Nc	1	0,01	0,01	0,08	-
ERROR		15	1,78	0,12		
TOTAL		23	5,52			

Mínimas diferencias significativas:

V	0,10	0,05	0,02	0,01	0,001
VAR	0,429	0,522	0,637	0,722	0,998
Ns	0,351	0,426	0,520	0,589	0,815

Tabla 38.- Ensayo N 1980. Número de granos por espiga en función de las variedades y tratamientos nitrogenados.

TRAT		VARIEDADES						Ex	$\bar{x}$
		Pallas	Astrix	Monlon	Logra	Albacete	HGrignon		
<sup>1</sup> NS	<sup>1</sup> NC	27,7	26,9	35,1	21,0	32,0	29,8	172,5	28,75
<sup>1</sup> NS	<sup>2</sup> NC	23,9	32,5	28,8	23,0	29,7	30,8	168,7	28,12
<sup>2</sup> NS	<sup>1</sup> NC	24,9	33,4	25,6	23,6	29,9	28,4	165,8	27,63
<sup>2</sup> NS	<sup>2</sup> NC	23,6	27,1	42,3	23,7	31,3	36,2	184,2	30,70
Ex		100,1	119,9	131,8	91,3	122,9	125,2		
$\bar{x}$		25,03	29,98	32,95	22,83	30,73	31,30		

Tabla 39.- Ensayo N 1980. Número de granos por espiga: Análisis de varianza y mínimas diferencias significativas.

Análisis de varianza:

FV	Gl	SC	MC	Fc	NP
VAR	5	314,00	62,80	4,30	0,05
TRAT	Ns   1	3,20	3,20	0,20	-
	Nc   3   1	32,60   8,90	10,90   8,90	0,70   0,80	-
	Ns Nc   1	20,5	20,5	1,40	-
ERROR	15	220,30	14,70		
TOTAL	23	866,90			

Mínimas diferencias significativas:

V	0,10	0,05	0,02	0,01	0,001
VAR	4,753	5,777	7,054	7,990	11,042

Tabla 40.- Ensayo N 1980. Peso de mil granos en función de las variedades y tratamientos nitrogenados.

TRAT	VARIEDADES						Ex	$\bar{x}$
	Pallas	Astrix	Monlon	Logra	Albacete	HGrignon		
<sup>1</sup> Ns <sup>1</sup> Nc	35,23	40,50	40,03	36,99	34,82	48,17	235,74	39,29
<sup>1</sup> Ns <sup>2</sup> Nc	36,38	40,84	39,79	37,65	35,32	48,38	238,36	39,73
<sup>2</sup> Ns <sup>1</sup> Nc	34,69	39,76	43,17	36,36	38,13	53,20	245,31	40,89
<sup>2</sup> Ns <sup>2</sup> Nc	35,40	40,50	38,19	39,50	34,58	48,64	236,81	39,47
Ex	141,70	161,60	161,18	150,50	142,85	198,39		
$\bar{x}$	35,43	40,40	40,30	37,63	35,71	49,60		

Tabla 41.- Ensayo N 1980. Peso de mil granos: Análisis de varianza y mínimas diferencias significativas.

Análisis de varianza:

FV	Gl	SC	MC	Fc	NP
VAR	5	548,65	109,73	44,61	0,001
TRAT	Ns   1	2,68	2,68	1,09	-
	Nc   3   1	9,27   1,44	3,09   1,44	1,26   0,59	-
	Ns Nc   1	5,15	5,15	2,09	-
ERROR	15	36,88	2,46		
TOTAL	23	594,80			

Mínimas diferencias significativas:

V	0,10	0,05	0,02	0,01	0,001
VAR	1,940	2,363	2,886	3,268	4,157

B-1) Cosecha planta y parámetros en función del genotipo.

Los valores medios totales, por variedad, de cosecha y parámetros se recogen en la Tabla 42; y su representación en la Gráfica 3.

Tabla 42. - Ensayo N 1980. Cosecha y parámetros: Valores medios totales por variedad.

VAR	Cpl	Ne/pl	Ng/e	P1000g
Pallas (2C)	3,05	3,46 *	25,03	35,43
Astrix (6C)	3,73 *	3,11	29,75 *	40,40 *
Monlon (6C)	3,80 *	2,88	32,88 *	40,30 *
Logra (2C)	3,20	3,71 *	22,83	37,63
Albacete (6C)	4,03 *	3,61 *	31,38 *	35,71
H.Grignon (6C)	4,37 *	2,88	30,65 *	49,60 *

\*Valores MAXIMOS significativos

a) Cosecha planta: Resultados paralelos a los del año 1979. Existen diferencias estadísticas entre las variedades de seis y dos carreras ( $P=0,10$  a  $0,01$ ; Tabla 35); obteniendo las primeras el mayor peso de los granos por planta (Tabla 42), sin diferencias significativas entre ellas.

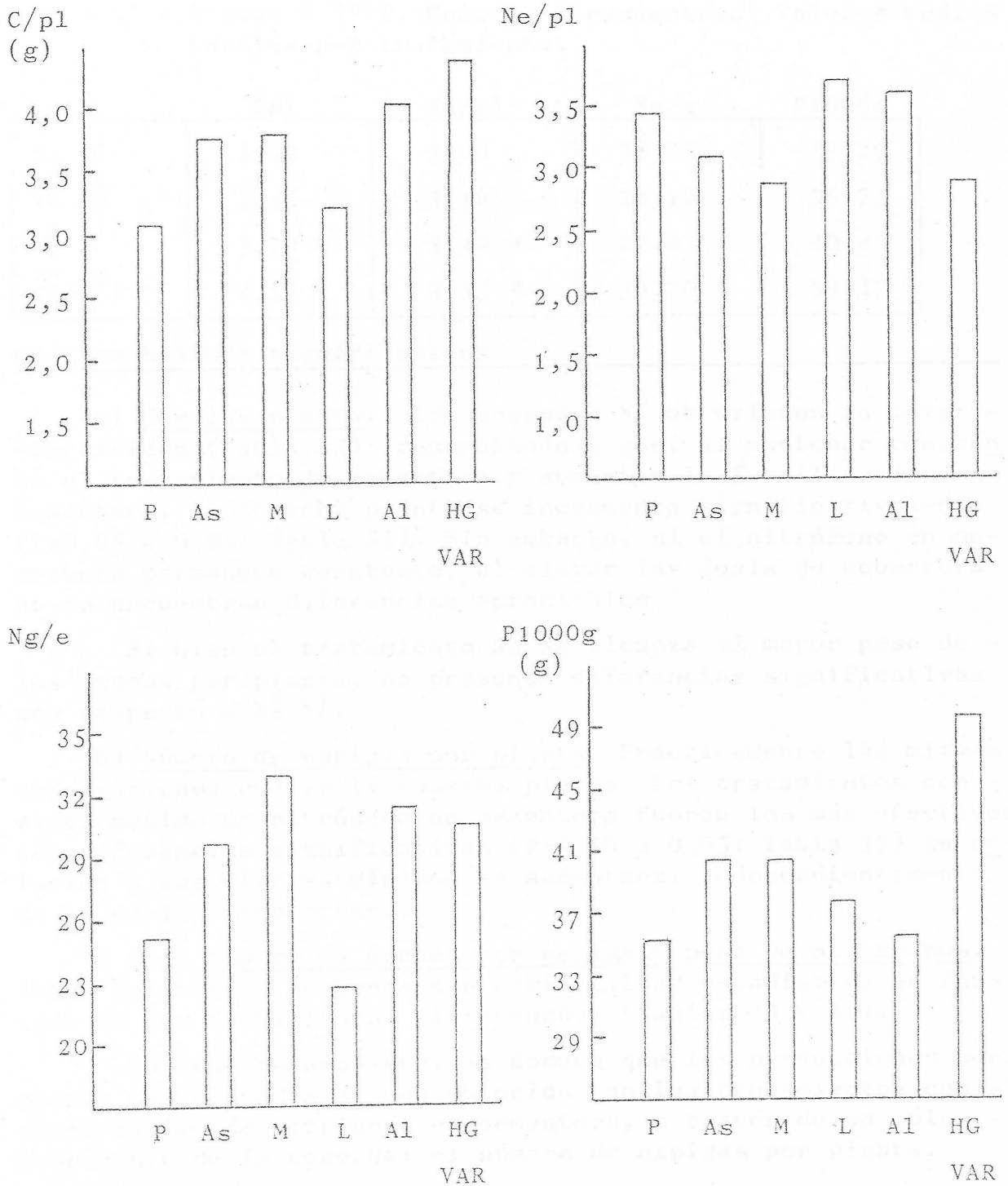
b) Número de espigas por planta: Al igual que el año anterior, las variedades Logra, Albacete y Pallas obtienen el mayor número de espigas (Tabla 42), con diferencias significativas ( $P=0,05$  a  $0,01$ ; Tabla 37) frente a las restantes.

c) Número de granos por espiga: Las variedades de seis carreras presentan el número más elevado de granos (Tabla 42), con diferencias estadísticas ( $P=0,05$  a  $0,01$ ; Tabla 39) respecto a las de dos carreras.

d) Peso de mil granos: La variedad Hâtif de Grignon, que alcanza el mayor peso de mil granos (Tabla 42), presenta diferencias altamente significativas con las cinco restantes variedades ( $P=0,001$ ; Tabla 41). Astrix y Monlon ocupan un lugar intermedio, con diferencias ( $P=0,05$  a  $0,001$ ; Tabla 41) frente a Pallas, Logra y Albacete, que obtienen el menor peso de mil granos, sin diferencias entre ellas.

De todo lo anterior se constata que, las variedades Pallas, Logra y Albacete presentan el mayor número de espigas por planta, pero mientras que en Albacete se ha elevado el número de granos por espiga, en Pallas y Logra no se ha conseguido incrementar ningún otro parámetro, y por tanto, no se llega a compensar la cosecha planta de las variedades de seis carreras.

Gráfica 3.- Ensayo S-N 1980. Representación de los valores medios totales de cosecha planta y parámetros en función del genotipo.



B-2) Cosecha planta y parámetros en función de los tratamientos nitrogenados.

En la Tabla 43 se exponen los valores medios totales, - por tratamiento, de cosecha planta y parámetros; y su representación en la Gráfica 4.

Tabla 43.- Ensayo N 1980. Cosecha y parámetros: Valores medios totales por tratamiento.

TRAT	Cpl	Ne/pl	Ng/e	P1000g
<sup>1</sup> Ns <sup>1</sup> Nc	3,34	3,00	28,75	39,29
<sup>1</sup> Ns <sup>2</sup> Nc	3,55	3,16	28,12	39,73
<sup>2</sup> Ns <sup>1</sup> Nc	3,79 *	3,40 *	27,63	40,89
<sup>2</sup> Ns <sup>2</sup> Nc	4,13 *	3,53 *	30,70	39,47

\*Valores MAXIMOS significativos

a) Cosecha planta: Los abonados Ns<sup>2</sup> obtuvieron la mayor - efectividad (Tabla 43); comprobándose que, al mantener constante el tratamiento de cobertera y aumentar la fertilización en sementera, la cosecha planta se incrementa significativamente (P=0,05 a 0,01; Tabla 35). Sin embargo, si el nitrógeno en sementera permanece constante, al elevar las dosis de cobertera no se encuentran diferencias apreciables.

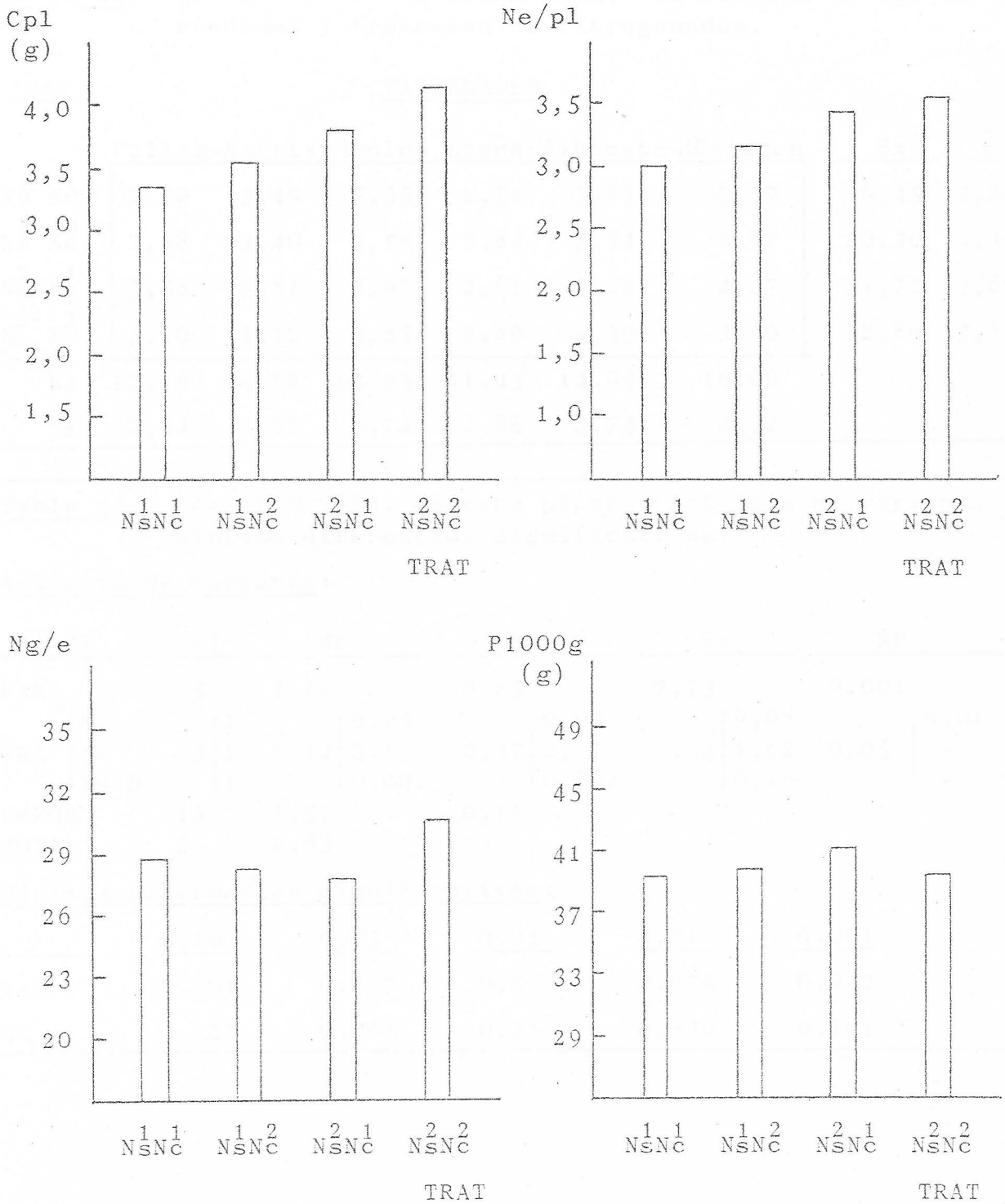
Si bien el tratamiento Ns<sup>2</sup> Nc<sup>2</sup> alcanza el mayor peso de - los granos por planta, no presenta diferencias significativas con respecto a Ns<sup>2</sup> Nc<sup>1</sup>.

b) Número de espigas por planta: Prácticamente las mismas observaciones que en la cosecha planta. Los tratamientos con - nivel máximo de nitrógeno en sementera fueron los más efectivos, con diferencias significativas (P=0,10 a 0,05; Tabla 37) en relación a los niveles mínimos en sementera, independientemente de la dosis en cobertera.

c y d) Número de granos por espiga y peso de mil granos: Ambos parámetros no presentan variabilidad estadística en función de los tratamientos nitrogenados (Tablas 39 y 41).

De todo lo expuesto, se deduce que las producciones por planta más elevadas se han obtenido con los tratamientos con - nivel máximo de nitrógeno en sementera, a través de un sólo - componente de la cosecha: el número de espigas por planta.

Gráfica 4.- Ensayo N 1980. Representación de los valores medios totales de cosecha planta y parámetros en función de los tratamientos nitrogenados.





C) AÑO 1981.

En las Tablas 44 a 51 se exponen los resultados medios de cosecha planta y sus componentes, por tratamiento nitrogenado y variedad, así como los respectivos análisis de varianza y mínimas diferencias significativas.

Tabla 44.- Ensayo N 1981. Cosecha planta en función de las variedades y tratamientos nitrogenados.

<u>TRAT</u>		<u>VARIEDADES</u>						<u>Ex</u>	<u><math>\bar{x}</math></u>
		Pallas	Astrix	Monlon	Logra	Albacete	HGrignon		
<sup>1</sup> NS	<sup>1</sup> Nc	2,70	3,49	3,35	2,51	3,63	3,77	19,45	3,24
<sup>1</sup> NS	<sup>2</sup> Nc	2,88	3,40	3,78	2,84	3,54	3,92	20,36	3,39
<sup>2</sup> NS	<sup>1</sup> Nc	3,58	3,81	3,97	2,61	3,28	4,47	21,72	3,62
<sup>2</sup> NS	<sup>2</sup> Nc	3,00	4,12	3,85	3,49	4,50	3,90	22,86	3,81
Ex		12,16	14,82	14,95	11,45	14,95	16,06		
$\bar{x}$		3,04	3,71	3,74	2,86	3,74	4,02		

Tabla 45.- Ensayo N 1981. Cosecha planta: 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>
VAR	5	4,14	0,83	7,93	0,001
TRAT	Ns	1	0,95	0,95	9,08
	Nc	3	1,12	0,17	3,54
	Ns Nc	1	0,002	0,002	0,19
ERROR	15	1,57	0,11		
TOTAL	23	6,83			

Mínimas diferencias significativas:

<u>V</u>	<u>0,10</u>	<u>0,05</u>	<u>0,02</u>	<u>0,01</u>	<u>0,001</u>
VAR	0,401	0,487	0,595	0,674	0,932
Ns	0,327	0,398	0,486	0,550	0,761

Tabla 46.- Ensayo N 1981. Número de espigas por planta en función de las variedades y tratamientos nitrogenados.

TRAT	VARIEDADES						Ex	$\bar{x}$
	Pallas	Astrix	Monlon	Logra	Albacete	HGrignon		
<sup>1</sup> NS <sup>1</sup> NC	3,33	2,50	2,50	3,09	3,17	2,58	17,17	2,86
<sup>1</sup> NS <sup>2</sup> NC	3,25	2,75	2,67	3,17	3,00	2,80	17,64	2,94
<sup>2</sup> NS <sup>1</sup> NC	3,84	2,84	2,67	3,33	3,92	3,00	19,60	3,27
<sup>2</sup> NS <sup>2</sup> NC	3,83	3,00	2,84	3,67	4,17	3,09	20,60	3,43
Ex	14,25	11,09	10,68	13,26	14,26	11,47		
$\bar{x}$	3,56	2,77	2,67	3,32	3,57	2,87		

Tabla 47.- Ensayo N 1981. Número de espigas por planta: Análisis de varianza y mínimas diferencias significativas.

Análisis de varianza:

FV	Gl	SC	MC	Fc	NP		
VAR	5	3,27	0,65	19,5	0,001		
TRAT	Ns	1	1,21	1,21	36,3	0,001	
	Nc	3	1,31	0,44	13,2	2,7	0,001
	Ns Nc	1	0,02	0,02	0,6	-	
ERROR	15	0,50	0,03				
TOTAL	23	5,08					

Mínimas diferencias significativas:

V	0,10	0,05	0,02	0,01	0,001
VAR	0,215	0,261	0,319	0,361	0,499
Ns	0,175	0,213	0,260	0,295	0,407

Tabla 48.- Ensayo N 1981. Número de granos por espiga en función de las variedades y tratamientos nitrogenados.

TRAT	VARIEDADES						Ex	$\bar{x}$
	Pallas	Astrix	Monlon	Logra	Albacete	HGrignon		
<sup>1</sup> NS <sup>1</sup> NC	23,1	28,5	29,6	21,0	28,3	30,4	160,9	26,82
<sup>1</sup> NS <sup>2</sup> NC	23,3	28,3	30,5	21,8	27,5	28,9	160,3	26,72
<sup>2</sup> NS <sup>1</sup> NC	23,1	26,0	33,5	22,1	27,9	28,4	161,0	26,83
<sup>2</sup> NS <sup>2</sup> NC	24,0	26,8	31,6	23,2	29,2	29,1	163,9	27,32
Ex	93,5	106,9	125,2	88,1	112,9	116,8		
$\bar{x}$	22,38	27,40	31,30	22,03	28,23	29,20		

Tabla 49.- Ensayo N 1981. Número de granos por espiga: Análisis de varianza y mínimas diferencias significativas.

Análisis de varianza:

FV	GL	SC	MC	Fc	NP	
VAR	5	251,38	50,28	41,21	0,001	
TRAT	Ns	1	0,57	0,57	0,47	-
	Nc	3	1,30	0,43	0,35	0,18
	Ns Nc	1	0,51	0,51	0,42	-
ERROR	15	18,30	1,22			
TOTAL	23	270,98				

Mínimas diferencias significativas:

V	0,10	0,05	0,02	0,01	0,001
VAR	1,369	1,664	2,032	2,302	3,181

Tabla 50.- Ensayo N 1981. Peso de mil granos en función de las variedades y tratamientos nitrogenados.

TRAT	VARIEDADES						Ex	$\bar{x}$
	Pallas	Astrix	Monlon	Logra	Albacete	HGrignon		
<sup>1</sup> Ns <sup>1</sup> Nc	35,10	48,98	45,21	38,67	40,49	48,07	256,52	42,75
<sup>1</sup> Ns <sup>2</sup> Nc	38,03	43,69	46,36	41,10	42,91	48,44	260,53	43,42
<sup>2</sup> Ns <sup>1</sup> Nc	40,36	51,60	44,38	35,47	29,99	52,46	254,26	42,38
<sup>2</sup> Ns <sup>2</sup> Nc	32,64	51,24	42,90	40,99	36,96	43,37	248,10	41,35
Ex	146,13	195,51	178,85	156,23	150,35	192,34		
$\bar{x}$	36,53	48,88	44,71	39,06	37,59	48,09		

Tabla 51.- Ensayo N 1981. Peso de mil granos: Análisis de varianza y mínimas diferencias significativas.

FV	GL	SC	MC	Fc	NP	
VAR	5	593,41	118,68	7,94	0,001	
TRAT	Ns	1	8,99	8,99	0,60	-
	Nc	3	13,50	4,50	0,30	0,01
	Ns Nc	1	4,32	4,32	0,29	-
ERROR	15	224,16	14,94			
TOTAL	23	831,07				

Mínimas diferencias significativas:

V	0,10	0,05	0,02	0,01	0,001
VAR	4,801	5,837	7,127	8,072	11,156

C-1) Cosecha planta y parámetros en función del genotipo.

En la Tabla 52 se exponen los valores medios totales de cosecha y parámetros por variedad; y su representación en la Gráfica 5.

Tabla 52.- Ensayo N 1981. Cosecha y parámetros: Valores medios totales por variedad.

VAR	Cpl	Ne/pl	Ng/e	P1000g
Pallas (2C)	3,04	3,56 *	23,38	36,53
Astrix (6C)	3,71 *	2,77	27,40 *	48,88 *
Monlon (6C)	3,74 *	2,67	31,30 *	44,71 *
Logra (2C)	2,86	3,32 *	22,03	39,06
Albacete (6C)	3,74 *	3,57 *	28,23 *	37,59
HGrignon (6C)	4,02 *	2,87	29,20 *	48,09 *

\*Valores MAXIMOS significativos

a) Cosecha planta: Resultados equivalentes a los de 1979 y 1980. Las variedades de seis carreras obtienen el mayor peso de los granos por planta, con diferencias estadísticas ( $P=0,01$  a  $0,001$ ; Tabla 45) respecto a las de dos carreras.

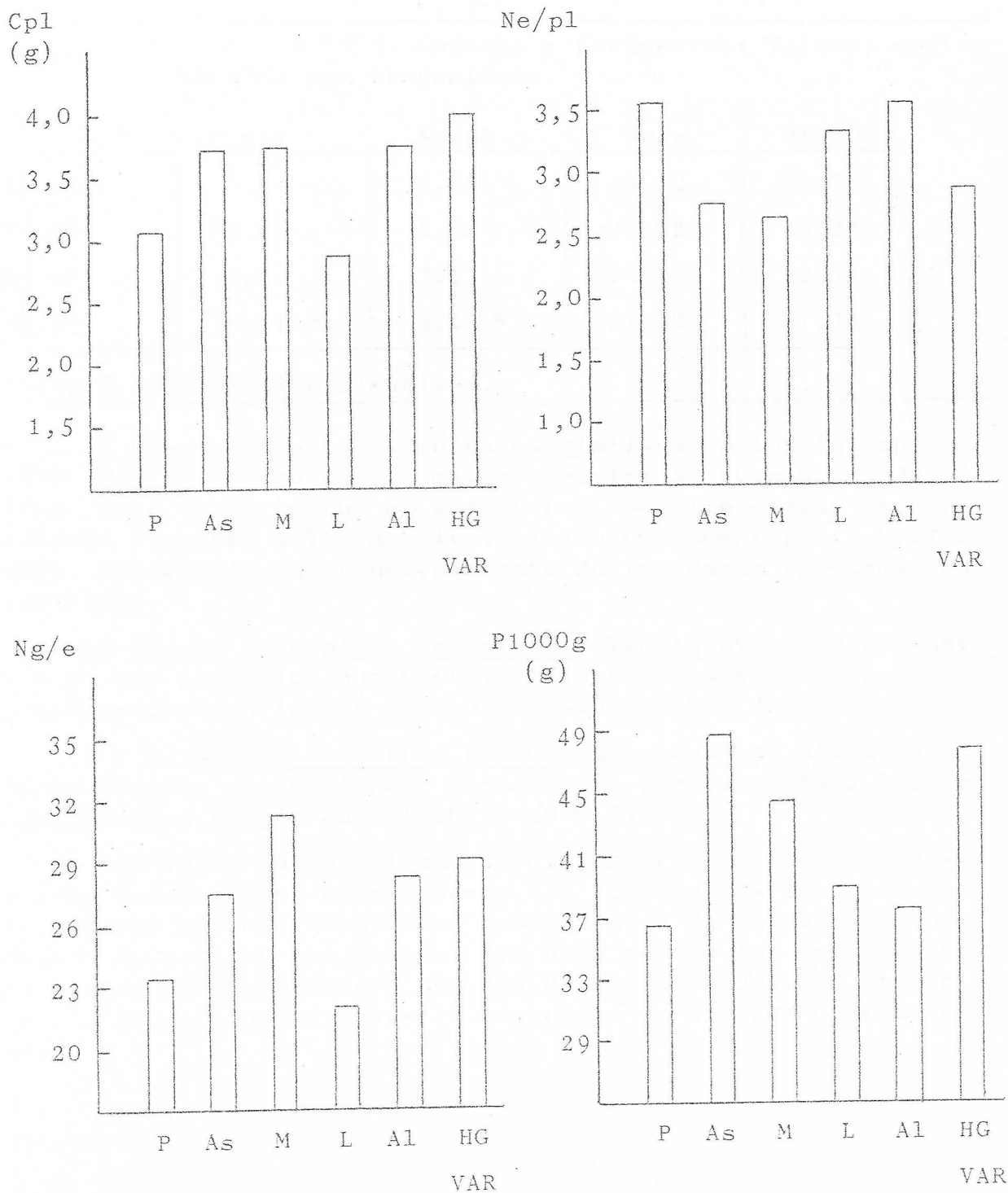
b) Número de espigas por planta: De forma similar a los años anteriores, Pallas, Logra y Albacete presentan el mayor número de espigas, con diferencias significativas frente al resto ( $P=0,01$  a  $0,001$ ; Tabla 47).

c) Número de granos/espiga: Monlon es la variedad que da lugar al número más elevado de granos por espiga, con diferencias significativas de índole diversa ( $P=0,05$  a  $0,001$ ; Tabla 49) con las restantes. Hâtif de Grignon, Albacete y Astrix ocupan un lugar intermedio, con diferencias altamente significativas ( $P=0,001$ ; Tabla 49) respecto a las variedades de dos carreras, que obtienen el menor número de granos por espiga.

d) Peso de mil granos: Astrix, Hâtif de Grignon y Monlon presentan el mayor peso de mil granos, con diferencias significativas ( $P=0,05$  a  $0,001$ ; Tabla 51) en relación a Albacete, Pallas y Logra, entre las que no se encuentran diferencias.

En general, todas las variedades ensayadas se comportan de forma similar a los dos años anteriores; siendo las cosechas por planta más elevadas las procedentes de las variedades de seis carreras.

Gráfica 5.- Ensayo N 1981. Representación de los valores medios totales de cosecha planta y parámetros en función - del genotipo.



C-2) Cosecha planta y parámetros en función de los tratamientos nitrogenados.

Los valores medios totales de cosecha planta y parámetros por tratamiento se incluyen en la Tabla 53; y su representación en la Gráfica 6.

Tabla 53.- Ensayo N 1981. Cosecha y parámetros: Valores medios totales por tratamiento.

TRAT	Cpl	Ne/pl	Ng/e	P1000g
<sup>1</sup> NS Nc	3,24	2,86	26,82	42,75
<sup>1</sup> NS Nc	3,39	2,94	26,72	43,42
<sup>2</sup> NS Nc	3,62 *	3,27 *	26,83	42,38
<sup>2</sup> NS Nc	3,81 *	3,43 *	27,32	41,35

\*Valores MAXIMOS significativos.

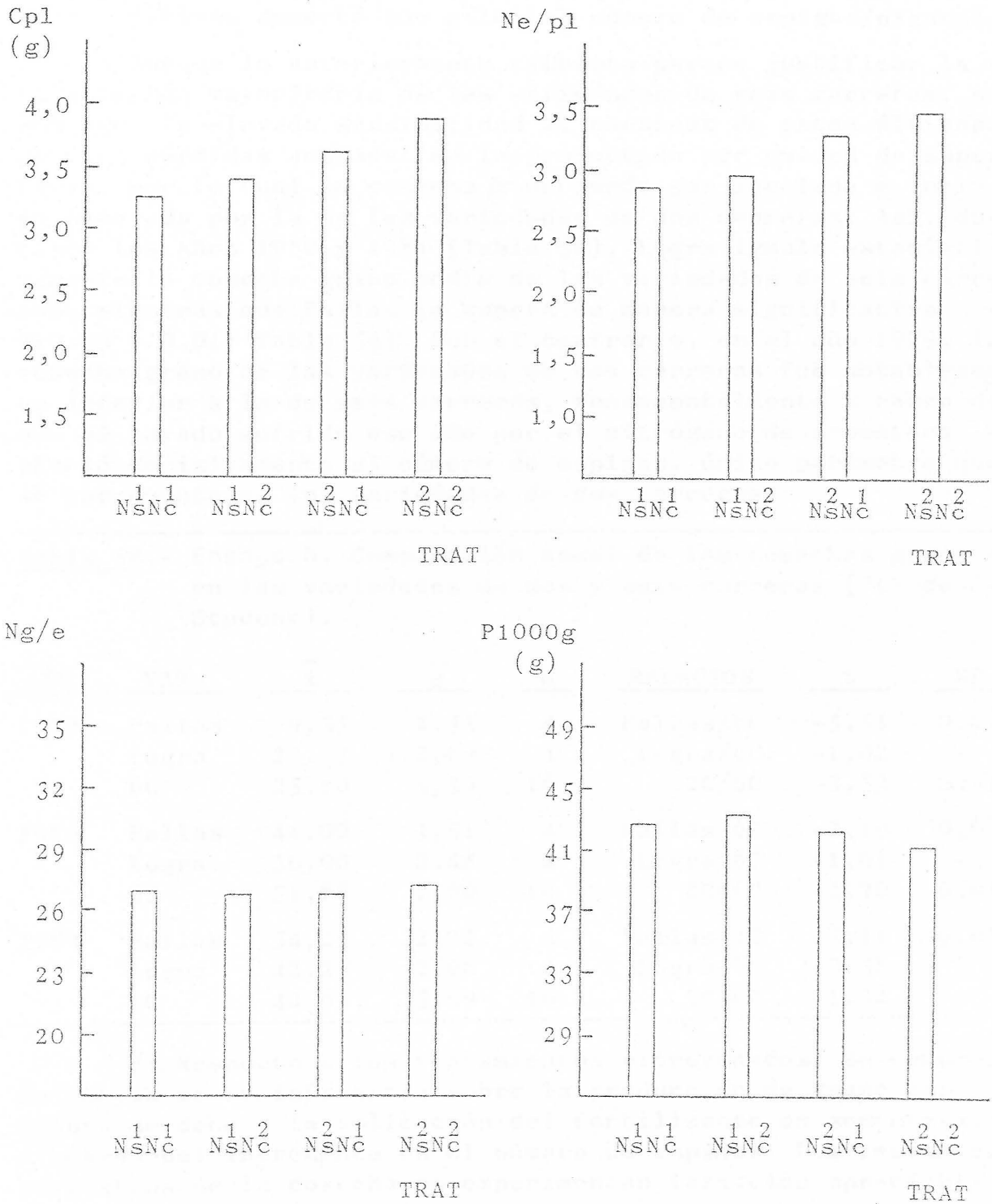
a) Cosecha planta: Resultados similares a los del año 1980. Los tratamientos con mayor efectividad fueron los de máximo nivel de nitrógeno en sementera, con diferencias significativas respecto a los de nivel mínimo en sementera (P=0,05 a 0,01; Tabla 45), independientemente de las dosis aplicadas en cobertera.

b) Número de espigas por planta: Igualmente, los tratamientos <sup>2</sup>NS han producido aumento significativo en el número de espigas respecto a los <sup>1</sup>NS (P=0,01 a 0,001; Tabla 47).

c y d) Número de granos por espiga y peso de mil granos: No se obtiene variabilidad estadística con respecto a los tratamientos en ningún caso (Tablas 49 y 51).

Al igual que en el año 1980, los tratamientos con nivel máximo de nitrógeno en sementera dan lugar a las producciones por planta más elevadas, como consecuencia de un aumento en el número de espigas por planta. Por otra parte, los tratamientos nitrogenados en cobertera, en las dosis aplicadas, no tienen efecto significativo sobre la cosecha y parámetros determinantes.

Gráfica 6.- Ensayo N 1981. Representación de los valores medios totales de cosecha planta y parámetros en función de los tratamientos nitrogenados.





D) Comentario general a los tres años de estudio.

El análisis de la productividad anual, permite establecer las siguientes consecuencias generales:

1) En los tres años ensayados, las cosechas por planta de las variedades de seis carreras fueron estadísticamente superiores a las de dos carreras, debido a que en las primeras se incrementaron dos parámetros simultáneamente, mientras que en las últimas aumentó uno solo (el número de espigas/planta).

Aunque lo anteriormente expuesto parece justificar la utilización mayoritaria de las variedades de seis carreras, sin embargo, la elevada sensibilidad al encamado de estas últimas provoca pérdidas acusadas en la producción por unidad de superficie, por lo cual su cosecha grano puede ser igualada e incluso superada por la de las variedades de dos carreras. Así, durante los años 1980 y 1981 (Tabla 54), Logra iguala estadísticamente la cosecha grano media de las variedades de seis carreras, mientras que Pallas la supera de manera significativa ( $P=0,05$  y  $0,01$ ; Tabla 54). Por el contrario, en el año 1979, la cosecha grano de las variedades de dos carreras fue notablemente inferior a la de seis carreras, fundamentalmente a causa de que el lavado sufrido ese año por el nitrógeno de sementera afectó decisivamente al número de espigas, único parámetro que se incrementa en las variedades de dos carreras.

Tabla 54.- Ensayo N. Comparación anual de las cosechas grano en las variedades de dos y seis carreras ("t" de Student).

AÑO	VAR	$\bar{x}$	s	n	RELACION	t	NP
1979	Pallas	9,55	2,55	4	Pallas/6C	-5,51	0,01
	Logra	22,63	2,69	4	Logra/6C	-1,02	-
	6C	25,60	5,59	16	2C/6C	-3,53	0,01
1980	Pallas	41,00	4,51	4	Pallas/6C	+2,19	0,05
	Logra	36,00	2,48	4	Logra/6C	+1,01	-
	6C	31,88	7,90	16	2C/6C	+2,20	0,05
1981	Pallas	54,25	2,22	4	Pallas/6C	+3,11	0,01
	Logra	42,25	2,06	4	Logra/6C	-0,58	-
	6C	44,63	5,99	16	2C/6C	+1,34	-

2) Respecto a los tratamientos nitrogenados, se comprueba que la mayor influencia sobre la producción de grano por planta se debe a la aplicación del fertilizante en sementera, a través del incremento en el número de espigas. Los restantes parámetros de la cosecha no experimentan variación apreciable con los tratamientos suministrados.

3.1.2.2. Estudio comparativo de la cosecha planta y parámetros en los tres años analizados.

En la Tabla 55 se recoge el estudio comparativo ("t" de Student) de la cosecha planta y parámetros en los años 1979, 1980 y 1981, acompañado de los respectivos porcentajes de aumento o disminución.

Del análisis estadístico realizado se puede deducir:

1) La cosecha por planta de los años 1980 y 1981 aumentó en relación a 1979 en el 85,1 y 75,9% respectivamente ( $P=0,001$ ; Tabla 55); este incremento fue debido casi en su totalidad a la elevación altamente significativa del número de espigas por planta ( $P=0,001$ ; Tabla 55). Por otra parte, la cosecha del año 1980 es superior a la de 1981 en el 5,3%, pero sin que existan diferencias estadísticas entre ellas.

2) En cuanto a las variedades, los porcentajes de incremento en las cosechas de los años 1980 y 1981 con respecto a 1979 son de índole diversa, existiendo diferencias significativas en todos los casos ( $P=0,05$  a  $0,001$ ; Tabla 55). Dichos aumentos fueron causados fundamentalmente por el número de espigas por planta, aunque en algún caso, como la variedad Pallas, la cual experimentó el mayor porcentaje de incremento de cosecha (114,6% en el año 1980 y 114,1% en 1981), también influyeron de forma significativa el número de granos por espiga y el peso de mil granos ( $P=0,05$  a  $0,001$ ; Tabla 55).

Se ha de tener en cuenta que los porcentajes de incremento en la cosecha son tanto mayores cuanto más se eleven cada uno de los tres parámetros que la componen, puesto que no solo intervienen los efectos simples, ya que no se trata de una mera suma, sino el de la interacción de los tres parámetros.

3) En relación a los tratamientos nitrogenados, el parámetro que influyó en mayor medida en la elevación de la cosecha de 1980 y 1981 respecto a 1979 fué el número de espigas por planta, con diferencias significativas en todos los casos ( $P=0,01$  a  $0,001$ ; Tabla 55); no encontrándose diferencias entre el resto de los parámetros. Entre los años 1980 y 1981 no existe variabilidad estadística apreciable en ninguno de los parámetros.

Se constata, por tanto, que el número de espigas por planta fué el componente de la cosecha más importante en el incremento de la producción de los años 1980 y 1981 respecto a 1979. Los dos parámetros restantes, salvo en casos determinados, influyeron sólo muy débilmente.

Tabla 55.- Ensayo N. Análisis de diferencias entre medias ("t" de Student) de la cosecha y parámetros en los años 1979, 1980 y 1981, acompañado de los porcentajes de aumento (+) o disminución (-).

EFECTO	RELAC	Cpl		Ne/pl		Ng/e		P1000g	
		%	NP	%	NP	%	NP	%	NP
TOTAL	80/79	+85,1	***	+70,9	***	+5,0	-	+2,8	-
	81/79	+75,9	***	+63,2	***	-1,8	-	+9,5	*
	80/81	+ 5,3	-	+ 5,0	-	+6,2	-	-6,0	-
VAR Pallas	80/79	+114,6	***	+50,9	**	+19,3	*	+20,4	***
	81/79	+114,1	***	+55,4	***	+11,4	-	+24,1	**
	80/81	+ 0,3	-	- 2,9	-	+7,1	-	-3,0	-
Astrix	80/79	+59,2	*	+92,7	***	-21,3	*	+0,6	-
	81/79	+56,4	*	+71,9	**	-32,7	***	+21,7	**
	80/81	+ 1,4	-	+12,1	-	+9,4	-	-17,3	**
Monlon	80/79	+86,0	**	+86,6	***	+7,7	-	-7,7	*
	81/79	+82,5	**	+73,1	***	+2,3	-	+3,0	-
	80/81	+ 1,9	-	+ 7,8	-	+5,3	-	-9,9	*
Logra	80/79	+105,6	**	+81,5	**	+7,3	-	+4,4	-
	81/79	+83,8	***	+62,3	***	+3,6	-	+8,3	-
	80/81	+11,9	-	+11,8	-	+3,6	-	-3,7	-
Albacete	80/79	+76,8	***	+72,9	***	+16,3	-	-13,2	**
	81/79	+66,9	**	+71,0	**	+6,8	-	-7,0	-
	80/81	+ 5,6	-	+ 1,1	-	+8,9	**	-5,0	-
H.Grignon	80/79	+88,0	***	+50,1	**	+8,2	-	+14,9	**
	81/79	+69,6	***	+49,5	***	+1,0	-	+11,4	*
	80/81	+10,7	-	+ 0,4	-	+7,2	-	-3,2	-
TRAT Ns <sup>1</sup> Nc <sup>1</sup>	80/79	+68,1	***	+63,6	***	+2,7	-	+0,3	-
	81/79	+62,8	**	+56,3	***	-4,2	-	+9,1	-
	80/81	+ 3,1	-	+ 4,9	-	+7,2	-	-8,1	-
Ns <sup>1</sup> Nc <sup>2</sup>	80/79	+68,3	**	+53,4	***	+6,2	-	+2,7	-
	81/79	+60,7	**	+42,7	***	+1,0	-	+12,2	-
	80/81	+ 4,7	-	+ 7,5	-	+5,2	-	-8,5	-
Ns <sup>2</sup> Nc <sup>1</sup>	80/79	+127,5	***	+92,1	***	+6,4	-	+7,7	-
	81/79	+116,8	***	+84,8	***	+3,4	-	+11,6	-
	80/81	+ 4,7	-	+ 4,0	-	+3,0	-	-3,5	-
Ns <sup>2</sup> Nc <sup>2</sup>	80/79	+85,2	***	+76,6	***	+4,9	-	+0,5	-
	81/79	+70,1	***	+71,5	***	-6,7	-	+5,2	-
	80/81	+ 8,4	-	+ 2,9	-	+12,4	-	-4,6	-

3.1.2.3. Contenido de nitrógeno en el grano.

Los valores de porcentaje de nitrógeno en la harina, por variedad y tratamiento en los años 1979, 1980 y 1981, así como sus respectivos análisis de varianza y mínimas diferencias significativas se incluyen en las Tablas 56 a 61.

Tabla 56.- Ensayo N 1979. Porcentaje de nitrógeno en el grano - en función de las variedades y tratamientos nitrogenados.

TRAT		VARIEDADES						Ex	$\bar{x}$
		Pallas	Astrix	Monlon	Logra	Albacete	HGrignon		
<sup>1</sup> Ns	<sup>1</sup> Nc	1,18	1,28	1,07	0,97	1,08	1,10	6,68	1,11
<sup>1</sup> Ns	<sup>2</sup> Nc	0,99	1,07	1,07	1,03	0,96	1,19	6,31	1,05
<sup>2</sup> Ns	<sup>1</sup> Nc	0,94	1,07	1,14	0,83	0,93	1,40	6,31	1,05
<sup>2</sup> Ns	<sup>2</sup> Nc	1,01	1,07	1,22	1,05	1,10	1,43	6,88	1,15
Ex		4,12	4,49	4,50	3,88	4,07	5,12		
$\bar{x}$		1,03	1,12	1,13	0,97	1,02	1,28		

Tabla 57.- Ensayo N 1979. Análisis de varianza y mínimas diferencias significativas.

Análisis de varianza:

FV	GL	SC	MC	Fc	NP
VAR	5	0,24	0,05	5,00	0,01
TRAT	Ns	1	0,002	0,002	0,20
	Nc	3	0,04	0,013	0,20
	Ns Nc	1	0,04	0,04	4,00
ERROR	15	0,17	0,01		
TOTAL	23	0,45			

Mínimas diferencias significativas:

<u>V</u>	<u>0,10</u>	<u>0,05</u>	<u>0,02</u>	<u>0,01</u>	<u>0,001</u>
VAR	0,124	0,151	0,184	0,208	0,288

Tabla 58.- Ensayo N 1980. Porcentaje de nitrógeno en el grano - en función de las variedades y tratamiengos nitroge- nados.

TRAT		VARIEDADES						Ex	$\bar{x}$
		Pallas	Astrix	Monlon	Logra	Albacete	HGrignon		
<sup>1</sup> NS	<sup>1</sup> Nc	1,67	1,67	1,73	1,25	1,65	1,81	9,78	1,63
<sup>1</sup> NS	<sup>2</sup> Nc	1,40	1,62	1,76	1,40	1,45	1,99	9,62	1,60
<sup>2</sup> NS	<sup>1</sup> Nc	1,70	1,81	1,95	1,35	1,35	1,99	10,15	1,69
<sup>2</sup> NS	<sup>2</sup> Nc	1,48	1,64	1,81	1,59	1,50	1,84	9,86	1,64
Ex		6,25	6,74	7,25	5,59	5,95	7,63		
$\bar{x}$		1,56	1,69	1,81	1,40	1,49	1,81		

Tabla 59.- Ensayo N 1980. Análisis de varianza y mínimas diferen- cias significativas.

Análisis de varianza:

FV	Gl	SC	MC	Fc	NP
VAR	5	0,77	0,15	10,22	0,001
TRAT	Ns	1	0,02	0,02	1,36
	Nc	3	0,03	0,03	0,68
	Ns Nc	1	0,001	0,001	0,07
ERROR	15	0,22	0,015		
TOTAL	23	1,02			

Mínimas diferencias significativas:

V	0,10	0,05	0,02	0,01	0,001
VAR	0,152	0,185	0,225	0,255	0,353

Tabla 60.- Ensayo N 1981. Porcentaje de nitrógeno en el grano - en función de las variedades y tratamientos nitrogenados.

TRAT		VARIEDADES						Ex	$\bar{x}$
		Pallas	Astrix	Monlon	Logra	Albacete	HGrignon		
1 Ns	1 Nc	1,56	1,56	1,61	1,64	1,33	1,59	9,29	1,55
1 Ns	2 Nc	1,56	1,59	1,87	1,62	1,70	1,93	10,27	1,71
2 Ns	1 Nc	1,96	1,93	1,85	1,55	1,90	1,53	10,72	1,79
2 Ns	2 Nc	1,64	1,50	1,87	1,51	1,87	1,64	10,03	1,67
Ex		6,72	6,58	7,20	6,32	6,80	6,69		
$\bar{x}$		1,68	1,65	1,80	1,58	1,70	1,67		

Tabla 61.- Ensayo N 1981. Análisis de varianza.

FV	GL	SC	MC	Fc	NP
VAR	5	0,11	0,02	0,67	-
TRAT	Ns	1	0,06	0,06	2,00
	Nc	3	0,18	0,06	0,01
	Ns Nc	1	0,11	0,11	3,66
ERROR	15	0,40	0,03		
TOTAL	23	0,69			

Del estudio estadístico efectuado se constata que el porcentaje de nitrógeno en el grano varía en función del genotipo - durante los años 1979 y 1980 ( $P=0,01$  a  $0,001$ ; Tablas 57 y 59). Obteniendo el menor contenido de nitrógeno aquellas variedades - que presentaron el número de espigas por planta más elevado (Pallas, Logra y Albacete).

En cuanto a los tratamientos nitrogenados, no se presentó variabilidad alguna en los tres años de estudio (Tablas 57, 59 y 61).

3.1.3. Influencia de los períodos de pre y post-antesis sobre la producción de grano.

Los estudios clásicos, realizados principalmente por investigadores pertenecientes a la escuela inglesa, han establecido que la producción final de grano puede ser explicada satisfactoriamente por la asimilación después de la emergencia de la espiga, es decir, por las variaciones de la duración de área foliar (LAD) y de la eficacia de dicha superficie foliar en la producción de grano (G) desde la antesis a la madurez, asignando una escasa importancia al periodo anterior a la floración (cf. 1.4.3.2., 1.4.3.3. y 2.3.4.).

Puesto que las condiciones ambientales de nuestra región son, en general, muy diferentes a las del Norte de Europa, se ha estimado conveniente analizar la producción de grano considerando tanto el periodo de postantesis (caracterizado por LAD y G) como el de pre-antesis (representado por la capacidad de almacenamiento potencial o número de granos por unidad de superficie, CAP). Para ello, se han realizado correlaciones lineales simples y múltiples entre cosecha grano, capacidad de almacenamiento potencial, duración del área foliar y eficiencia asimiladora durante la maduración.

En la Tabla 62 pueden observarse los coeficientes de correlación simples, parciales y múltiples para el total de los tres años de estudio. Los datos experimentales se recogen en las Tablas 63, 64 y 65.

Tabla 62.- Ensayo N. Coeficientes de correlación simples, parciales y múltiple anuales y total.

COEF.DE CORRELACION	1979	NP	1980	NP	1981	NP	TOTAL	NP
SIMPLES								
$r_{Cg-CAP}^=$	0,9635	***	0,8399	***	0,7423	***	0,9209	***
$r_{Cg-LAD}^=$	0,2202		0,2645		-0,0592		0,6982	***
$r_{Cg-G}^=$	0,3625		0,2117		0,3348		-0,2207	
$r_{Cg-Ne/m^2}^=$	0,6796	***	0,8492	***	0,9195	***	0,9146	***
$r_{Cg-Ng/e}^=$	0,1637		-0,3585		-0,4080		-0,0572	
PARCIALES								
$r_{Cg-LAD.CAP}^=$	-0,1463		0,1580		0,3368		0,5567	***
$r_{Cg-G.LAD.CAP}^=$	0,5462	**	0,7468	***	0,5989	**	0,4563	***
MULTIPLE								
R=	0,9751	***	0,9343	***	0,8630	***	0,9576	***



La capacidad de almacenamiento potencial se encuentra estrechamente relacionada con la cosecha grano, tal como indican sus coeficientes de correlación simples; mientras que la duración del área foliar y la eficiencia asimiladora durante la maduración sólo ejercen una ligera influencia sobre la producción final, como se comprueba por sus poco elevados coeficientes de correlación simples y parciales. Todo ello se confirma finalmente por la escasa elevación del coeficiente R al introducir LAD y G en la correlación múltiple (Tabla 62).

Este débil efecto de LAD y G sobre la cosecha grano podría ser explicado en base a las condiciones ambientales del Sur de España durante el periodo posterior a la antesis. Las elevadas temperaturas, alta radiación y escasez de agua precipitan la maduración y acortan las duraciones del área foliar; además, dichas condiciones ambientales son muy constantes de unos años a otros, induciendo escasas variaciones en el peso medio de los granos y, por tanto, en la cosecha final. Por último, es necesario mencionar que en el presente estudio no se tuvieron en cuenta la superficie asimiladora de otros órganos distintos a las hojas, especialmente la fotosíntesis de las espigas.

La capacidad de almacenamiento potencial está condicionada por dos variables: número de espigas por  $m^2$  y número de granos por espiga. Como se observa (Tabla 62), el número de espigas por  $m^2$  es el componente de CAP que ejerce una influencia decisiva sobre la cosecha, mientras que el número de granos por espiga no presenta variabilidad alguna:

$$r_{C_g^P - Ne/m^2} = 0,9146 \quad ***$$

$$r_{C_g^P - Ng/e} = -0,0572$$

Por tanto, en las condiciones de nuestra zona durante los tres años ensayados, las cosechas grano estuvieron condicionadas fundamentalmente por el periodo anterior a la emergencia de la espiga, en especial por la variación en el número de espigas por  $m^2$  y sólo en muy pequeña proporción por LAD y G desde antes a madurez.

Los resultados anteriores confirman lo expuesto en el estudio de la cosecha y parámetros (cf. 3.1.2.) de que las aplicaciones de nitrógeno en sementera son las de mayor influencia en la producción final, debido a su efecto sobre el número de ahijamientos y, por tanto, sobre la capacidad de almacenamiento potencial.

Tabla 63.- Ensayo N 1979. Influencia de los periodos de pre y - post-antesis sobre la cosecha grano.

DATOS EXPERIMENTALES

<u>VAR Y TRAT</u>	<u>Cg</u>	<u>CAP</u>	<u>LAD</u>	<u>G</u>	<u>Ne/m<sup>2</sup></u>	<u>Ng/e</u>
Pallas						
Ns <sup>1</sup> Nc <sup>1</sup>	11,3	3620,21	3,53	32,01	145,39	24,9
Ns <sup>1</sup> Nc <sup>2</sup>	11,0	3718,21	2,53	43,48	184,07	20,2
Ns <sup>2</sup> Nc <sup>1</sup>	5,8	2031,12	4,68	12,39	112,84	18,0
Ns <sup>2</sup> Nc <sup>2</sup>	10,1	3536,00	1,92	52,60	170,00	20,8
Astrix						
Ns <sup>1</sup> Nc <sup>1</sup>	30,2	7960,05	3,98	75,88	232,75	34,2
Ns <sup>1</sup> Nc <sup>2</sup>	28,4	7007,36	2,91	97,59	199,64	35,1
Ns <sup>2</sup> Nc <sup>1</sup>	24,7	5999,62	3,64	67,86	161,28	37,2
Ns <sup>2</sup> Nc <sup>2</sup>	24,9	6050,90	4,17	59,71	155,55	38,9
Monlon						
Ns <sup>1</sup> Nc <sup>1</sup>	31,8	7416,75	4,51	70,51	232,50	31,9
Ns <sup>1</sup> Nc <sup>2</sup>	26,7	6154,95	3,09	86,41	227,12	27,1
Ns <sup>2</sup> Nc <sup>1</sup>	24,3	5628,45	3,13	77,64	235,50	23,9
Ns <sup>2</sup> Nc <sup>2</sup>	28,4	6382,80	3,43	82,80	162,00	39,4
Logra						
Ns <sup>1</sup> Nc <sup>1</sup>	26,5	7087,22	2,89	91,70	344,04	20,6
Ns <sup>1</sup> Nc <sup>2</sup>	20,3	5997,60	3,44	59,01	238,00	25,2
Ns <sup>2</sup> Nc <sup>1</sup>	22,0	6304,72	3,06	71,90	316,82	19,9
Ns <sup>2</sup> Nc <sup>2</sup>	21,7	5725,33	3,39	64,01	295,12	19,4
Albacete						
Ns <sup>1</sup> Nc <sup>1</sup>	35,4	8287,23	2,53	139,92	290,78	28,5
Ns <sup>1</sup> Nc <sup>2</sup>	23,5	5934,52	3,56	66,01	230,02	25,8
Ns <sup>2</sup> Nc <sup>1</sup>	16,3	4174,80	1,14	142,98	196,00	21,3
Ns <sup>2</sup> Nc <sup>2</sup>	21,1	5254,80	1,11	190,09	174,00	30,2
H. Grignon						
Ns <sup>1</sup> Nc <sup>1</sup>	32,0	7450,40	3,30	96,97	268,00	27,8
Ns <sup>1</sup> Nc <sup>2</sup>	26,5	5892,80	2,67	99,25	232,00	25,4
Ns <sup>2</sup> Nc <sup>1</sup>	14,9	3616,39	1,08	137,96	149,00	35,5
Ns <sup>2</sup> Nc <sup>2</sup>	20,5	4698,00	2,15	95,35	174,00	27,0



Tabla 64.- Ensayo N 1980. Influencia de los periodos de pre y post-antesis sobre la cosecha grano.

DATOS EXPERIMENTALES

VAR y TRAT	Cg	CAP	LAD	G	Ne/m <sup>2</sup>	Ng/e
Pallas						
Ns <sup>1</sup> Nc <sup>1</sup>	35,5	10055,10	6,26	56,71	363,00	27,7
Ns <sup>1</sup> Nc <sup>2</sup>	46,5	12728,18	8,38	55,49	532,56	23,9
Ns <sup>2</sup> Nc <sup>1</sup>	40,5	11678,10	6,88	58,87	469,00	24,9
Ns <sup>2</sup> Nc <sup>2</sup>	41,5	11711,03	7,65	54,25	496,23	23,6
Astrix						
Ns <sup>1</sup> Nc <sup>1</sup>	42,0	10329,60	9,45	44,44	384,00	26,9
Ns <sup>1</sup> Nc <sup>2</sup>	34,0	8351,20	9,24	36,80	256,96	32,5
Ns <sup>2</sup> Nc <sup>1</sup>	35,5	8893,75	6,86	51,75	266,28	33,4
Ns <sup>2</sup> Nc <sup>2</sup>	37,0	9141,91	9,30	39,78	337,34	27,1
Monlon						
Ns <sup>1</sup> Nc <sup>1</sup>	40,0	10038,60	8,21	48,72	286,00	35,1
Ns <sup>1</sup> Nc <sup>2</sup>	34,0	8553,60	7,95	42,77	297,00	28,8
Ns <sup>2</sup> Nc <sup>1</sup>	35,0	8073,22	8,01	43,70	315,36	25,6
Ns <sup>2</sup> Nc <sup>2</sup>	38,5	10064,44	9,28	41,49	237,93	42,3
Logra						
Ns <sup>1</sup> Nc <sup>1</sup>	37,5	10139,85	7,26	51,65	482,85	21,0
Ns <sup>1</sup> Nc <sup>2</sup>	33,0	8763,00	5,27	62,62	381,00	23,0
Ns <sup>2</sup> Nc <sup>1</sup>	35,0	9605,67	5,21	67,18	407,02	23,6
Ns <sup>2</sup> Nc <sup>2</sup>	38,5	9784,07	6,00	64,17	412,83	23,7
Albacete						
Ns <sup>1</sup> Nc <sup>1</sup>	32,0	9184,00	10,48	30,53	287,00	32,0
Ns <sup>1</sup> Nc <sup>2</sup>	31,0	8798,63	8,40	36,90	296,25	29,7
Ns <sup>2</sup> Nc <sup>1</sup>	32,0	8385,16	7,71	41,50	280,44	29,9
Ns <sup>2</sup> Nc <sup>2</sup>	33,0	9507,38	7,67	43,02	303,75	31,3
H. Grignon						
Ns <sup>1</sup> Nc <sup>1</sup>	33,5	6995,25	7,67	43,68	234,74	29,8
Ns <sup>1</sup> Nc <sup>2</sup>	34,0	6995,30	6,79	50,07	227,12	30,8
Ns <sup>2</sup> Nc <sup>1</sup>	32,5	6123,04	7,99	40,68	215,60	28,4
Ns <sup>2</sup> Nc <sup>2</sup>	27,5	5702,59	4,33	63,51	157,53	36,2

Tabla 65.- Ensayo N 1981. Influencia de los periodos de pre y - post-antesis sobre la cosecha grano.

DATOS EXPERIMENTALES

VAR y TRAT	Cg	CAP	LAD	G	Ne/m <sup>2</sup>	Ng/e
Pallas						
N <sub>S</sub> <sup>1</sup> N <sub>C</sub> <sup>1</sup>	52,0	14846,10	6,80	76,47	642,69	23,1
N <sub>S</sub> <sup>1</sup> N <sub>C</sub> <sup>2</sup>	53,0	13933,40	7,00	75,71	598,00	23,3
N <sub>S</sub> <sup>2</sup> N <sub>C</sub> <sup>1</sup>	55,0	13660,40	5,75	95,65	591,36	23,1
N <sub>S</sub> <sup>2</sup> N <sub>C</sub> <sup>2</sup>	57,0	17464,80	7,80	73,08	727,70	24,0
Astrix						
N <sub>S</sub> <sup>1</sup> N <sub>C</sub> <sup>1</sup>	47,0	9618,80	10,50	44,76	337,50	28,5
N <sub>S</sub> <sup>1</sup> N <sub>C</sub> <sup>2</sup>	48,0	10973,30	15,85	30,28	387,75	28,3
N <sub>S</sub> <sup>2</sup> N <sub>C</sub> <sup>1</sup>	39,0	7531,70	12,80	30,47	289,68	26,0
N <sub>S</sub> <sup>2</sup> N <sub>C</sub> <sup>2</sup>	36,0	6994,80	12,90	27,91	261,00	26,8
Monlon						
N <sub>S</sub> <sup>1</sup> N <sub>C</sub> <sup>1</sup>	50,0	11026,00	13,35	37,45	372,50	29,6
N <sub>S</sub> <sup>1</sup> N <sub>C</sub> <sup>2</sup>	40,0	8632,10	12,55	31,87	283,02	30,5
N <sub>S</sub> <sup>2</sup> N <sub>C</sub> <sup>1</sup>	43,0	9660,10	10,70	40,19	288,36	33,5
N <sub>S</sub> <sup>2</sup> N <sub>C</sub> <sup>2</sup>	42,0	9782,10	11,05	38,01	309,56	31,6
Logra						
N <sub>S</sub> <sup>1</sup> N <sub>C</sub> <sup>1</sup>	40,0	10317,50	5,65	70,80	491,31	21,0
N <sub>S</sub> <sup>1</sup> N <sub>C</sub> <sup>2</sup>	41,0	9951,30	4,60	89,13	456,48	21,8
N <sub>S</sub> <sup>2</sup> N <sub>C</sub> <sup>1</sup>	44,0	12437,20	5,00	88,00	562,77	22,1
N <sub>S</sub> <sup>2</sup> N <sub>C</sub> <sup>2</sup>	44,0	10728,10	4,75	92,63	462,42	23,2
Albacete						
N <sub>S</sub> <sup>1</sup> N <sub>C</sub> <sup>1</sup>	50,0	12308,10	9,90	50,51	437,46	28,3
N <sub>S</sub> <sup>1</sup> N <sub>C</sub> <sup>2</sup>	55,0	12787,50	15,10	36,42	465,00	27,5
N <sub>S</sub> <sup>2</sup> N <sub>C</sub> <sup>1</sup>	36,0	12030,50	10,10	35,64	431,20	27,9
N <sub>S</sub> <sup>2</sup> N <sub>C</sub> <sup>2</sup>	40,0	10837,00	11,65	34,34	371,13	29,2
H. Grignon						
N <sub>S</sub> <sup>1</sup> N <sub>C</sub> <sup>1</sup>	52,0	10823,60	12,75	40,78	356,04	30,4
N <sub>S</sub> <sup>1</sup> N <sub>C</sub> <sup>2</sup>	52,0	10762,40	10,90	47,71	372,40	28,9
N <sub>S</sub> <sup>2</sup> N <sub>C</sub> <sup>1</sup>	42,0	8008,80	8,95	46,93	282,00	28,4
N <sub>S</sub> <sup>2</sup> N <sub>C</sub> <sup>2</sup>	42,0	9711,30	14,15	29,68	333,72	29,1

3.1.4. Evolución del número de ahijamientos por planta a lo largo del desarrollo del cultivo.

Los resultados obtenidos en los apartados anteriores, donde las variaciones de cosecha se debían fundamentalmente al número final de espigas, hacen necesario realizar un análisis de la dinámica del ahijamiento en función de las variedades y tratamientos nitrogenados, cuyos valores, en los tres años de estudio, se indican en las Tablas 66 y 67.

Abreviaturas utilizadas en este apartado:

Ah= Ahijamientos

Ah.E= Ahijamientos con espiga

Nº T Ah= Número total de ahijamientos

Nº Ah<1/3= Número de ahijamientos con longitud inferior a la tercera parte de la del tallo principal

%Ah<1/3= Porcentaje de ahijamientos con longitud inferior a la tercera parte de la del tallo principal

%Ah per= Porcentaje de ahijamientos perdidos desde el estadio 8-9

Como puede observarse (Tablas 66 y 67), en las primeras etapas del desarrollo el número de ahijamientos por planta incrementa progresivamente hasta alcanzar el estadio 8-9 de Feekes, a partir del cual disminuye en forma variable para cada genotipo. Dicho estadio corresponde al final del encañado y probablemente constituye una etapa crítica en la evolución de los tallos hijos para la formación de espigas. En efecto, en esta fase de crecimiento parece existir una longitud mínima, dependiente de la del tallo principal, por debajo de la cual los ahijamientos presentan una capacidad de espigado muy limitada.

En las Tablas 68 y 69 se detallan, en función de la variedad y de los tratamientos, el número total de ahijamientos en el estadio 8-9, el número y porcentaje de ahijamientos con longitud inferior a la tercera parte de la del tallo principal, así como el valor medio de los ahijamientos por planta en dicho estadio. Por último, se expone la media final de ahijamientos con espiga y el porcentaje de hijos que no formaron espiga con respecto a los del estadio 8-9. Todo ello durante los años 1980 y 1981, ya que las longitudes de tallos y ahijamientos no fueron registradas en el año 1979.

Tabla 66.- Ensayo N. Evolución del número medio de ahijamientos por planta a lo largo del desarrollo en función del genotipo.

VAR Y AÑO	ESTADIOS FENOLOGICOS									
	1-3	4-5	6-7	8-9	10		11.1-11.2		11.4	
	Ah	Ah	Ah	Ah	Ah	Ah.E	Ah	Ah.E	Ah.E	
Pallas	1979	-	2,21	-	2,25	1,25	0,79	1,54	1,47	1,29
	1980	2,29	3,08	4,46	2,54	2,50	1,88	2,42	2,38	2,46
	1981	4,47	-	-	2,63	2,50	1,10	2,70	2,30	2,55
Astrix	1979	-	3,04	-	3,08	1,21	0,46	1,13	1,00	0,61
	1980	2,42	2,51	3,71	3,25	1,92	1,50	1,92	1,83	2,11
	1981	4,00	-	-	3,25	2,19	1,37	2,00	1,63	1,85
Monlon	1979	-	5,00	-	3,33	1,46	1,00	1,46	1,42	0,54
	1980	2,63	2,75	3,71	3,46	1,88	1,58	1,88	1,80	1,88
	1981	5,17	-	-	3,42	3,08	1,50	2,10	1,67	1,74
Logra	1979	-	2,00	-	1,83	1,67	1,46	1,38	1,29	1,04
	1980	2,29	3,25	3,75	3,38	2,78	1,38	2,67	2,58	2,71
	1981	4,47	-	-	2,96	2,17	1,33	2,58	2,57	2,39
Albacete	1979	-	4,63	-	2,88	1,79	1,42	1,50	1,46	1,09
	1980	3,29	4,15	5,12	4,21	2,96	1,59	2,96	2,96	2,61
	1981	6,47	-	-	4,63	3,17	1,80	3,13	2,43	2,68
H.Grignon	1979	-	6,13	-	4,75	1,46	1,00	1,46	1,42	0,92
	1980	1,75	2,50	3,04	2,96	1,58	1,04	1,84	1,76	1,87
	1981	4,17	-	-	2,54	2,33	1,50	2,29	1,97	1,91

Tabla 67.- Ensayo N. Evolución del número medio de ahijamientos por planta a lo largo del desarrollo en función de los tratamientos nitrogenados.

TRAT Y AÑO	ESTADIOS FENOLOGICOS									
	1-3	4-5	6-7	8-9	10		11.1-11.2		11.4	
	Ah	Ah	Ah	Ah	Ah	Ah.E	Ah	Ah.E	Ah.E	
Ns <sup>1</sup> Nc <sup>1</sup>	1979	-	2,99	-	2,92	1,50	1,14	1,44	1,31	0,83
	1980	2,72	3,30	3,67	3,08	1,98	1,28	2,20	2,17	2,00
	1981	4,78	-	-	2,92	2,22	1,11	2,19	1,83	1,86
Ns <sup>1</sup> Nc <sup>2</sup>	1979	-	4,06	-	3,03	2,33	1,39	1,56	1,53	1,06
	1980	2,47	3,00	3,27	3,22	2,22	1,42	2,31	2,20	2,16
	1981	4,39	-	-	3,03	3,03	1,50	2,50	1,92	1,94
Ns <sup>2</sup> Nc <sup>1</sup>	1979	-	4,11	-	2,50	1,81	1,00	1,08	1,00	0,77
	1980	2,47	2,72	3,45	3,34	2,43	1,50	2,39	2,19	2,40
	1981	4,86	-	-	3,47	3,46	1,47	2,72	1,94	2,27
Ns <sup>2</sup> Nc <sup>2</sup>	1979	-	3,83	-	3,59	1,19	0,94	1,53	1,53	1,00
	1980	2,11	3,16	3,36	3,59	2,56	1,19	2,37	2,31	2,53
	1981	4,86	-	-	3,53	2,57	1,50	2,49	2,56	2,43

Tabla 68.- Ensayo N. Exito del ahijamiento por variedad y año a partir de final del encañado (estadio 8-9).

VAR Y AÑO	ESTADIO 8-9				COSECHA		
	$\bar{x}$ Ah	NºTAh	NºAh<1/3	%Ah<1/3	$\bar{x}$ Ah.E	%Ah perd	
Pallas	1980	2,54	61	4	6,56	2,46	3,15
	1981	2,63	63	6	9,52	2,55	2,85
Astrix	1980	3,25	78	25	32,05	2,11	32,55
	1981	3,25	78	34	43,59	1,85	43,08
Monlon	1980	3,46	83	42	43,37	1,88	45,66
	1981	3,42	82	40	48,78	1,74	49,12
Logra	1980	3,42	82	16	19,51	2,71	20,66
	1981	2,96	71	16	22,54	2,39	19,26
Albacete	1980	4,21	101	40	39,60	2,61	38,00
	1981	4,63	111	48	43,24	2,68	42,01
HGrignon	1980	2,96	71	25	35,25	1,87	36,77
	1981	2,54	61	17	27,87	1,91	24,80

Tabla 69.- Ensayo N. Exito del ahijamiento por tratamiento y año a partir de final del encañado (estadio 8-9).

TRAT Y AÑO	ESTADIO 8-9				COSECHA		
	$\bar{x}$ Ah	NºTAh	NºAh<1/3	%Ah<1/3	$\bar{x}$ Ah.E	%Ah perd	
N <sub>s</sub> <sup>1</sup> N <sub>c</sub> <sup>1</sup>	1980	3,08	111	38	34,23	2,00	35,17
	1981	2,92	105	36	34,29	1,86	36,19
N <sub>s</sub> <sup>1</sup> N <sub>c</sub> <sup>2</sup>	1980	3,22	116	38	32,76	2,16	32,92
	1981	3,03	109	38	34,86	1,94	35,97
N <sub>s</sub> <sup>2</sup> N <sub>c</sub> <sup>1</sup>	1980	3,34	120	37	30,83	2,40	27,99
	1981	3,47	125	44	35,20	2,27	34,65
N <sub>s</sub> <sup>2</sup> N <sub>c</sub> <sup>2</sup>	1980	3,59	129	39	30,23	2,53	29,53
	1981	3,53	127	43	33,86	2,43	35,69

El examen de las Tablas 68 y 69 permite establecer que - en el estadio 8-9 aquellos ahijamientos cuya longitud sea inferior a la tercera parte de la del tallo principal no formarán - espiga, lo que se pone de manifiesto por la estrecha correspondencia entre el porcentaje de ahijamientos con longitud inferior al mínimo fijado y el de pérdida de ahijamientos final en relación a dicho estadio.



Cada una de las variedades se comporta en ambos años de un modo muy similar, partiendo de valores medios de ahijamiento semejantes en el estadio 8-9 y alcanzando la época de recogida sin grandes diferencias en el número medio de tallos hijos con espiga (Tabla 68).

Las variedades Pallas, Logra y Albacete muestran el mayor número medio de espigas por planta, con diferencias estadísticamente significativas frente al resto (Tablas 37 y 47). En ellas el éxito del ahijamiento se ha debido a causas distintas:

- Pallas y Logra, especialmente la primera ya que presentó considerablemente menos hijos en el estadio 8-9 en ambos años (2,54 y 2,63; Tabla 68), a un pequeño porcentaje de pérdida de ahijamientos (Pallas= 3,15% y 2,85%; Logra= 20,66% y 19,26%; Tabla 68).

- Albacete, sin embargo, perdió tallos hijos en medida similar al resto de las variedades de seis carreras (38% y 42,01%; Tabla 68), pero partía de los valores medios más elevados en el estadio 8-9 (4,21 y 4,63; Tabla 68).

Las variedades de seis carreras Astrix, Monlon y Hâtif de Grignon, originaron los valores medios más bajos de espigas por planta, sin notables diferencias entre ellos (Tablas 37 y 47). Hâtif de Grignon ahijó poco en ambos años (2,96 y 2,54; Tabla 68), perdiendo hijos en relativamente pequeña medida (36,77% y 24,80%; Tabla 68). Monlon y Astrix presentaron comportamiento muy similar, ahijando medianamente (Monlon= 3,46 y 3,42; Astrix= 3,25 y 3,25; Tabla 68) y con pérdidas acusadas (Monlon= 45,66% y 49,12%; Astrix= 32,55% y 43,08%; Tabla 68).

En el caso de los tratamientos nitrogenados, puede observarse (Tabla 69) que el número medio de ahijamientos que alcanzan el final del encañado está determinado por el nivel de fertilización en sementera, y que a partir de este estadio de desarrollo todas las parcelas sufren pérdidas muy similares en los dos años estudiados, independientemente de las dosis utilizadas en cobertera.

Tabla 70.- Ensayo N. Datos climáticos desde el estadio 1 a 8-9 durante los años 1980 y 1981.

FECHA	AÑO	T.Máx.	T.Mín.	T.Med.	Pluv.total	Insol.%
20III-10IV	1980	17,0	6,4	11,7	61,9	55,5
	1981	19,0	6,0	12,5	63,7	56,6

De la dinámica del ahijamiento en los años 1980 y 1981 puede deducirse que:

a) Existen dos factores fundamentales para el éxito de los tallos hijos en la producción de espigas:

- Número de ahijamientos que alcancen el estadio 8-9 de Feekes.
- Porcentaje de pérdida de dichos ahijamientos desde este estadio crítico.

b) Aquellos ahijamientos que al final del encañado presenten una longitud superior a la tercera parte de la del tallo principal darán lugar a espiga.

c) Los tratamientos nitrogenados de cobertera (tardía) efectuados no disminuyen los porcentajes de pérdida de ahijamientos en el estadio 8-9, ya que en todos ellos se producen descensos muy similares. La producción de espigas dependerá, por tanto, del número de hijos en la etapa crítica, lo cual sí se encuentra bajo la influencia del fertilizante en sementera y muy probablemente del nitrógeno en cobertera temprana.

d) Los porcentajes de pérdida de ahijamientos parecen depender del carácter varietal y de las condiciones climáticas. Las variedades muestran entre sí diferencias apreciables en la pérdida de tallos hijos, lo que se puede atribuir a los distintos genotipos; sin embargo, consideradas individualmente presentan pérdidas muy similares en los dos años, debido posiblemente a que las condiciones climáticas desde el estadio 1 a 8-9 de Feekes (20III- 10IV) fueron también muy semejantes en ambos años (Tabla 70).

### 3.1.5. Estimación de algunos valores primarios por métodos indirectos.

La medida directa de varios de los parámetros utilizados en los estudios de Análisis del Crecimiento y Productividad de cereales constituye un proceso lento y laborioso, particularmente agudizado cuando se dispone de un elevado número de muestras vegetales. Por este motivo, la utilización de métodos indirectos que permitan su estimación de una manera rápida y con el mínimo margen de error posible, presentan notables ventajas de índole práctica.

Los dos apartados siguientes se dedicarán a la exposición de los resultados obtenidos para el caso de la superficie foliar y el número de granos por espiga, respectivamente.

#### 3.1.5.1. Resultados del método indirecto para la determinación de la superficie foliar.

Se han estudiado estadísticamente las posibles relaciones existentes entre la superficie foliar, peso seco de hojas y peso seco total (excluyendo las raíces) por planta en las seis variedades ensayadas, a lo largo de todos los estadios de desarrollo durante el período 1979-1981.

La Tabla 71 recoge los valores de los coeficientes de correlación lineales del área foliar frente a peso de hojas y peso seco total, para el conjunto de las seis variedades y de los tres años de estudio, en forma acumulativa durante los sucesivos estadios fenológicos del cultivo; encontrándose su representación en la Gráfica 7.

Es importante resaltar que, independientemente de la variedad y estadio fenológico, la relación entre la superficie foliar y el peso seco de las hojas no sufre prácticamente ningún cambio, es decir, el área foliar específica (SLA) se mantiene constante a lo largo del desarrollo del cultivo. Estos resultados no concuerdan con los de WATSON (1937), el cual afirma que SLA disminuye con el incremento en peso de las hojas, ya que al aumentar el área foliar también lo hace el grosor; sin embargo, soportan la conclusión de AASE (1978) para el estadio 5 de trigo de invierno. Según BLACKMAN (1956), los factores ambientales que modifican SLA son fundamentalmente luz y temperatura, y aunque en nuestra zona los tres años de estudio presentaron precipitaciones variables, luz y temperatura fueron muy constantes (Tabla 72).

En el caso del peso seco total, los coeficientes de correlación obtenidos presentan una magnitud similar a los del peso seco de hojas hasta el estadio 8-9 de Feekes (Tabla 71). Este estadio crítico, como se señaló anteriormente, corresponde al final del encañado y máximo desarrollo de tallos y vainas, órga

Tabla 71.- Ensayo N. Coeficientes de correlación acumulativos - SF-PSH y SF-PSTo en los sucesivos estadios de crecimiento para el conjunto de las seis variedades durante el periodo 1979-81.

CORRELACION	ESTADIOS FENOLOGICOS						TOTAL
	1-3	4	5	6-7	8-9	10	
Coeficientes:							
$r_{SF-PSH}$	0,9531	0,8969	0,9482	0,9699	0,9758	0,9654	0,9574
$r_{SF-PSTo}$	0,9522	0,8902	0,9477	0,9692	0,9305	0,7071	0,2716
Nº de datos	324	468	612	900	1368	1836	2272

Gráfica 7.- Ensayo N. Cambios en los coeficientes de correlación SF-PSTo en los sucesivos estadios de crecimiento para el conjunto de las seis variedades durante el periodo 1979-1981.

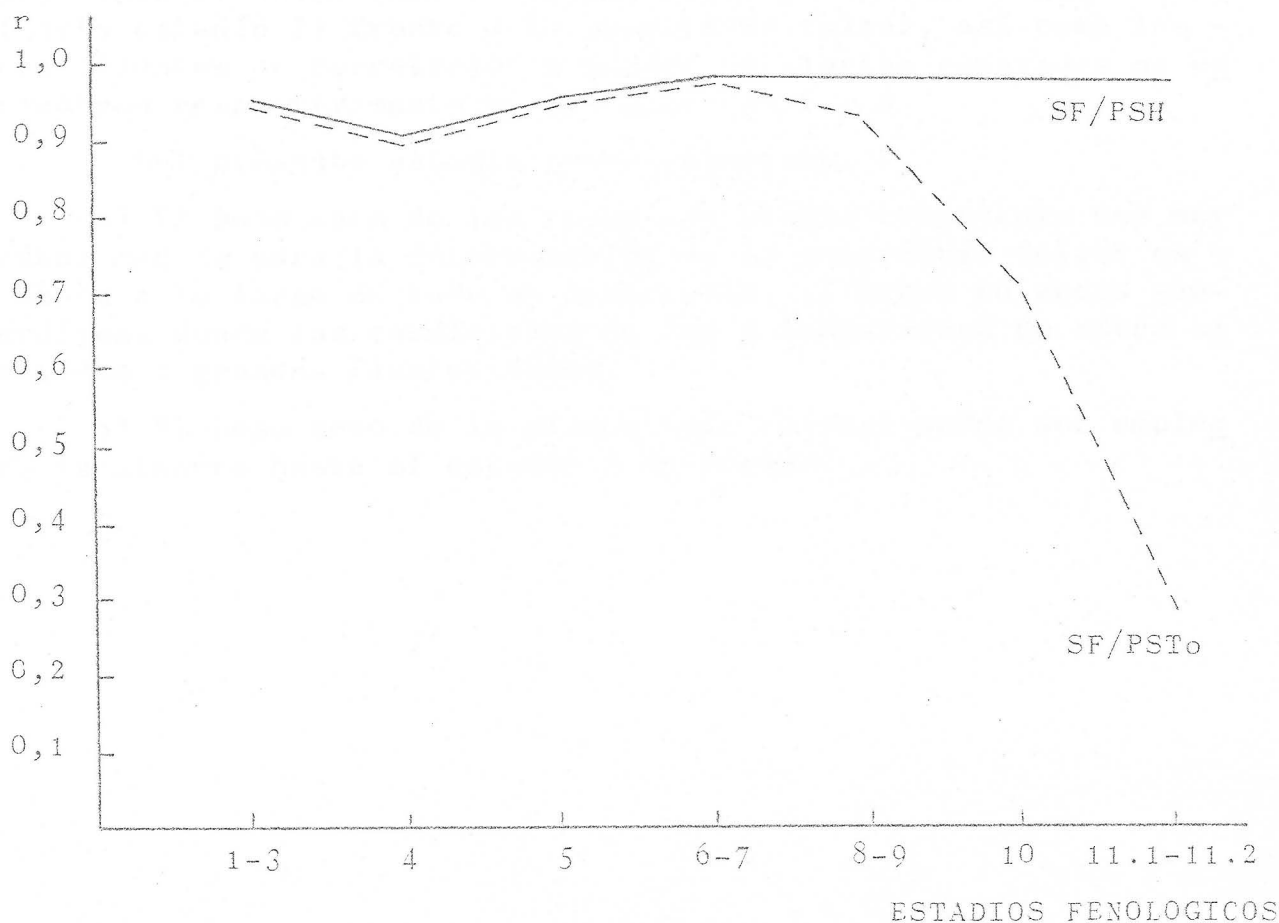


Tabla 72.- Ensayo N. Datos climáticos desde estadio 1 a 11.2 durante los años 1979, 1980 y 1981.

<u>FECHA</u>	<u>AÑO</u>	<u>T.max.</u>	<u>T.min.</u>	<u>T.med.</u>	<u>Pluv.Total</u>	<u>Insol.%</u>
	1979	17,3	6,9	12,1	234,3	55,7
20III-31V	1980	17,7	7,5	12,6	138,2	58,4
	1981	18,4	5,8	12,1	157,9	58,4

nos fotosintéticamente activos en cebada y que contribuyen considerablemente a la fotosíntesis total. Esto podría indicar que hasta el momento, el crecimiento de la planta depende fundamentalmente de la asimilación realizada por las hojas y que a partir de dicho estadio, la influencia de vainas, tallos y espigas aumenta gradualmente, como parece demostrarse por la caída de los coeficientes de correlación (Gráfica 7).

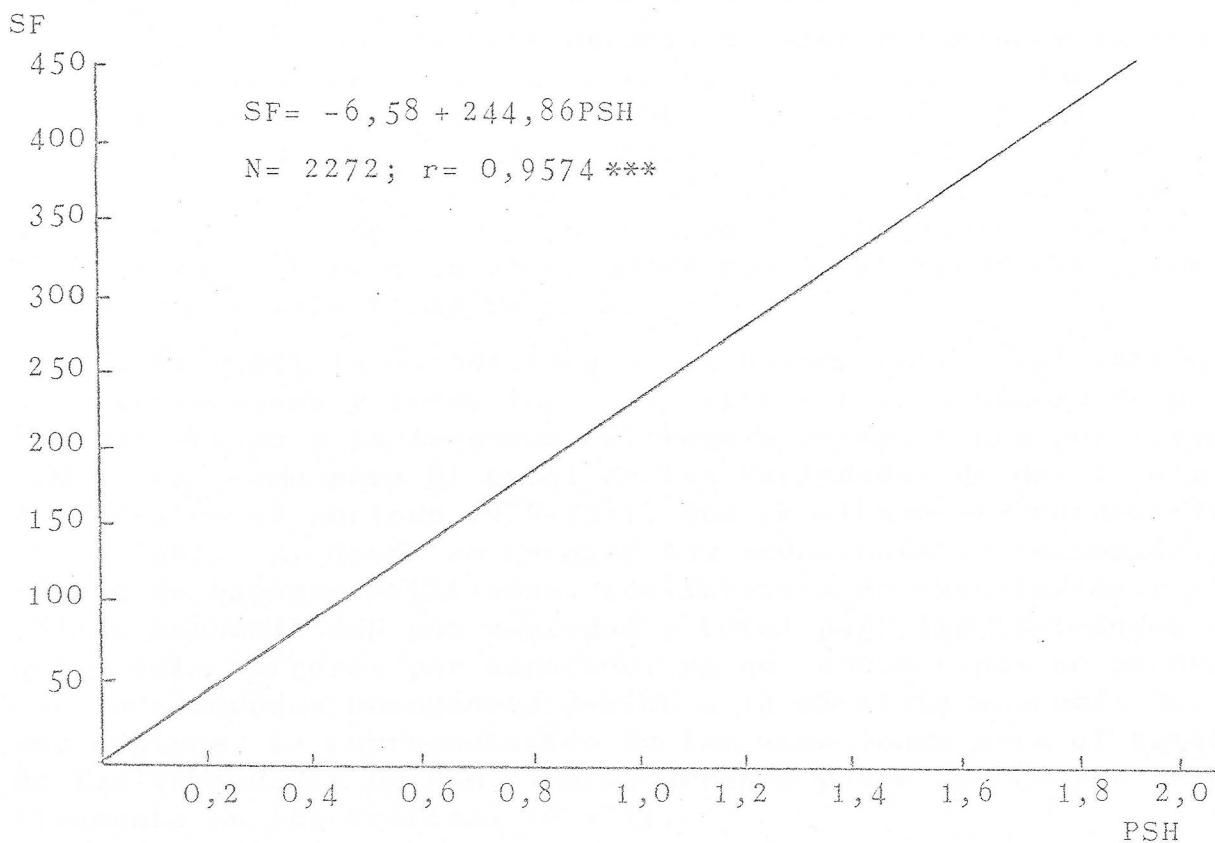
La representación de las ecuaciones de regresión para el peso seco de hojas (hasta estadio 11.2) y la materia seca total (hasta estadio 7) frente a la superficie foliar, así como los coeficientes de correlación y número de plantas ensayadas se encuentran respectivamente en las Gráficas 8 y 9.

Del presente estudio puede deducirse:

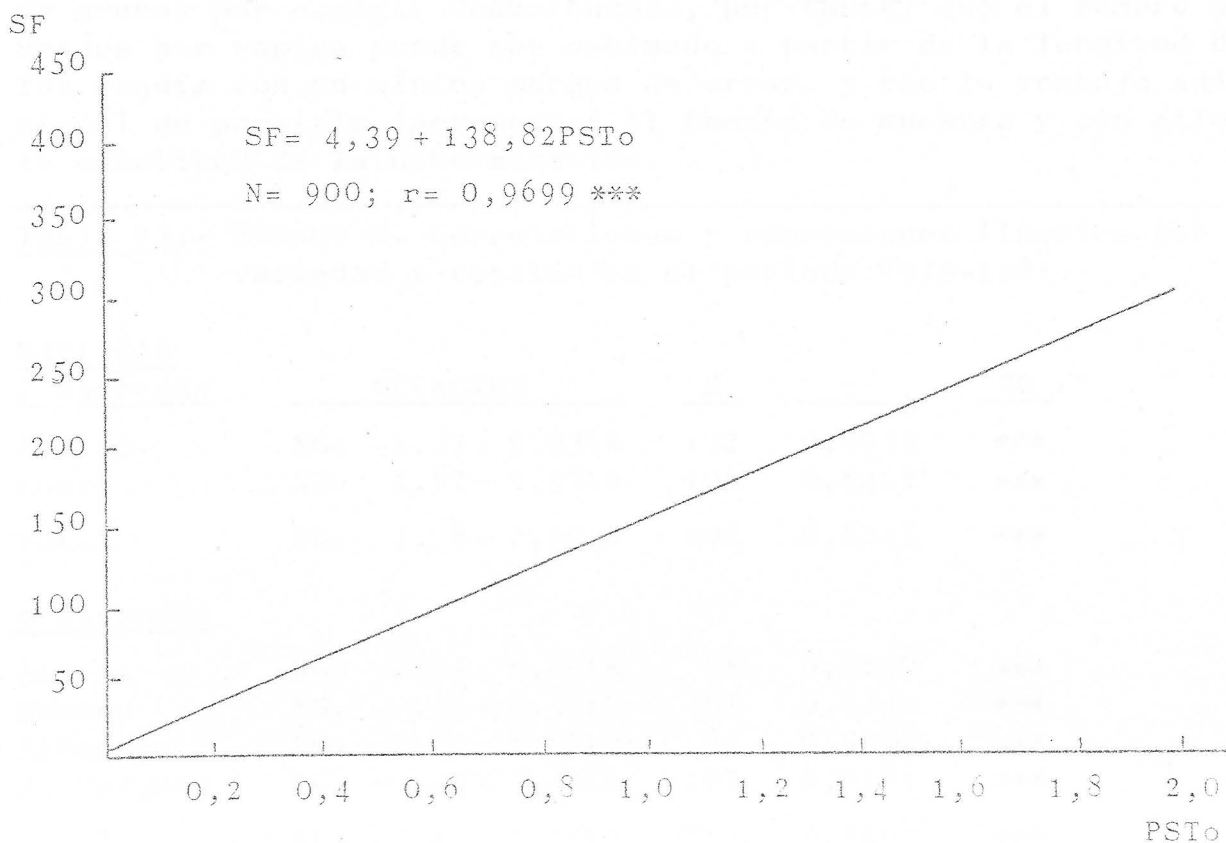
a) El peso seco de las hojas por planta constituye una muy buena medida para la determinación de la superficie foliar en cebada a lo largo de todo su desarrollo, al menos en zonas geográficas donde las condiciones de luz y temperatura no estén sometidas a grandes fluctuaciones.

b) El peso seco de la planta (sin raíces) puede ser empleado igualmente hasta el estadio 7 de Feekes.

Gráfica 8.- Ensayo N. Ecuación de regresión superficie foliar-  
peso seco de hojas por planta.



Gráfica 9.- Ensayo N. Ecuación de regresión superficie foliar-  
peso seco total (sin raíces) por planta.



3.1.5.2. Resultados del método indirecto para la determinación del número de granos por espiga.

La finalidad de este estudio ha sido establecer la proporción de granos por unidad de longitud de raquis, basándose en la propiedad de las espigas de cebada de poseer espiguillas con una sola flor y dispuestas en grupos de tres a lo largo del eje de la inflorescencia (cf. 1.3.2.2.). Esta característica implica que el número de granos por espiga sea razonablemente constante para una determinada longitud de raquis y dependiente, por tanto, del tamaño final de la espiga.

El análisis estadístico se ha basado en la realización de correlaciones y regresiones lineales entre el número de granos por espiga y la longitud del raquis en cm, tanto por variedad y año, como para el total de las variedades de dos y seis carreras en el periodo 1979-1981. Sus resultados se encuentran en la Tabla 73, donde se recogen las ecuaciones de regresión, número de espigas utilizadas, coeficientes de correlación y nivel de probabilidad por variedad y total para las variedades de dos y seis carreras por separado, ya que ambos tipos no pueden ser considerados homogéneos debido a la distinta anatomía de sus espigas. La representación de las ecuaciones para el total de las variedades de dos y seis carreras puede observarse respectivamente en las Gráficas 10 y 11.

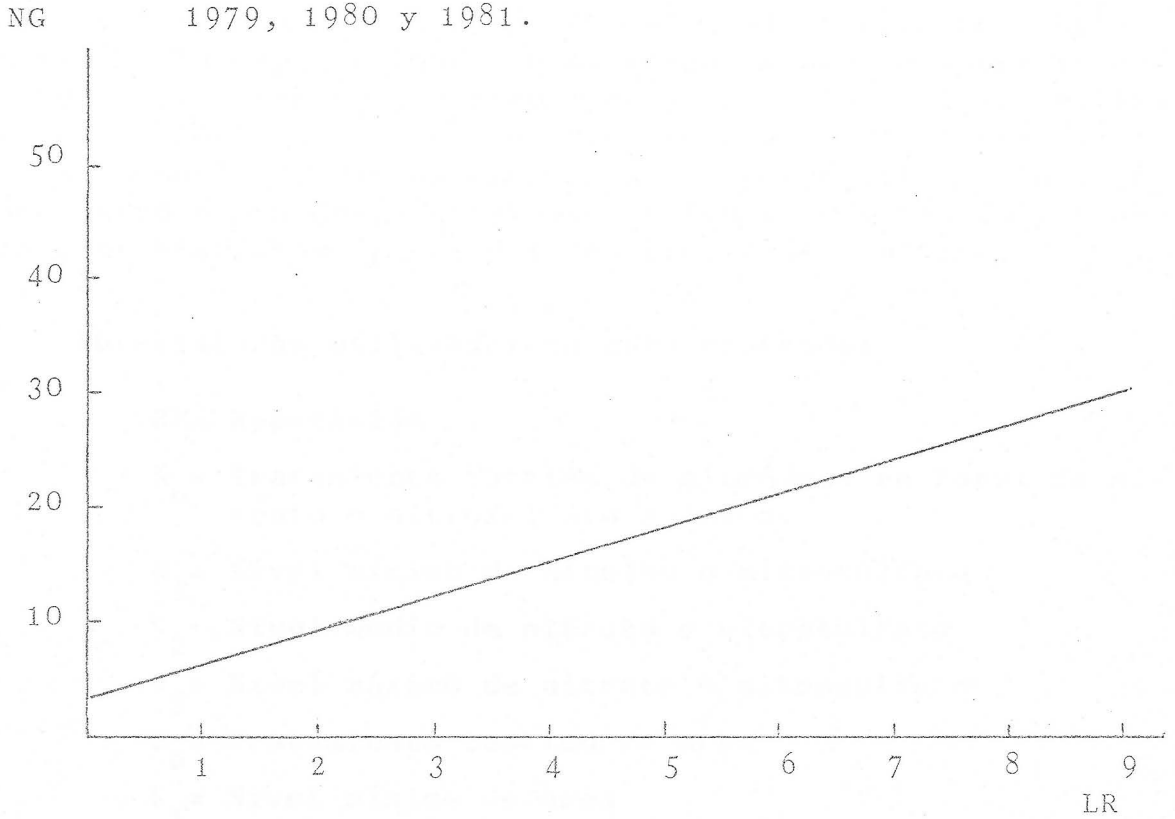
El estudio estadístico efectuado evidencia la estrecha relación existente entre la longitud de los raquis y el número de granos por espiga. Deduciéndose, por tanto, que el número de granos por espiga puede ser estimado a partir de la longitud de los raquis con un mínimo margen de error, y con la ventaja adicional de permitir incrementar el tamaño de muestra y con ello la exactitud de la determinación.

Tabla 73. - Ensayo N. Correlaciones y regresiones lineales por variedad y totales en el periodo 1979-1981.

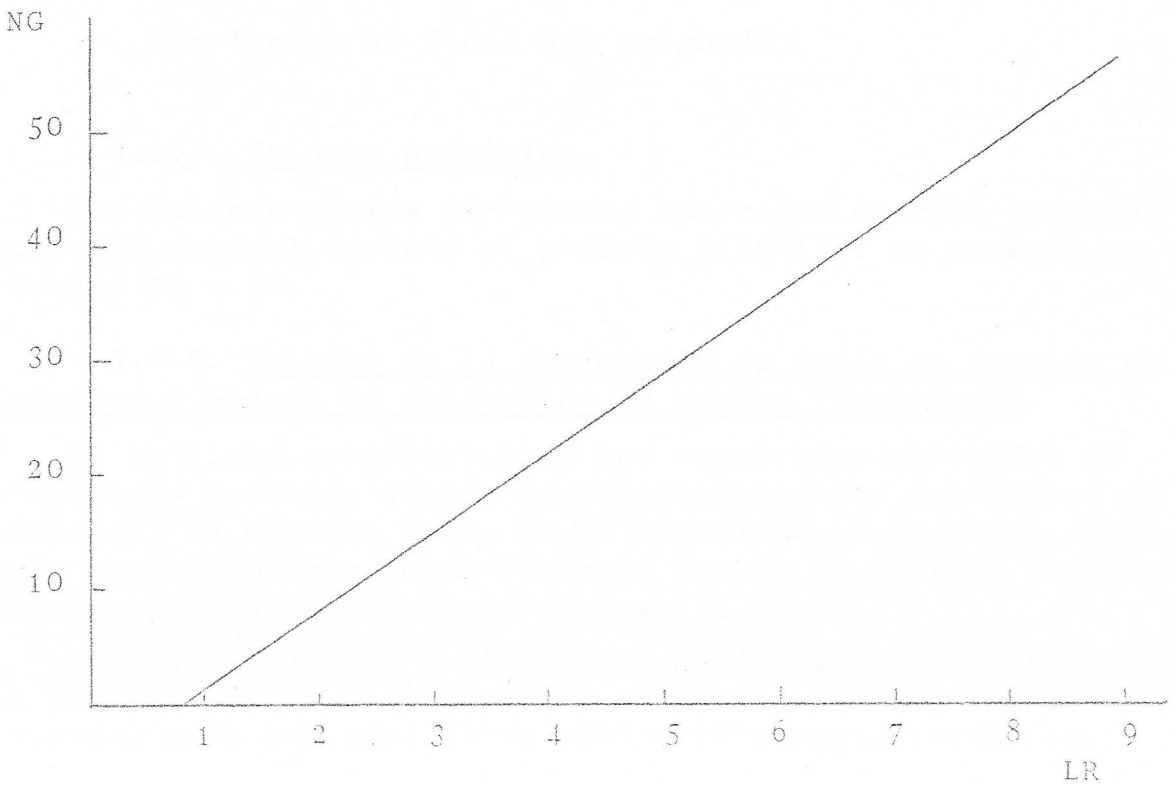
<u>VARIEDAD</u>	<u>ECUACION</u>	<u>N</u>	<u>r</u>	<u>NP</u>
<u>2 carreras</u>				
Pallas	NG= -1,83 + 3,93LR	102	0,8956	***
Logra	NG= 4,82 + 2,58LR	106	0,8462	***
Total	NG= 3,78 + 2,90LR	208	0,8245	***
<u>6 carreras</u>				
Astrix	NG= -2,03 + 6,20LR	98	0,8150	***
Monlon	NG= -11,53 + 8,50LR	93	0,9342	***
Albacete	NG= -10,39 + 8,67LR	91	0,9396	***
H. Grignon	NG= -10,44 + 7,46LR	102	0,9181	***
Total	NG= -9,12 + 7,75LR	384	0,8995	***



Gráfica 10.- Ensayo N. Ecuación de regresión número de granos - por espiga-longitud del raquis en cm para el total de las variedades de dos carreras durante los años 1979, 1980 y 1981.



Gráfica 11.- Ensayo N. Ecuación de regresión número de granos - por espiga-longitud del raquis en cm para el total de las variedades de seis carreras durante los años 1979, 1980 y 1981.



### 3.2. ENSAYO DE AZUFRE-NITROGENO.

Realizado a fin de comprobar el posible caracter suplementario de las aplicaciones de nitrógeno y azufre sobre la cosecha grano y parámetros determinantes; para lo cual se analiza el comportamiento de una variedad de cebada de dos carreras (Pallas) sometida a varios tipos y dosis de fertilización nitrogenada junto a una dosis constante de Azufre por vía foliar aplicado en distintas épocas del desarrollo del cultivo.

Abreviaturas utilizadas en este apartado:

RP= Repetición

N<sub>0</sub> = Tratamiento testigo de nitrógeno en forma de nitrato o nitrosulfato amónico.

N<sub>1</sub> = Nivel mínimo de nitrato o nitrosulfato

N<sub>2</sub> = Nivel medio de nitrato o nitrosulfato

N<sub>3</sub> = Nivel máximo de nitrato o nitrosulfato

U<sub>0</sub> = Tratamiento testigo de urea

U<sub>1</sub> = Nivel mínimo de urea

U<sub>2</sub> = Nivel máximo de urea

S<sub>0</sub> = Tratamiento testigo de azufre

Sa= Azufre al final del ahijado

Sb= Azufre al final del encañado

#### 3.2.1. Valores primarios.

Los valores medios por planta obtenidos en cada recogida de material vegetal durante el periodo 1979-1981 se recogen en las Tablas 74 a 82.

#### 3.2.2. Estudio de la producción de grano en función de los niveles y épocas de aplicación de azufre y nitrógeno.

El análisis estadístico de los resultados obtenidos en este apartado incluye, además de cosecha planta y parámetros determinantes, la cosecha grano bruta expresada en Kg/100m<sup>2</sup>. Ello ha sido posible porque en el presente ensayo se utilizó una variedad muy poco sensible al encamado.

Las Tablas 83, 84 y 85 recogen de forma ordenada los valores indicativos de la producción obtenida, por tratamiento y repetición, para los años 1979, 1980 y 1981 respectivamente.

Tabla 74.- Ensayo S-N 1979. Valores primarios por tratamiento, -  
repetición y muestreo. Media de 6 plantas.  
Primera toma de muestras: 4-Abril-1979.

TRAT	RP	NH	NT	NE	SF	PSH	PST	PSE	PSTo	EF
SbN <sub>2</sub>	I	10,5	2,7	-	81,3	0,40	0,74	-	1,14	8
	II	10,5	3,3	-	53,2	0,22	0,51	-	0,73	9
SbN <sub>1</sub>	I	13,5	4,5	-	71,4	0,28	0,40	-	0,68	9
	II	9,8	3,0	-	70,6	0,30	0,69	-	0,99	9
SbN <sub>o</sub>	I	9,2	2,2	-	58,1	0,25	0,63	-	0,88	9
	II	8,7	2,0	-	63,1	0,27	0,88	-	1,15	9
SaN <sub>2</sub>	I	21,5	7,2	-	128,6	0,50	0,80	-	1,30	8
	II	15,3	4,8	-	62,0	0,24	0,35	-	0,59	9-10
SaN <sub>1</sub>	I	9,8	3,2	-	31,6	0,14	0,19	-	0,33	9
	II	13,0	4,3	-	68,9	0,26	0,67	-	0,93	9
SaN <sub>o</sub>	I	8,0	2,5	-	44,5	0,19	0,46	-	0,65	9
	II	8,3	2,3	-	53,1	0,22	0,53	-	0,75	9
SoN <sub>2</sub>	I	11,5	4,0	-	69,1	0,23	0,43	-	0,66	8
	II	9,8	3,5	-	40,9	0,16	0,28	-	0,44	7-8
SoN <sub>1</sub>	I	12,0	3,2	-	60,2	0,25	0,44	-	0,69	8
	II	13,2	4,0	-	63,3	0,25	0,54	-	0,79	8
SoN <sub>o</sub>	I	9,3	2,5	-	64,2	0,26	0,58	-	0,84	8
	II	5,2	1,2	-	24,5	0,11	0,28	-	0,39	7-8
SbU <sub>2</sub>	I	9,2	2,0	-	50,9	0,24	0,46	-	0,70	9
	II	14,2	3,5	-	84,9	0,32	0,73	-	1,05	9
SbU <sub>1</sub>	I	8,5	2,3	-	43,9	0,18	0,49	-	0,67	9
	II	9,0	2,2	-	41,0	0,19	0,57	-	0,76	9
SbU <sub>o</sub>	I	9,5	2,2	-	74,7	0,32	0,73	-	1,05	9
	II	10,0	2,8	-	47,6	0,17	0,41	-	0,58	8-9
SaU <sub>2</sub>	I	11,2	3,3	-	55,3	0,22	0,44	-	0,66	9
	II	11,0	3,0	-	71,5	0,30	0,70	-	1,00	8
SaU <sub>1</sub>	I	9,5	2,3	-	58,5	0,25	0,61	-	0,86	9
	II	9,7	2,5	-	52,8	0,23	0,45	-	0,68	9
SaU <sub>o</sub>	I	11,2	3,2	-	47,1	0,22	0,50	-	0,72	8-9
	II	11,0	2,8	-	58,0	0,23	0,46	-	0,69	8
SoU <sub>2</sub>	I	10,0	2,8	-	56,3	0,23	0,45	-	0,68	8
	II	10,8	2,7	-	73,5	0,31	0,59	-	0,90	7
SoU <sub>1</sub>	I	12,2	3,5	-	80,9	0,32	0,71	-	1,03	8
	II	8,7	2,2	-	63,7	0,25	0,68	-	0,93	8
SoU <sub>o</sub>	I	9,3	2,5	-	56,9	0,24	0,60	-	0,84	8
	II	12,2	4,0	-	67,5	0,27	0,49	-	0,76	8

Tabla 75.- Ensayo S-N 1979. Valores primarios por tratamiento, repetición y muestreo. Media de 6 plantas. Segunda toma de muestras: 8-Mayo-1979.

TRAT	RP	NH	NT	NE	SF	PSH	PST	PSE	PSTo	EF
SbN <sub>2</sub>	I	4,3	3,3	2,5	17,8	0,08	1,23	0,82	2,13	11.1
	II	4,3	2,7	2,7	8,0	0,05	1,07	0,82	1,94	11.1
SbN <sub>1</sub>	I	4,3	2,3	2,0	11,8	0,07	1,07	0,54	1,68	11.1
	II	3,8	2,0	2,0	7,0	0,04	0,76	0,50	1,30	11.1
SbN <sub>o</sub>	I	4,0	2,0	2,0	7,8	0,04	0,87	0,42	1,33	11.1
	II	4,0	2,3	2,3	12,3	0,07	1,21	0,64	1,92	11.1
SaN <sub>2</sub>	I	6,7	3,2	2,7	24,0	0,12	1,31	0,72	2,15	11.1
	II	6,5	3,2	3,0	26,7	0,12	1,39	0,72	2,23	11.1
SaN <sub>1</sub>	I	3,0	1,3	1,3	8,4	0,04	0,55	0,30	0,89	11.1
	II	3,2	1,8	1,7	4,7	0,03	0,65	0,44	1,12	11.1
SaN <sub>o</sub>	I	3,8	2,2	2,2	9,0	0,05	1,07	0,64	1,76	11.1
	II	6,3	3,3	3,2	23,1	0,14	2,36	1,50	4,00	11.1
SoN <sub>2</sub>	I	8,3	3,5	3,2	37,9	0,19	2,05	0,84	3,08	10.5
	II	5,8	2,7	2,3	24,2	0,14	0,41	0,97	1,52	10.5
SoN <sub>1</sub>	I	4,5	2,3	2,3	12,2	0,07	1,18	0,55	1,80	10.5
	II	5,7	2,2	2,2	19,3	0,10	1,05	0,42	1,57	10.5
SoN <sub>o</sub>	I	4,8	2,7	2,7	10,9	0,07	1,37	0,61	2,05	10.5
	II	3,2	2,0	1,8	3,9	0,03	0,78	0,43	1,24	10.5
SbU <sub>2</sub>	I	1,2	2,0	2,0	1,9	0,02	0,82	0,70	1,54	11.1
	II	5,8	3,3	3,3	15,5	0,09	1,31	0,82	2,22	11.1
SbU <sub>1</sub>	I	2,0	2,2	1,8	1,3	0,01	0,75	0,59	1,34	11.1
	II	3,5	2,2	2,0	7,2	0,03	0,59	0,39	1,01	11.1
SbU <sub>o</sub>	I	4,3	2,3	2,3	9,2	0,06	1,12	0,70	1,88	11.1
	II	5,3	2,5	2,2	19,5	0,12	1,13	0,60	1,85	10.5
SaU <sub>2</sub>	I	4,5	2,2	2,2	10,9	0,07	1,11	0,68	1,86	11.1
	II	4,7	2,2	2,2	10,1	0,06	1,57	0,92	2,55	11.1
SaU <sub>1</sub>	I	4,5	2,3	2,3	8,5	0,05	1,08	0,67	1,80	11.1
	II	3,7	2,2	2,0	6,3	0,04	0,84	0,46	1,34	11.1
SaU <sub>o</sub>	I	2,8	2,3	2,3	6,8	0,05	1,35	0,80	2,20	11.1
	II	3,5	2,3	2,0	8,5	0,05	1,14	0,73	1,92	11.1
SoU <sub>2</sub>	I	8,2	3,5	3,5	30,1	0,17	2,14	0,92	3,23	10.5
	II	6,8	2,7	2,5	24,4	0,15	1,77	0,88	2,80	10.5
SoU <sub>1</sub>	I	6,3	3,5	2,7	18,3	0,05	1,24	0,63	1,92	11.1
	II	7,2	2,8	2,7	22,7	0,12	1,52	0,75	2,39	11.1
SoU <sub>o</sub>	I	4,2	2,2	2,2	9,2	0,10	1,36	0,70	2,16	11.1
	II	5,0	2,5	2,3	17,8	0,10	1,10	0,59	1,79	11.1

Tabla 76.- Ensayo S-N 1979. Valores primarios por tratamiento, repetición y muestreo. Media de 6 plantas. Tercera toma de muestras: 23-Mayo-1979.

TRAT	RP	NH	NT	NE	SF	PSH	PST	PSE	PSTo	EF
SbN <sub>2</sub>	I	2,8	3,5	3,5	11,7	0,06	1,23	1,84	3,13	11.2
	II	0,3	2,5	2,5	0,4	0,01	0,83	1,32	2,16	11.2
SbN <sub>1</sub>	I	1,5	2,5	2,5	3,2	0,02	0,71	1,21	1,94	11.2
	II	-	2,3	2,3	-	-	0,69	1,58	2,27	11.2
SbN <sub>o</sub>	I	-	2,0	2,0	-	-	0,65	0,99	1,64	11.2
	II	-	2,2	2,2	-	-	0,69	1,16	1,85	11.2
SaN <sub>2</sub>	I	2,7	3,3	3,3	7,1	0,04	1,03	1,79	2,86	11.2
	II	2,2	3,2	5,3	5,3	0,03	1,25	1,88	3,16	11.2
SaN <sub>1</sub>	I	0,2	2,3	2,3	0,2	0,01	0,79	1,38	2,18	11.2
	II	2,0	2,3	2,3	2,9	0,02	0,67	1,18	1,87	11.2
SaN <sub>o</sub>	I	0,7	2,2	2,2	1,1	0,01	0,75	1,38	2,14	11.2
	II	0,2	2,5	2,3	0,2	0,01	0,98	1,60	2,59	11.2
SoN <sub>2</sub>	I	1,3	2,7	2,7	3,8	0,02	1,06	1,51	2,59	11.2
	II	2,0	2,8	2,7	4,2	0,02	0,92	1,33	2,27	11.2
SoN <sub>1</sub>	I	1,2	2,3	2,3	2,6	0,01	0,79	1,23	2,02	11.2
	II	0,8	2,7	2,7	0,9	0,01	0,78	1,18	1,97	11.2
SoN <sub>o</sub>	I	0,5	2,0	2,0	1,3	0,01	0,57	0,80	1,38	11.2
	II	1,0	2,5	2,3	2,4	0,02	0,94	1,38	2,32	11.2
SbU <sub>2</sub>	I	-	2,2	2,2	-	-	0,57	1,12	1,69	11.2
	II	-	2,0	2,0	-	-	0,87	1,24	2,11	11.2
SbU <sub>1</sub>	I	-	2,2	2,2	-	-	0,65	1,14	1,79	11.2
	II	-	2,3	2,3	-	-	0,62	0,89	1,51	11.2
SbU <sub>o</sub>	I	0,2	2,3	2,3	0,4	0,01	1,03	1,44	2,48	11.2
	II	-	2,0	2,0	-	-	0,75	1,44	2,19	11.2
SaU <sub>2</sub>	I	1,3	2,2	2,2	3,6	0,03	0,75	1,46	2,24	11.2
	II	-	2,3	2,3	-	-	1,03	1,67	2,70	11.2
SaU <sub>1</sub>	I	-	2,0	2,0	-	-	0,73	1,53	2,26	11.2
	II	-	2,0	2,0	-	-	0,56	1,00	1,56	11.2
SaU <sub>o</sub>	I	-	2,3	2,3	-	-	0,88	1,36	2,24	11.2
	II	-	2,3	2,3	-	-	0,89	1,46	2,35	11.2
SoU <sub>2</sub>	I	0,8	2,7	2,7	1,3	0,01	0,90	1,17	2,08	11.2
	II	-	2,3	2,3	-	-	1,07	1,96	3,03	11.2
SoU <sub>1</sub>	I	0,2	2,7	2,7	0,2	0,01	1,12	1,80	2,93	11.2
	II	-	2,2	2,2	-	-	0,90	1,26	2,16	11.2
SoU <sub>o</sub>	I	-	2,0	2,0	-	-	0,88	1,12	2,00	11.2
	II	-	2,2	2,2	-	-	0,68	1,28	1,96	11.2

Tabla 77.-Ensayo S-N 1979. Valores primarios por tratamiento, repetición y muestreo. Media de 6 plantas. Cuarta toma de muestras: 25-Junic-1979.

TRAT	RP	NH	NT	NE	SF	PSH	PST	PSE	PSTo	EF
SbN <sub>2</sub>	I	-	2,5	2,5	-	-	0,71	1,08	1,79	11.4
	II	-	2,2	2,2	-	-	0,72	1,61	2,33	11.4
SbN <sub>1</sub>	I	-	1,8	1,8	-	-	0,68	1,25	1,93	11.4
	II	-	2,7	2,7	-	-	0,70	1,40	2,10	11.4
SbN <sub>o</sub>	I	-	1,8	1,8	-	-	0,41	0,79	1,20	11.4
	II	-	2,0	2,0	-	-	0,63	1,09	1,72	11.4
SaN <sub>2</sub>	I	-	2,3	2,3	-	-	0,55	1,23	1,78	11.4
	II	-	2,5	2,5	-	-	0,74	1,48	2,22	11.4
SaN <sub>1</sub>	I	-	2,3	2,3	-	-	0,50	0,90	1,40	11.4
	II	-	2,3	2,3	-	-	0,75	1,54	2,29	11.4
SaN <sub>o</sub>	I	-	2,0	2,0	-	-	0,65	1,45	2,10	11.4
	II	-	2,0	2,0	-	-	0,63	1,11	1,74	11.4
SoN <sub>2</sub>	I	-	2,3	2,3	-	-	0,74	1,46	2,20	11.4
	II	-	2,5	2,5	-	-	0,52	1,13	1,65	11.4
SoN <sub>1</sub>	I	-	2,3	2,3	-	-	0,61	1,10	1,71	11.4
	II	-	2,3	2,3	-	-	1,08	1,54	2,62	11.4
SoN <sub>o</sub>	I	-	2,0	2,0	-	-	0,54	1,01	1,55	11.4
	II	-	2,0	2,0	-	-	0,56	0,99	1,55	11.4
SbU <sub>2</sub>	I	-	2,3	2,3	-	-	0,66	1,23	1,89	11.4
	II	-	2,0	2,0	-	-	0,53	0,99	1,52	11.4
SbU <sub>1</sub>	I	-	2,0	2,0	-	-	0,57	1,21	1,78	11.4
	II	-	2,0	2,0	-	-	0,43	0,91	1,34	11.4
SbU <sub>o</sub>	I	-	2,0	2,0	-	-	0,72	1,39	2,11	11.4
	II	-	2,0	2,0	-	-	0,63	0,97	1,60	11.4
SaU <sub>2</sub>	I	-	2,3	2,3	-	-	0,65	1,28	1,93	11.4
	II	-	2,3	2,3	-	-	0,96	1,98	2,94	11.4
SaU <sub>1</sub>	I	-	2,2	2,2	-	-	0,68	1,23	1,91	11.4
	II	-	2,3	2,3	-	-	0,89	1,25	2,14	11.4
SaU <sub>o</sub>	I	-	2,0	2,0	-	-	0,92	0,99	1,91	11.4
	II	-	2,2	2,2	-	-	0,73	1,16	1,89	11.4
SoU <sub>2</sub>	I	-	2,0	2,0	-	-	0,57	1,14	1,71	11.4
	II	-	2,2	2,2	-	-	0,61	1,58	2,19	11.4
SoU <sub>1</sub>	I	-	2,2	2,2	-	-	0,70	1,43	2,13	11.4
	II	-	2,0	2,0	-	-	0,71	1,56	2,27	11.4
SoU <sub>o</sub>	I	-	2,0	2,0	-	-	0,47	0,77	1,24	11.4
	II	-	2,0	2,0	-	-	0,97	1,82	2,79	11.4

Tabla 78.- Ensayo S-N 1980. Valores primarios por tratamiento, repetición y muestreo. Media de 6 plantas. Toma de muestras previa a la recogida: 19-Junio-1980.

TRAT	RP	NH	NT	NE	SF	PSH	PST	PSE	PSTo	EF
SbN <sub>3</sub>	I	-	7,3	7,3	-	-	6,28	6,10	12,38	11.4
	II	-	6,2	6,2	-	-	5,30	5,77	11,07	11.4
	III	-	8,8	8,8	-	-	4,91	6,90	11,81	11.4
	IV	-	7,8	7,8	-	-	6,17	6,02	12,19	11.4
SbN <sub>2</sub>	I	-	7,2	7,2	-	-	5,23	5,60	10,83	11.4
	II	-	6,3	6,3	-	-	4,48	4,52	9,00	11.4
	III	-	4,5	4,5	-	-	2,49	3,83	6,32	11.4
	IV	-	7,0	7,0	-	-	5,28	5,13	10,41	11.4
SbN <sub>1</sub>	I	-	7,5	7,5	-	-	5,62	6,47	12,09	11.4
	II	-	6,3	6,3	-	-	5,54	5,42	10,96	11.4
	III	-	7,8	7,8	-	-	5,39	6,26	11,65	11.4
	IV	-	6,3	6,3	-	-	5,33	4,92	10,25	11.4
SaN <sub>3</sub>	I	-	8,0	8,0	-	-	6,50	7,44	13,94	11.4
	II	-	9,5	9,5	-	-	7,45	7,63	15,08	11.4
	III	-	4,5	4,5	-	-	2,79	2,56	5,35	11.4
	IV	-	6,0	6,0	-	-	4,25	4,89	9,14	11.4
SaN <sub>2</sub>	I	-	6,7	6,7	-	-	5,03	5,97	11,00	11.4
	II	-	8,2	8,2	-	-	6,23	6,00	12,23	11.4
	III	-	8,0	8,0	-	-	5,46	6,45	11,91	11.4
	IV	-	8,5	8,5	-	-	5,66	6,28	11,94	11.4
SaN <sub>1</sub>	I	-	7,2	7,2	-	-	5,50	5,46	10,96	11.4
	II	-	6,5	6,5	-	-	5,20	6,02	11,22	11.4
	III	-	7,2	7,2	-	-	5,10	5,65	10,75	11.4
	IV	-	6,7	6,7	-	-	5,40	6,18	11,58	11.4
SoN <sub>3</sub>	I	-	7,3	7,3	-	-	5,43	5,42	10,85	11.4
	II	-	7,7	7,7	-	-	5,87	7,66	13,53	11.4
	III	-	6,2	6,2	-	-	4,50	5,37	9,87	11.4
	IV	-	7,3	7,3	-	-	4,97	5,56	10,53	11.4
SoN <sub>2</sub>	I	-	6,7	6,7	-	-	5,20	6,19	11,39	11.4
	II	-	8,3	8,3	-	-	6,44	6,42	12,86	11.4
	III	-	7,3	7,3	-	-	4,83	5,96	10,79	11.4
	IV	-	6,7	6,7	-	-	4,02	4,80	8,82	11.4
SoN <sub>o</sub>	I	-	7,7	7,7	-	-	5,33	5,31	10,64	11.4
	II	-	7,5	7,5	-	-	5,33	5,49	10,82	11.4
	III	-	6,8	6,8	-	-	5,76	4,69	10,45	11.4
	IV	-	6,3	6,3	-	-	3,93	5,22	9,15	11.4



Tabla 79.- Ensayo S-N 1981. Valores primarios por tratamiento, repetición y muestreo. Media de 6 plantas. Primera toma de muestras: 26-Febrero-1981.

TRAT	RP	NH	NT	NE	SF	PSH	PST	PSE	PSTo	EF
<sup>1</sup> NsSoNc <sup>1</sup>	I	10,7	4,3	-	30,0	0,14	0,05	-	0,19	3
	II	13,0	5,0	-	42,7	0,21	0,07	-	0,28	3
	III	14,3	5,8	-	51,2	0,21	0,07	-	0,28	3
	IV	13,5	5,5	-	48,2	0,22	0,08	-	0,30	3
<sup>1</sup> NsSoNc <sup>2</sup>	I	12,3	4,5	-	38,8	0,17	0,06	-	0,23	3
	II	13,7	5,2	-	44,8	0,20	0,07	-	0,27	3
	III	11,7	4,7	-	41,4	0,17	0,07	-	0,24	3
	IV	12,2	4,8	-	55,3	0,21	0,11	-	0,32	3
<sup>2</sup> NsSoNc <sup>1</sup>	I	11,7	4,3	-	35,4	0,15	0,05	-	0,20	3
	II	10,7	4,0	-	36,2	0,15	0,06	-	0,21	3
	III	12,0	4,8	-	43,1	0,18	0,09	-	0,27	3
	IV	15,8	6,5	-	56,7	0,25	0,18	-	0,43	3
<sup>2</sup> NsSoNc <sup>2</sup>	I	12,7	5,0	-	46,2	0,20	0,08	-	0,28	3
	II	11,2	4,2	-	39,3	0,17	0,06	-	0,23	3
	III	13,8	5,5	-	51,7	0,20	0,08	-	0,28	3
	IV	13,2	4,5	-	52,8	0,22	0,08	-	0,30	3
<sup>1</sup> NsSaNc <sup>1</sup>	I	10,8	4,2	-	33,1	0,15	0,04	-	0,19	3
	II	11,5	4,8	-	37,7	0,16	0,05	-	0,21	3
	III	11,5	4,2	-	40,8	0,18	0,06	-	0,24	3
	IV	11,3	4,0	-	41,5	0,17	0,06	-	0,23	3
<sup>1</sup> NsSaNc <sup>2</sup>	I	11,5	4,2	-	34,5	0,15	0,05	-	0,20	3
	II	10,3	3,8	-	32,6	0,15	0,07	-	0,22	3
	III	13,0	4,7	-	41,5	0,18	0,07	-	0,25	3
	IV	11,3	3,8	-	43,9	0,18	0,06	-	0,24	3
<sup>2</sup> NsSaNc <sup>1</sup>	I	13,5	5,0	-	41,1	0,18	0,06	-	0,24	3
	II	11,7	4,7	-	35,9	0,15	0,05	-	0,20	3
	III	16,3	6,5	-	49,7	0,22	0,09	-	0,31	3
	IV	14,5	5,7	-	53,3	0,22	0,10	-	0,32	3
<sup>2</sup> NsSaNc <sup>2</sup>	I	12,5	4,3	-	40,7	0,19	0,07	-	0,26	3
	II	10,8	4,5	-	34,6	0,14	0,05	-	0,19	3
	III	11,2	4,2	-	35,2	0,16	0,06	-	0,22	3
	IV	12,7	5,0	-	44,1	0,21	0,08	-	0,29	3

Tabla 80.- Ensayo S-N 1981. Valores primarios por tratamiento, repetición y muestreo. Media de 6 plantas.

Segunda toma de muestras: 8-Abril-1981.

TRAT	RP	NH	NT	NE	SF	PSH	PST	PSE	PSTo	EF
<sup>1</sup> NsScNc <sup>1</sup>	I	19,8	4,5	2,3	121,8	0,54	1,05	0,07	1,66	10.1
	II	18,7	3,7	2,0	103,0	0,49	1,16	0,16	1,81	10.1
	III	18,8	4,0	2,0	150,9	0,60	1,32	0,11	2,03	10.1
	IV	17,0	3,0	2,8	84,5	0,41	1,13	0,16	1,70	10.1
<sup>1</sup> NsSoNc <sup>2</sup>	I	17,2	3,8	1,8	103,5	0,45	0,92	0,06	1,43	10.1
	II	15,3	3,3	1,5	90,3	0,36	0,82	0,12	1,30	10.1
	III	20,3	4,0	2,0	108,2	0,46	1,04	0,10	1,60	10.1
	IV	19,3	4,0	2,3	107,3	0,45	1,08	0,09	1,62	10.1
<sup>2</sup> NsSoNc <sup>1</sup>	I	20,3	3,8	2,6	125,5	0,52	1,10	0,10	1,72	10.1
	II	15,5	3,3	2,0	112,0	0,48	1,27	0,16	1,91	10.1
	III	18,2	3,5	1,8	89,8	0,43	1,05	0,16	1,64	10.1
	IV	20,7	3,5	2,0	116,5	0,48	1,15	0,07	1,70	10.1
<sup>2</sup> NsSoNc <sup>2</sup>	I	21,5	3,8	2,0	130,3	0,53	1,07	0,06	1,66	10.1
	II	19,3	3,8	2,7	103,1	0,46	1,12	0,17	1,75	10.1
	III	22,7	4,5	3,0	131,2	0,58	1,52	0,22	2,32	10.1
	IV	18,5	3,3	2,3	107,8	0,52	1,91	0,20	2,63	10.1
<sup>1</sup> NsSaNc <sup>1</sup>	I	21,8	4,2	2,7	118,5	0,54	1,33	0,22	2,09	10.1
	II	19,0	4,0	2,8	115,7	0,51	1,12	0,09	1,72	10.1
	III	16,8	3,3	1,7	93,4	0,41	0,92	0,08	1,41	10.1
	IV	19,3	4,0	1,7	111,8	0,54	1,21	0,11	1,86	10.1
<sup>1</sup> NsSaNc <sup>2</sup>	I	17,2	3,2	2,0	124,1	0,58	1,11	0,05	1,74	10.1
	II	22,0	4,0	2,2	123,5	0,58	1,32	0,14	2,04	10.1
	III	19,5	3,5	3,3	108,3	0,51	1,98	0,19	2,68	10.1
	IV	18,7	3,8	2,8	109,3	0,56	1,45	0,25	2,26	10.1
<sup>2</sup> NsSaNc <sup>1</sup>	I	20,0	3,8	2,0	136,1	0,55	0,99	0,04	1,58	10.1
	II	19,0	3,3	2,0	122,2	0,54	1,02	0,32	1,88	10.1
	III	18,8	3,8	2,3	130,8	0,52	1,31	0,12	1,95	10.1
	IV	20,0	3,7	2,0	111,3	0,53	1,08	0,06	1,67	10.1
<sup>2</sup> NsSaNc <sup>2</sup>	I	18,8	3,2	2,0	118,9	0,47	1,10	0,53	2,10	10.1
	II	19,7	3,7	2,5	127,3	0,56	1,25	0,16	1,97	10.1
	III	17,2	3,8	2,2	94,1	0,43	1,05	0,17	1,65	10.1
	IV	17,8	3,5	1,7	110,8	0,50	0,97	0,09	1,56	10.1

Tabla 81.- Ensayo S-N 1981. Valores primarios por tratamiento, repetición y muestreo. Media de 6 plantas.

Tercera toma de muestras: 27-Mayo-1981.

TRAT	RP	NH	NT	NE	SF	PSH	PST	PSE	PSTo	EF
1 NsSoNc	I	9,8	3,5	2,8	36,6	0,17	1,23	1,51	2,91	11.1
	II	7,7	3,3	3,0	15,5	0,08	1,02	1,40	2,50	11.1
	III	8,7	3,0	3,0	36,9	0,18	1,79	1,82	3,79	11.1
	IV	8,2	3,0	2,7	27,3	0,14	1,18	1,46	2,78	11.1
1 NsSoNc	I	10,7	3,3	2,7	44,3	0,20	1,31	1,38	2,89	11.1
	II	13,2	3,7	3,5	83,1	0,35	1,97	1,52	3,84	11.1
	III	7,3	3,2	2,8	28,6	0,16	1,53	1,59	3,28	11.1
	IV	9,7	3,0	2,8	57,3	0,25	2,43	1,89	4,57	11.1
2 NsSoNc	I	7,2	2,8	2,7	28,4	0,13	1,38	1,50	3,01	11.1
	II	9,2	3,5	3,5	39,7	0,20	1,48	1,76	3,44	11.1
	III	8,2	3,2	3,2	24,0	0,11	1,01	1,16	2,28	11.1
	IV	10,7	3,5	3,5	46,8	0,19	1,44	1,57	3,20	11.1
2 NsSoNc	I	8,8	3,0	2,8	39,8	0,18	1,58	1,67	3,43	11.1
	II	11,0	3,7	3,3	47,7	0,23	1,53	1,75	3,51	11.1
	III	8,7	3,3	3,2	27,4	0,13	1,30	1,52	2,95	11.1
	IV	11,3	4,0	3,0	45,7	0,22	1,66	1,71	3,59	11.1
1 NsSaNc	I	6,8	2,5	2,2	31,3	0,16	1,34	1,49	2,99	11.1
	II	9,5	3,7	3,5	34,9	0,15	1,25	1,61	3,01	11.1
	III	9,8	3,8	3,8	39,5	0,17	1,78	2,00	3,95	11.1
	IV	10,3	3,3	3,0	56,6	0,28	1,53	1,63	3,44	11.1
1 NsSaNc	I	9,7	3,5	2,8	38,3	0,18	1,20	1,42	2,80	11.1
	II	9,0	3,7	3,2	25,6	0,12	1,69	2,07	3,88	11.1
	III	9,8	3,5	3,5	35,9	0,18	1,62	2,07	3,87	11.1
	IV	9,5	3,2	3,0	32,2	0,16	1,25	1,37	2,78	11.1
2 NsSaNc	I	7,8	3,0	2,8	28,7	0,15	1,81	1,38	3,34	11.1
	II	8,3	3,3	3,0	27,3	0,13	1,38	1,67	3,18	11.1
	III	8,0	3,0	3,0	30,5	0,13	1,32	1,37	2,82	11.1
	IV	10,5	3,8	3,0	37,6	0,20	1,37	1,53	3,10	11.1
2 NsSaNc	I	12,2	4,2	3,7	45,4	0,22	1,42	1,84	3,48	11.1
	II	10,5	3,2	3,0	52,1	0,27	1,57	1,54	3,38	11.1
	III	8,7	3,2	3,0	35,9	0,16	1,17	1,45	2,78	11.1
	IV	10,7	3,5	3,0	43,0	0,21	1,46	1,70	3,37	11.1

Tabla 82.- Ensayo S-N 1981. Valores primarios por tratamiento, repetición y muestreo. Media de 6 plantas.

Cuarta toma de muestras: 16-Junio-1981.

TRAT	RP	NH	NT	NE	SF	PSH	PST	PSE	PSTo	EF
<sup>1</sup> NsSoNc <sup>1</sup>	I	-	3,5	3,5	-	-	1,21	2,20	3,41	11.4
	II	-	3,3	3,3	-	-	1,35	2,76	4,11	11.4
	III	-	3,3	3,0	-	-	1,34	2,70	4,04	11.4
	IV	-	3,2	3,2	-	-	1,34	2,50	3,84	11.4
<sup>1</sup> NsSoNc <sup>2</sup>	I	-	3,0	3,0	-	-	1,00	1,63	2,63	11.4
	II	-	3,5	3,5	-	-	1,35	2,82	4,17	11.4
	III	-	3,2	3,2	-	-	1,27	2,48	3,75	11.4
	IV	-	3,5	3,5	-	-	1,70	3,22	4,92	11.4
<sup>2</sup> NsSoNc <sup>1</sup>	I	-	3,8	3,5	-	-	1,89	3,51	5,40	11.4
	II	-	3,8	3,8	-	-	1,71	3,05	4,76	11.4
	III	-	4,0	3,5	-	-	1,20	2,51	3,71	11.4
	IV	-	4,0	3,7	-	-	1,65	2,98	4,63	11.4
<sup>2</sup> NsSoNc <sup>2</sup>	I	-	3,8	3,7	-	-	1,68	2,88	4,56	11.4
	II	-	3,8	3,8	-	-	1,42	2,94	4,36	11.4
	III	-	4,2	4,2	-	-	1,45	2,75	4,20	11.4
	IV	-	4,0	4,0	-	-	1,84	3,05	4,89	11.4
<sup>1</sup> NsSaNc <sup>1</sup>	I	-	3,7	3,7	-	-	1,38	2,37	3,75	11.4
	II	-	4,3	4,3	-	-	1,84	3,13	4,97	11.4
	III	-	4,3	4,3	-	-	1,57	3,05	4,62	11.4
	IV	-	4,3	4,3	-	-	1,71	3,15	4,86	11.4
<sup>1</sup> NsSaNc <sup>2</sup>	I	-	4,0	4,0	-	-	2,06	4,01	6,07	11.4
	II	-	4,5	4,5	-	-	1,60	2,95	4,55	11.4
	III	-	3,5	3,5	-	-	2,10	3,74	5,84	11.4
	IV	-	4,3	4,3	-	-	1,54	2,85	4,39	11.4
<sup>2</sup> NsSaNc <sup>1</sup>	I	-	4,7	4,7	-	-	2,21	4,04	6,25	11.4
	II	-	4,0	4,0	-	-	1,37	2,72	4,09	11.4
	III	-	4,2	4,2	-	-	1,73	2,97	4,70	11.4
	IV	-	3,8	3,8	-	-	1,49	2,90	4,39	11.4
<sup>2</sup> NsSaNc <sup>2</sup>	I	-	4,3	4,2	-	-	1,47	2,78	4,25	11.4
	II	-	3,7	3,7	-	-	1,55	2,87	4,42	11.4
	III	-	4,2	4,2	-	-	1,51	2,99	4,50	11.4
	IV	-	4,5	4,5	-	-	1,87	3,89	5,76	11.4

Tabla 83.- Ensayo S-N 1979. Valores medios de cosecha a grano, cosecha planta y parámetros, por tratamiento y repetición.

TRAT	RP	Cg	Cpl	Ne/pl	Ng/e	P 1000 g
SbN <sub>2</sub>	I	19,7	1,46	2,50	20,0	29,22
	II	18,8	1,21	2,17	19,1	29,19
SbN <sub>1</sub>	I	18,9	1,14	1,83	20,7	29,97
	II	15,5	1,41	2,67	17,8	29,63
SbN <sub>0</sub>	I	7,3	1,02	1,83	18,6	29,27
	II	14,5	1,04	2,00	17,8	29,15
SaN <sub>2</sub>	I	23,5	1,33	2,33	19,4	29,34
	II	22,3	1,42	2,50	19,5	29,16
SaN <sub>1</sub>	I	12,7	1,16	2,33	17,0	29,26
	II	22,1	1,40	2,33	19,8	30,30
SaN <sub>0</sub>	I	9,5	1,11	2,00	18,4	30,22
	II	17,9	1,15	2,00	18,8	30,59
SoN <sub>2</sub>	I	29,0	1,42	2,33	20,8	29,30
	II	12,3	1,43	2,50	19,2	29,70
SoN <sub>1</sub>	I	21,5	1,39	2,33	19,6	30,50
	II	16,5	1,38	2,33	19,6	30,30
SoN <sub>0</sub>	I	14,9	1,14	2,00	18,6	30,60
	II	3,8	1,14	2,00	18,6	30,53
SbU <sub>2</sub>	I	8,7	1,13	2,00	19,4	29,15
	II	7,5	1,04	2,00	17,2	30,15
SbU <sub>1</sub>	I	9,1	1,15	2,00	18,4	31,38
	II	6,1	1,06	2,00	17,6	30,04
SbU <sub>0</sub>	I	13,5	1,10	2,00	17,3	31,73
	II	9,7	1,14	2,00	19,0	28,90
SaU <sub>2</sub>	I	16,9	1,35	2,33	19,2	30,13
	II	13,5	1,38	2,50	19,0	29,05
SaU <sub>1</sub>	I	14,9	1,22	2,17	19,0	29,59
	II	12,5	1,33	2,50	18,3	29,07
SaU <sub>0</sub>	I	14,5	1,10	2,00	18,0	30,50
	II	17,7	1,15	2,17	18,2	29,10
SoU <sub>2</sub>	I	18,9	1,22	2,17	19,4	29,16
	II	8,5	1,17	2,00	19,2	30,41
SoU <sub>1</sub>	I	15,3	1,19	2,17	17,8	30,68
	II	11,1	1,15	2,00	18,8	30,70
SoU <sub>0</sub>	I	11,9	0,99	2,00	16,3	30,40
	II	16,1	1,24	2,00	19,6	31,64

Tabla 84.- Ensayo S-N 1980. Valores medios de cose a grano, co secha planta y parámetros, por tratamiento y repetición.

TRAT	RP	Cg	Cpl	Ne/pl	Ng/e	P 1000 g
SbN <sub>3</sub>	I	65	6,14	8,00	25,1	30,57
	II	53	6,44	7,67	26,5	31,66
	III	64	5,59	6,17	26,1	34,71
	IV	65	6,71	7,50	25,6	34,98
SbN <sub>2</sub>	I	61	5,91	6,67	26,5	33,45
	II	62	5,95	6,50	28,0	32,70
	III	52	6,68	7,17	26,8	34,76
	IV	53	5,61	6,67	24,1	34,90
SbN <sub>1</sub>	I	61	5,92	7,00	26,8	31,57
	II	52	5,54	7,17	24,0	32,20
	III	52	5,67	7,00	26,8	30,27
	IV	54	5,73	6,33	27,2	34,90
SaN <sub>3</sub>	I	56	6,10	7,17	27,6	30,85
	II	60	7,12	8,33	25,9	33,02
	III	62	6,06	7,33	25,4	32,55
	IV	59	6,97	7,83	26,6	33,46
SaN <sub>2</sub>	I	50	6,64	7,33	27,1	33,43
	II	61	5,57	6,33	26,1	33,69
	III	49	6,75	7,83	27,3	31,59
	IV	57	5,49	7,00	25,1	31,23
SaN <sub>1</sub>	I	47	5,92	7,33	24,0	33,65
	II	55	5,33	6,33	26,6	31,67
	III	50	5,63	6,23	28,6	31,60
	IV	61	5,31	6,00	26,4	33,50
SoN <sub>3</sub>	I	55	5,27	6,67	24,8	31,90
	II	62	6,01	7,17	25,9	32,36
	III	70	7,27	8,83	25,9	31,79
	IV	59	6,25	7,27	28,3	30,40
SoN <sub>2</sub>	I	54	6,10	7,17	27,0	31,49
	II	58	5,71	6,80	27,5	30,56
	III	55	5,33	7,20	23,2	31,90
	IV	60	6,37	7,33	26,1	33,31
SoN <sub>1</sub>	I	53	5,48	7,00	24,4	32,10
	II	55	5,95	7,50	24,6	32,27
	III	52	5,59	6,53	26,5	32,53
	IV	59	5,28	6,33	27,0	30,88

Tabla 85.- Ensayo S-N 1981. Valores medios de cosecha grano, cosecha planta y parámetros, por tratamiento y repetición.

TRAT	RP	Cg	Cpl	Ne/pl	Ng/e	P1000g
<sup>1</sup> NsSoNc <sup>1</sup>	I	44	2,49	3,50	21,3	33,43
	II	46	2,34	3,33	21,8	32,23
	III	46	2,35	3,33	21,2	33,40
	IV	42	2,15	3,17	21,4	31,69
<sup>1</sup> NsSoNc <sup>2</sup>	I	44	2,11	3,00	21,8	32,41
	II	50	2,56	3,50	21,3	34,45
	III	47	2,28	3,17	21,6	33,34
	IV	45	2,30	3,50	21,1	31,23
<sup>2</sup> NsSoNc <sup>1</sup>	I	48	2,80	3,83	20,9	34,94
	II	45	2,64	3,83	21,5	32,06
	III	49	2,77	4,00	20,4	34,00
	IV	52	2,97	4,00	22,3	33,32
<sup>2</sup> NsSoNc <sup>2</sup>	I	49	2,93	3,83	22,6	33,80
	II	48	2,66	3,83	22,1	31,38
	III	50	2,86	4,17	21,5	31,96
	IV	55	2,81	4,00	22,6	31,13
<sup>1</sup> NsSaNc <sup>1</sup>	I	50	2,83	3,67	22,3	34,56
	II	48	2,91	4,33	21,6	31,09
	III	52	2,99	4,33	20,6	33,56
	IV	49	3,02	4,33	21,2	32,92
<sup>1</sup> NsSaNc <sup>2</sup>	I	52	2,91	4,00	20,9	34,85
	II	52	3,30	4,50	22,7	32,29
	III	50	3,17	4,33	22,1	33,08
	IV	49	2,71	3,50	23,1	33,46
<sup>2</sup> NsSaNc <sup>1</sup>	I	50	3,44	4,67	22,0	33,46
	II	52	2,97	4,00	21,9	33,89
	III	49	2,75	4,17	20,5	32,18
	IV	53	2,79	3,83	22,6	32,23
<sup>2</sup> NsSaNc <sup>2</sup>	I	54	3,19	4,33	21,5	34,29
	II	45	2,58	3,67	22,4	31,35
	III	52	2,78	4,17	21,2	31,45
	IV	55	3,13	4,50	22,0	31,62



3.2.2.1.- Análisis estadístico anual.

A) Año 1979.

A-1) Estudio de la cosecha grano en función de los niveles y épocas de aplicación de azufre, nitrosulfato amónico y urea.

Dicho estudio se ha dividido en dos apartados:

a) Acción del Azufre, con niveles normales e incluso superiores a lo normal de Nitrógeno (S-N), y

b) Acción del Azufre, con dosis de Nitrógeno inferiores a lo normal (S-U).

Posteriormente se han comparado los valores de cosecha grano de ambos apartados mediante un ensayo de diferencias entre medias ("t" de Student).

A-1.1) Efecto de las aplicaciones de Azufre y Nitrógeno.

a) Azufre y nitrosulfato amónico. En la Tabla 86 se encuentran los valores de cosecha grano en kg/100m<sup>2</sup> - por tratamiento y repetición, y en la Tabla 87 el análisis de varianza y mínimas diferencias significativas correspondientes.

Tabla 86.- Ensayo S-N 1979. Cosecha grano en función de los niveles de Azufre y nitrosulfato amónico.

Resultados por tratamiento y repetición:

RP	TRATAMIENTOS									Ex	$\bar{x}$
	Sb			Sa			So				
	N <sub>2</sub>	N <sub>1</sub>	N <sub>0</sub>	N <sub>2</sub>	N <sub>1</sub>	N <sub>0</sub>	N <sub>2</sub>	N <sub>1</sub>	N <sub>0</sub>		
I	19,7	18,9	7,3	23,5	12,7	9,5	29,0	21,5	14,9	157,0	17,4
II	18,8	15,5	14,5	22,3	22,1	17,9	12,3	16,5	3,8	143,7	15,9
Ex	38,5	34,4	21,8	45,8	34,8	27,4	41,3	38,0	18,7		
$\bar{x}$	19,3	17,2	10,9	22,9	17,4	13,7	20,7	19,0	9,4		

Resultados por tratamiento:

	N <sub>2</sub>	N <sub>1</sub>	N <sub>0</sub>	Ex	$\bar{x}$
Sb	38,5	34,4	21,8	94,7	15,78
Sa	45,8	34,8	27,4	108,0	18,00
So	41,3	38,0	18,7	98,0	16,34
Ex	125,6	107,2	67,9		
$\bar{x}$	20,94	17,87	11,32		

Tabla 87.- Ensayo S-N 1979. Cosecha grano: Análisis de varianza y mínimas diferencias significativas.

Análisis de varianza:

FV	GL	SC	MC	Fc	NP	
RP	1	9,8	9,8	0,3	-	
TRAT	S	2	16,0	8,0	0,2	-
	N	8	326,5	40,8	1,0	0,10
	SN	4	20,9	5,2	0,1	-
ERROR	8	309,8	38,7			
TOTAL	17	646,1				

Mínimas diferencias significativas:

V	0,10	0,05	0,02	0,01	0,001
N	4,773	5,917	7,200	8,609	12,935

Los resultados obtenidos en el análisis de varianza indican que no existe variabilidad estadística en la cosecha grano con las distintas aplicaciones de Azufre (Tabla 87). Los valores medios obtenidos han sido los siguientes (Tabla 86):

$$S_a = 18,00 \text{ kg}/100\text{m}^2$$

$$S_o = 16,34 \text{ kg}/100\text{m}^2$$

$$S_b = 15,78 \text{ kg}/100\text{m}^2$$

Sin embargo, en el caso de los niveles de N, se constata que la cosecha grano varía de forma destacable ( $P > 0,10$ ; Tabla 87), obteniendo el valor máximo la dosis  $N_2$ ;  $N_1$  ocupa un lugar intermedio, sin diferencias significativas frente al primero; mientras que a  $N_0$  le corresponde la cosecha grano más baja, con diferencias significativas respecto a los anteriores ( $P = 0,01$  y  $0,05$ , respectivamente; Tabla 87). Los valores medios fueron (Tabla 86):

$$N_2 = 20,94 \text{ kg}/100\text{m}^2$$

$$N_1 = 17,87 \text{ kg}/100\text{m}^2$$

$$N_0 = 11,32 \text{ kg}/100\text{m}^2$$

En el efecto doble S-N no se ha encontrado variación estadística (Tabla 87).

Del análisis estadístico efectuado se deduce, por lo tanto, que la cosecha grano aumenta significativamente respecto al testigo con los niveles más altos de Nitrógeno ( $N_2 = 80\text{kg}/\text{Ha}$ ), e incluso con la mitad de la dosis anterior ( $N_1 = 40\text{kg}/\text{Ha}$ ), suministrando dicha fertilización al final del ahijado. Por contra, el azufre no ha originado efecto significativo alguno sobre la cosecha, en sus dos épocas de aplicación.

b) Azufre y urea. En la Tabla 88 se reflejan los valores de cosecha grano por tratamiento y repetición, mientras que en la Tabla 89 lo son el análisis de varianza y mínimas diferencias significativas.

Tabla 88.- Ensayo S-N 1979. Cosecha grano en función de los niveles de Azufre y urea.

Resultados por tratamiento y repetición:

RP	TRATAMIENTOS									Ex	$\bar{x}$
	Sb			Sa			So				
	U <sub>2</sub>	U <sub>1</sub>	U <sub>0</sub>	U <sub>2</sub>	U <sub>1</sub>	U <sub>0</sub>	U <sub>2</sub>	U <sub>1</sub>	U <sub>0</sub>		
I	8,7	9,1	13,5	16,9	14,9	14,5	18,9	15,3	11,9	123,7	13,7
II	7,5	6,1	9,7	13,5	12,5	17,7	8,5	11,1	16,1	102,7	11,4
Ex	16,2	15,2	23,2	30,4	27,4	32,2	27,4	26,4	28,0		
$\bar{x}$	8,1	7,6	11,6	15,2	13,7	16,1	13,7	13,2	14,0		

Resultados por tratamiento:

	U <sub>2</sub>	U <sub>1</sub>	U <sub>0</sub>	Ex	$\bar{x}$
Sb	16,2	15,2	23,2	54,6	9,10
Sa	30,4	27,4	32,2	90,0	15,00
So	27,4	26,4	28,0	81,8	13,64
Ex	74,0	69,0	83,4		
$\bar{x}$	12,34	11,50	13,90		

Tabla 89.- Ensayo S-N 1979. Cosecha grano: Análisis de varianza y mínimas diferencias significativas.

Análisis de varianza:

FV	GL	SC	MC	Fc	NP	
RP	1	24,5	24,5	2,7	-	
TRAT	S	2	114,5	57,2	6,2	0,05
	U	8	134,0	17,8	8,9	-
	SU	4	7,7	1,9	1,0	-
ERROR	8	73,4	9,2	0,2		
TOTAL	17	231,9				

Mínimas diferencias significativas:

V	0,10	0,05	0,02	0,01	0,001
S	3,257	4,038	4,914	5,875	8,828

La cosecha grano varía significativamente ( $P=0,05$ ; Tabla 89) en función de las aplicaciones de Azufre. El valor medio más elevado de los obtenidos es el correspondiente al tratamiento de final de ahijado (Sa), con diferencias muy significativas ( $P=0,01$ ; Tabla 89) respecto a la adición al final del encañado (Sb). Esta última, presenta una disminución significativa de la cosecha ( $P=0,05$ ; Tabla 89) en relación al testigo (So). Los valores medios obtenidos son (Tabla 88):

$$Sa = 15,00 \text{ kg}/100\text{m}^2$$

$$So = 13,64 \text{ kg}/100\text{m}^2$$

$$Sb = 9,10 \text{ kg}/100\text{m}^2$$

Entre los niveles de urea no se presenta variabilidad (Tabla 89), siendo los valores medios los siguientes (Tabla 88):

$$U_0 = 13,90 \text{ kg}/100\text{m}^2$$

$$U_2 = 12,34 \text{ kg}/100\text{m}^2$$

$$U_1 = 11,50 \text{ kg}/100\text{m}^2$$

No se encuentra variación estadística en el efecto doble S-U (Tabla 89).

Así pues, en nuestras condiciones experimentales puede deducirse que, al adicionar niveles lo suficientemente elevados de fertilizante nitrogenado (N), la acción del Azufre está muy limitada, aunque puede observarse una pequeña disminución de la cosecha en la aplicaciones de Azufre efectuadas al final del encañado ( $Sb = 15,79 \text{ kg}/100\text{m}^2$ ; Tabla 86), sobre todo en relación a las de Azufre al final del ahijado ( $Sa = 18,00 \text{ kg}/100\text{m}^2$ ; Tabla 86). Pero el mayor o menor aumento significativo de la cosecha está condicionado por el suministro de Nitrógeno.

Ahora bien, cuando los niveles de fertilización nitrogenada son moderadamente bajos (U), se observan variaciones estadísticas entre las aplicaciones de Azufre, constatándose que cuando es añadido al final del encañado (Sb) disminuye significativamente la cosecha grano respecto a la aplicación al final del ahijado (Sa) y al testigo (So).

En el análisis estadístico realizado, se han estudiado individualmente los efectos de los niveles normales o superiores a la normalidad (N) e inferiores a lo normal (U) de Nitrógeno con las distintas fechas de adición de Azufre, sobre la cosecha grano. El paso siguiente consiste en la comparación de estos dos efectos entre sí (N y U).

A-1.2) Comparación de los tratamientos N y U.

En la Tabla 90 se encuentran reflejados los valores medios, desviaciones típicas y número de datos, de las subdivisiones realizadas de N, U y S; y en la Tabla 91 el ensayo de diferencias entre medias de dichas subdivisiones.

Tabla 90.- Ensayo S-N 1979. Cosecha grano: Subdivisión de los valores de N, U y S.

TRAT	$\bar{x}$	s	n	TRAT	$\bar{x}$	s	n
N <sub>T</sub>	16,71	6,19	18	SbN <sub>T</sub>	15,78	4,64	6
N <sub>1+2</sub>	19,40	4,75	12	SbN <sub>1+2</sub>	18,23	1,86	4
N <sub>2</sub>	20,93	5,55	6	SaN <sub>T</sub>	18,00	5,76	6
N <sub>1</sub>	17,87	3,64	6	SaN <sub>1+2</sub>	20,15	5,00	4
N <sub>o</sub>	11,32	5,33	6	SoN <sub>T</sub>	16,34	8,52	6
U <sub>T</sub>	12,58	3,74	18	SoN <sub>1+2</sub>	19,83	7,18	4
U <sub>1+2</sub>	11,92	4,05	12	SbU <sub>T</sub>	9,10	2,51	6
U <sub>2</sub>	12,33	4,83	6	SbU <sub>1+2</sub>	7,85	1,31	4
U <sub>1</sub>	11,50	3,52	6	SaU <sub>T</sub>	15,00	1,98	6
U <sub>o</sub>	13,90	2,88	6	SaU <sub>1+2</sub>	14,45	1,91	4

Tabla 91.- Ensayo S-N 1979. Cosecha grano: "t" de Student. Se acompañan los porcentajes de aumento (+) o disminución (-).

Relación	t	NP	%	Relación	t	NP	%
N <sub>T</sub> /U <sub>T</sub>	2,42	0,05	+33	SbN <sub>T</sub> /SbU <sub>T</sub>	3,10	0,05	+73
N <sub>1+2</sub> /U <sub>1+2</sub>	4,51	0,001	+63	SbN <sub>1+2</sub> /SbU <sub>1+2</sub>	9,13	0,001	+132
N <sub>2</sub> /U <sub>2</sub>	2,86	0,05	+70	SaN <sub>T</sub> /SaU <sub>T</sub>	1,21	-	+20
N <sub>1</sub> /U <sub>1</sub>	3,08	0,05	+55	SaN <sub>1+2</sub> /SaU <sub>1+2</sub>	2,13	-	+39
N <sub>1</sub> /U <sub>2</sub>	2,24	0,05	+45	SaN <sub>T</sub> /SbU <sub>T</sub>	3,47	0,01	+98
N <sub>o</sub> /U <sub>o</sub>	-1,04	-	-22	SbN <sub>T</sub> /SaU <sub>T</sub>	0,38	-	+5

Entre la totalidad de las aplicaciones de N (N<sub>2</sub>+N<sub>1</sub>+N<sub>o</sub>) y las de U (U<sub>2</sub>+U<sub>1</sub>+U<sub>o</sub>) existen diferencias significativas (P=0,05; Tabla 91) en la cosecha grano, siendo los niveles N<sub>T</sub> mucho más efectivos que los de U<sub>T</sub> (33%; Tabla 91):

$$N_T = 16,71 \text{ kg}/100m^2$$

$$U_T = 12,58 \text{ kg}/100m^2$$

Para comparar realmente la efectividad de N y U, es necesario eliminar  $N_0$  y  $U_0$ , puesto que en realidad ambas no son aplicaciones como tales; en cuyo caso se comprueba que los niveles reales de N elevan la cosecha grano de forma altamente significativa ( $P=0,001$ ; 63%; Tabla 91) frente a U:

$$N_{1+2} = 19,40 \text{ kg}/100\text{m}^2$$

$$U_{1+2} = 11,92 \text{ kg}/100\text{m}^2$$

El paso siguiente sería comparar los distintos niveles de N y U por separado:

$$N_2 = 20,93 \text{ kg}/100\text{m}^2 \quad U_2 = 12,33 \text{ kg}/100\text{m}^2$$

$$N_1 = 17,87 \text{ kg}/100\text{m}^2 \quad U_1 = 11,50 \text{ kg}/100\text{m}^2$$

$$N_0 = 11,32 \text{ kg}/100\text{m}^2 \quad U_0 = 13,90 \text{ kg}/100\text{m}^2$$

Del estudio de diferencias entre medias (Tabla 91) se deduce que las dos dosis de N presentan una elevación significativa de la cosecha grano frente a los dos niveles de U ( $P=0,05$ ). Entre las parcelas testigo  $N_0$  y  $U_0$  no existen diferencias estadísticas.

El que la aplicación de  $N_2$  haga aumentar la cosecha con respecto a  $U_2$  es lógico, ya que a las parcelas con  $N_2$  se les suministró doble cantidad de Nitrógeno total que a  $U_2$  (cf. Cuadro 2):

$$\frac{N_2}{U_2} = \frac{80 \text{ kg}/\text{Ha}}{40 \text{ kg}/\text{Ha}} = 2$$

Y lo mismo ocurre en el caso de  $N_1$  y  $U_1$ :

$$\frac{N_1}{U_1} = \frac{40 \text{ kg}/\text{Ha}}{20 \text{ kg}/\text{Ha}} = 2$$

Lo que ya no parece tan lógico es que entre las cosechas resultantes de las fertilizaciones con  $N_1$  y  $U_2$  existan diferencias significativas, ya que la proporción de Nitrógeno aplicado en ambos casos es 1:

$$\frac{N_1}{U_2} = \frac{40 \text{ kg}/\text{Ha}}{40 \text{ kg}/\text{Ha}} = 1$$

Este hecho podría explicarse porque, mientras las aplicaciones de N fueron realizadas exclusivamente al final del ahijado, las de U se dividieron en dos épocas: mitad de la dosis - al final del ahijado y la otra mitad al final del encañado. De todo ello parece deducirse que el efecto de la segunda aplicación nitrogenada estuvo muy disminuido, o prácticamente no existió, lo cual explicaría este descenso de la cosecha grano en las parcelas tratadas con  $U_2$  respecto a las de  $N_1$ .

A continuación se estudia el efecto de las épocas de aplicación de Azufre: Sa (final de ahijado) y Sb (final de encañado), en las parcelas con N y U:

Cuando el suministro de Azufre se realiza al final del encañado, al comparar los valores medios de cosecha obtenidos - entre las aplicaciones totales de N y U, se comprueba que los - kg de grano se han elevado significativamente ( $P=0,05$ ; Tabla 91) en el caso de  $SbN_T$ , con un aumento del 73% respecto a  $SbU_T$ :

$$SbN_T = 15,78 \text{ kg}/100m^2$$

$$SbU_T = 9,10 \text{ kg}/100m^2$$

Al eliminar el efecto de los niveles testigo de N y U, entre los que anteriormente se comprobó no existía variabilidad estadística, las diferencias encontradas entre las aplicaciones reales de  $SbN$  y  $SbU$  son altamente significativas ( $P=0,001$ ; Tabla 91), presentando  $SbN_{1+2}$  un aumento de cosecha del 132% en relación a  $SbU_{1+2}$ :

$$SbN_{1+2} = 18,23 \text{ kg}/100m^2$$

$$SbU_{1+2} = 7,85 \text{ kg}/100m^2$$

Teniendo en cuenta lo anteriormente expresado, se puede afirmar que la aplicación de Azufre al final del encañado (Sb) no produce ningún efecto sobre la cosecha grano, cuando el suministro de Nitrógeno es moderadamente alto (N). Pero, en el caso de niveles bajos de Nitrógeno (U), disminuye significativamente la cosecha respecto al testigo (So) y a la aplicación al final del ahijado (Sa), como se estudió anteriormente (Tabla 89).

En cuanto a la aplicación de Azufre al final del ahijado (Sa), al comparar los valores medios de cosecha grano obtenidos para N y U, no aparecen diferencias significativas (Tabla 91):

$$SaN_T = 18,00 \text{ kg}/100m^2$$

$$SaU_T = 15,00 \text{ kg}/100m^2$$

Tampoco se encuentran diferencias estadísticas -aunque sí bastante apreciables (39%) - al eliminar los niveles  $N_o$  y  $U_o$  (Tabla 91):

$$SaN_{1+2} = 20,15 \text{ kg}/100m^2$$

$$SaU_{1+2} = 14,45 \text{ kg}/100m^2$$

Sin embargo, al comparar la acción del Azufre al final del ahijado con niveles bajos de Nitrógeno, frente a niveles - altos de Nitrógeno con Azufre al final del encañado, no se encuentran prácticamente diferencias (5%; Tabla 91):



$$SbN_T = 15,78 \text{ kg}/100m^2$$

$$SaU_T = 15,00 \text{ kg}/100m^2$$

Se deduce, por tanto, que la aplicación de Azufre al final del ahijado equilibra estadísticamente la cosecha grano entre los niveles altos y bajos de Nitrógeno.

En la Gráfica 12 se han representado, mediante diagrama de barras, los valores de cosecha grano por tratamiento.

Del estudio estadístico completo llevado a cabo se constata que, en las condiciones experimentales del ensayo de 1979:

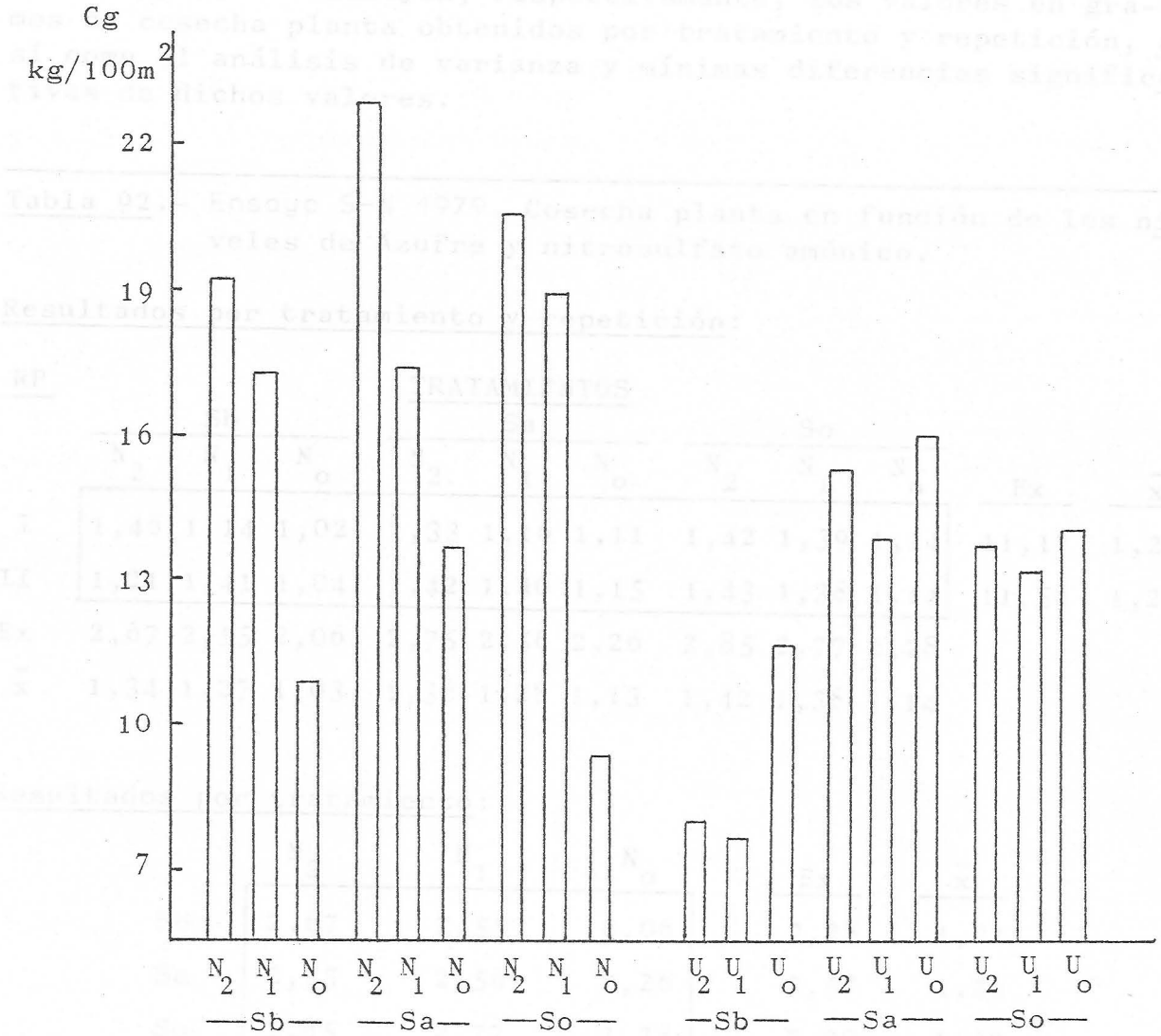
1.- La adición de Nitrógeno al final del encañado (cobertera tardía) es muy poco efectiva.

2.- Al suministrar Azufre al final del ahijado, los valores medios de cosecha grano para niveles moderadamente altos de Nitrógeno (N) y moderadamente bajos (U), no presentan diferencias de tipo estadístico, encontrándose un efecto suplementario del Azufre cuando la aplicación de Nitrógeno es baja.

3.- Cuando la aplicación de Azufre se verifica al final del encañado, la respuesta del nivel bajo de Nitrógeno es negativa, por debajo incluso de la del testigo.

4.- El Azufre no parece actuar como sustitutivo del Nitrógeno, al menos en las dosis empleadas, ya que en los tratamientos testigo de este fertilizante, la cosecha grano no iguala estadísticamente la de los niveles con dosis mayores de abonado nitrogenado.

Gráfica 12.- Ensayo S-N 1979. Representación de los valores medios de cosecha grano en función de los tratamientos.



TRAT

A-2) Estudio de la cosecha planta y parámetros en función de los niveles y épocas de aplicación de Azufre, nitrosulfato amónico y urea.

A-2.1) Cosecha planta.

A-2.1.1) Efecto de las aplicaciones de Azufre y Nitrógeno.

a) Azufre y nitrosulfato amónico. En las Tablas 92 y 93 se incluyen, respectivamente, los valores en gramos de cosecha planta obtenidos por tratamiento y repetición, así como el análisis de varianza y mínimas diferencias significativas de dichos valores.

Tabla 92.- Ensayo S-N 1979. Cosecha planta en función de los niveles de Azufre y nitrosulfato amónico.

Resultados por tratamiento y repetición:

RP	TRATAMIENTOS									Ex	$\bar{x}$
	Sb			Sa			So				
	N <sub>2</sub>	N <sub>1</sub>	N <sub>0</sub>	N <sub>2</sub>	N <sub>1</sub>	N <sub>0</sub>	N <sub>2</sub>	N <sub>1</sub>	N <sub>0</sub>		
I	1,46	1,14	1,02	1,33	1,16	1,11	1,42	1,39	1,14	11,17	1,24
II	1,21	1,41	1,04	1,42	1,40	1,15	1,43	1,38	1,14	11,58	1,29
Ex	2,67	2,55	2,06	2,75	2,56	2,26	2,85	2,77	2,28		
$\bar{x}$	1,34	1,27	1,03	1,38	1,28	1,13	1,42	1,38	1,14		

Resultados por tratamiento:

	N <sub>2</sub>	N <sub>1</sub>	N <sub>0</sub>	Ex	$\bar{x}$
Sb	2,67	2,55	2,06	7,28	1,21
Sa	2,75	2,56	2,26	7,57	1,26
So	2,85	2,77	2,28	7,90	1,32
Ex	8,27	7,88	6,60		
$\bar{x}$	1,38	1,31	1,10		

Tabla 93.- Ensayo S-N 1979. Cosecha planta: Análisis de varianza y mínimas diferencias significativas.

Análisis de varianza:

FV	Gl	SC	MC	Fc	NP	
RP	1	0,01	0,01	1,0	-	
TRAT	S	2	0,03	0,015	1,5	-
	N	2	0,30	0,13	4,0	0,05
	SN	4	0,01	0,003	0,3	-
ERROR	8	0,09	0,01			
TOTAL	17	0,40				

Mínimas diferencias significativas:

V	0,10	0,05	0,02	0,01	0,001
N	0,107	0,133	0,162	0,194	0,291

Los resultados obtenidos son prácticamente equivalentes a los de cosecha grano: no se encuentra variabilidad estadística entre las distintas épocas de aplicación de Azufre (Tabla 93):

So= 1,32 g/planta

Sa= 1,26 g/planta

Sb= 1,21 g/planta

Entre los niveles de nitrosulfato amónico existe variación estadística (P=0,05; Tabla 93), presentando los tratamientos N<sub>2</sub> y N<sub>1</sub> diferencias muy significativas (P=0,01; Tabla 93) - con respecto al testigo:

N<sub>2</sub> = 1,38 g/planta

N<sub>1</sub> = 1,31 g/planta

N<sub>0</sub> = 1,10 g/planta

Por tanto, del estudio estadístico realizado se desprende que los niveles elevados de Nitrógeno (N<sub>2</sub> y N<sub>1</sub>) aumentan significativamente el peso de los granos por planta, al igual que ocurría con la cosecha grano.

b) Azufre y urea. Los valores de cosecha - planta obtenidos por tratamiento y repetición, así como el análisis de varianza y mínimas diferencias respectivos, se incluyen en las Tablas 94 y 95.

Tabla 94.- Ensayo S-N 1979. Cosecha planta en función de los niveles de Azufre y urea.

Resultados por tratamiento y repetición:

RP	TRATAMIENTOS									Ex	$\bar{x}$
	Sb			Sa			So				
	U <sub>2</sub>	U <sub>1</sub>	U <sub>0</sub>	U <sub>2</sub>	U <sub>1</sub>	U <sub>0</sub>	U <sub>2</sub>	U <sub>1</sub>	U <sub>0</sub>		
I	1,13	1,15	1,10	1,35	1,22	1,10	1,22	1,19	0,99	10,45	1,16
II	1,04	1,06	1,14	1,38	1,33	1,15	1,17	1,15	1,24	10,66	1,18
Ex	2,17	2,21	2,24	2,73	2,55	2,25	2,39	2,34	2,23		
$\bar{x}$	1,09	1,11	1,12	1,37	1,28	1,13	1,20	1,17	1,12		

Resultados por tratamiento:

	U <sub>2</sub>	U <sub>1</sub>	U <sub>0</sub>	Ex	$\bar{x}$
Sb	2,17	2,21	2,34	6,62	1,10
Sa	2,73	2,55	2,25	7,53	1,26
So	2,39	2,34	2,23	6,96	1,16
Ex	7,29	7,10	6,72		
$\bar{x}$	1,22	1,18	1,12		

Tabla 95.- Ensayo S-N 1979. Cosecha planta: Análisis de varianza y mínimas diferencias significativas.

Análisis de varianza:

FV	Gl	SC	MC	Fc	NP
RP	1	0,003	0,003	0,5	-
TRAT	S	2	0,07	0,035	5,8
	U	8	0,130	0,020	3,3
	SU	4	0,03	0,015	2,5
ERROR	8	0,050	0,006	1,3	-
TOTAL	17	0,183			

Mínimas diferencias significativas:

V	0,10	0,05	0,02	0,01	0,001
S	0,083	0,100	0,125	0,150	0,225



Con niveles bajos de Nitrógeno (U) se comprueba que existe variabilidad estadística ( $P=0,05$ ; Tabla 95) entre las distintas épocas de suministro de Azufre, de igual forma que ocurría con la cosecha grano. Al tratamiento con Azufre al final del ahijado le ha correspondido el mayor peso de grano por planta, - con diferencias significativas de diversa índole ( $P=0,05$  a  $0,01$ ; Tabla 95) respecto a Sb y So, entre los cuales no existían diferencias:

Sa= 1,26 g/planta

So= 1,16 g/planta

Sb= 1,10 g/planta

Entre los niveles de U, así como en las interrelaciones SU no se encuentra variabilidad estadística.

Todo lo antes expuesto parece corroborar los datos expresados en el apartado de cosecha grano, acerca de las acciones de las épocas de aplicación de Azufre, en el caso de niveles suficientes y bajos de Nitrógeno (N y U).

A-2.1.2.) Comparación de los tratamientos

N y U.

En la Tabla 96 se exponen los valores de las subdivisiones de N, U y S; y en la Tabla 97 el ensayo de diferencias entre las medias de dichas subdivisiones.

Tabla 96.- Ensayo S-N 1979. Cosecha planta: Subdivisión de los valores de N, U y S.

<u>TRAT</u>	<u><math>\bar{x}</math></u>	<u>s</u>	<u>n</u>	<u>TRAT</u>	<u><math>\bar{x}</math></u>	<u>s</u>	<u>n</u>
N <sub>T</sub>	1,26	0,15	18	SbN <sub>T</sub>	1,21	0,19	6
N <sub>1+2</sub>	1,35	0,11	12	SbN <sub>1+2</sub>	1,31	0,15	4
N <sub>2</sub>	1,38	0,09	6	SaN <sub>T</sub>	1,26	0,14	6
N <sub>1</sub>	1,31	0,13	6	SaN <sub>1+2</sub>	1,33	0,12	4
N <sub>o</sub>	1,10	0,06	6	SoN <sub>T</sub>	1,32	0,14	6
U <sub>T</sub>	1,17	0,10	18	SoN <sub>1+2</sub>	1,41	0,02	4
U <sub>1+2</sub>	1,20	0,11	12	SbU <sub>T</sub>	1,10	0,05	6
U <sub>2</sub>	1,22	0,13	6	SbU <sub>1+2</sub>	1,10	0,05	4
U <sub>1</sub>	1,18	0,13	6	SaU <sub>T</sub>	1,26	0,12	6
U <sub>o</sub>	1,12	0,08	6	SaU <sub>1+2</sub>	1,32	0,07	4

Tabla 97.- Ensayo S-N 1979. Cosecha planta: "t" de Student.

Relación	t	NP	%	Relación	t	NP	%
$N_T/U_T$	2,12	0,05	+8	$SbN_T/SbU_T$	1,37	-	+10
$N_{1+2}/U_{1+2}$	3,34	0,01	+13	$SbN_{1+2}/SbU_{1+2}$	2,66	0,05	+19
$N_2/U_2$	2,48	0,05	+13	$SaN_T/SaU_T$	0,00	-	0
$N_1/U_1$	1,73	-	+11	$SaN_{1+2}/SaU_{1+2}$	0,14	-	+1
$N_1/U_2$	1,20	-	+8	$SaN_T/SbU_T$	2,64	0,05	+15
$N_o/U_o$	-0,49	-	-2	$SbN_T/SaU_T$	-0,55	-	-4

Al comparar los niveles de Nitrógeno en forma de N y U, se encuentran diferencias de diversa significación ( $P=0,05$  a  $0,01$ ; Tabla 97) en favor de los tratamientos con N:

$N_T = 1,26$ g/planta	$U_T = 1,17$ g/planta
$N_{1+2} = 1,35$ g/planta	$U_{1+2} = 1,20$ g/planta
$N_2 = 1,38$ g/planta	$U_2 = 1,22$ g/planta
$N_1 = 1,31$ g/planta	$U_1 = 1,18$ g/planta

En cuanto a las épocas de aplicación de Azufre, se observa (Tabla 95) que Sb no modifica apenas la cosecha planta, en las aplicaciones con N y U.

Sin embargo, las aplicaciones de Azufre al final del ahijado (Sa), en los tratamientos con dosis bajas de Nitrógeno (U), elevan el peso de los granos por planta, igualando los valores de N, al tiempo que estos últimos apenas se modifican (Tabla 97):

$$SaN_T = 1,26 \text{ g/planta}$$

$$SaU_T = 1,26 \text{ g/planta}$$

como tampoco lo hacen al eliminar los niveles  $N_o$  y  $U_o$ :

$$SaN_{1+2} = 1,33 \text{ g/planta}$$

$$SaU_{1+2} = 1,32 \text{ g/planta}$$

Todo ello parece confirmar lo expuesto anteriormente a propósito de la cosecha grano: Las aplicaciones de Azufre al final del ahijado, en el caso de niveles bajos de Nitrógeno, son altamente beneficiosas, suplementando la acción nitrogenada. - Mientras que con alto suministro de Nitrógeno, no causan efecto alguno.

En la Gráfica 13 se han representado los valores de cosecha planta por tratamiento.



A-2.2) Componentes de la cosecha planta.

A-2.2.1) Efecto de las aplicaciones de Azufre y Nitrógeno.

a) Azufre y nitrosulfato amónico. Los valores medios correspondientes a número de espigas por planta, número de granos por espiga y peso de mil granos por tratamiento y repetición, así como los análisis de varianza y mínimas diferencias respectivas se encuentran en las Tablas 98 a 103.

Tabla 98.- Ensayo S-N 1979. Número de espigas por planta en función de los niveles de Azufre y nitrosulfato amónico.

Resultados por tratamiento y repetición:

RP	TRATAMIENTOS									Ex	$\bar{x}$
	Sb			Sa			So				
	N <sub>2</sub>	N <sub>1</sub>	N <sub>0</sub>	N <sub>2</sub>	N <sub>1</sub>	N <sub>0</sub>	N <sub>2</sub>	N <sub>1</sub>	N <sub>0</sub>		
I	2,50	1,83	1,83	2,33	2,33	2,00	2,33	2,33	2,00	19,48	2,17
II	2,17	2,67	2,00	2,50	2,33	2,00	2,50	2,33	2,00	20,50	2,28
Ex	4,67	4,50	3,83	4,83	4,66	4,00	4,83	4,66	4,00		
$\bar{x}$	2,34	2,25	1,92	2,42	2,33	2,00	2,42	2,33	2,00		

Resultados por tratamiento:

	N <sub>2</sub>	N <sub>1</sub>	N <sub>0</sub>	Ex	$\bar{x}$
Sb	4,67	4,50	3,83	13,00	2,17
Sa	4,83	4,66	4,00	13,49	2,25
So	4,83	4,66	4,00	13,49	2,25
Ex	14,33	13,82	11,83		
$\bar{x}$	2,39	2,30	1,97		

Tabla 99.- Ensayo S-N 1979. Número de espigas por planta: Análisis de varianza y mínimas diferencias significativas.

Análisis de varianza:

FV	Gl	SC	MC	Fc	NP
RP	1	0,06	0,06	1,2	-
TRAT	S	2	0,02	0,01	0,2
	N	8	0,61	0,08	1,6
	SN	4	0,01	0,003	0,1
ERROR	8	0,39	0,05		
TOTAL	17	1,06			

Mínimas diferencias significativas:

V	0,10	0,05	0,02	0,01	0,001
N	0,228	0,282	0,344	0,411	0,617

Tabla 100.- Ensayo S-N 1979. Número de granos por espiga en función de los niveles de Azufre y nitrosulfato amónico.

Resultados por tratamiento y repetición:

RP	TRATAMIENTOS									Ex	$\bar{x}$
	Sb			Sa			So				
	N <sub>2</sub>	N <sub>1</sub>	N <sub>0</sub>	N <sub>2</sub>	N <sub>1</sub>	N <sub>0</sub>	N <sub>2</sub>	N <sub>1</sub>	N <sub>0</sub>		
I	20,0	20,7	18,6	19,4	17,0	18,4	20,8	19,6	18,6	173,1	19,2
II	19,1	17,8	17,8	19,5	19,8	18,8	19,2	19,6	18,6	170,2	18,9
Ex	39,1	38,5	36,4	38,9	36,8	37,2	40,0	39,2	37,2		
$\bar{x}$	19,6	19,3	18,2	19,5	18,4	18,6	20,0	19,6	18,6		

Resultados por tratamiento:

	N <sub>2</sub>	N <sub>1</sub>	N <sub>0</sub>	Ex	$\bar{x}$
Sb	39,1	38,5	36,4	114,0	19,00
Sa	38,9	36,8	37,2	112,9	18,82
So	40,0	39,2	37,2	116,4	19,40
Ex	118,0	114,5	110,8		
$\bar{x}$	19,67	19,08	18,47		

Tabla 101.- Ensayo S-N 1979. Número de granos por espiga: Análisis de varianza:

Análisis de varianza:

FV	Gl	SC	MC	Fc	NP
RP	1	0,47	0,47	0,4	-
TRAT	S	2	1,07	0,54	0,5
	N	2	6,40	4,32	0,80
	SN	4	1,01	0,25	0,2
ERROR	8	9,75	1,22		
TOTAL	17	16,62			

Tabla 102.- Ensayo S-N 1979. Peso de mil granos en función de los niveles de Azufre y nitrosulfato amónico.

Resultados por tratamiento y repetición:

RP	TRATAMIENTOS									Ex	$\bar{x}$
	Sb			Sa			So				
	N <sub>2</sub>	N <sub>1</sub>	N <sub>0</sub>	N <sub>2</sub>	N <sub>1</sub>	N <sub>0</sub>	N <sub>2</sub>	N <sub>1</sub>	N <sub>0</sub>		
I	29,2	30,0	29,3	29,3	29,3	30,2	29,3	30,5	30,6	267,7	29,7
II	29,2	29,6	29,1	29,2	30,3	30,6	29,7	30,3	30,5	268,6	29,8
Ex	58,4	59,6	58,4	58,5	59,6	60,8	59,0	60,8	61,1		
$\bar{x}$	29,2	29,8	29,2	29,3	29,8	30,4	29,5	30,4	30,6		

Resultados por tratamiento:

	N <sub>2</sub>	N <sub>1</sub>	N <sub>0</sub>	Ex	$\bar{x}$
Sb	58,4	59,6	58,4	176,4	29,41
Sa	58,5	59,6	60,8	178,9	29,81
So	59,0	60,8	61,1	180,9	30,16
Ex	175,9	180,0	180,3		
$\bar{x}$	29,32	29,99	30,06		

Tabla 103.- Ensayo S-N 1979. Peso de mil granos: Análisis de varianza y mínimas diferencias significativas.

Análisis de varianza:

FV	Gl	SC	MC	Fc	NP
RP	1	0,04	0,04	0,4	-
TRAT	S	2	1,68	0,84	8,4
	N	8	4,79	0,60	10,2
	SN	4	1,08	0,27	2,7
ERROR	8	0,76	0,10		
TOTAL	17	5,59			

Mínimas diferencias significativas:

V	0,10	0,05	0,02	0,01	0,001
S	0,340	0,421	0,512	0,613	0,920
N	0,340	0,421	0,512	0,613	0,920

El número de espigas por planta varía significativamente con los tratamientos N ( $P=0,05$ ; Tabla 99). El nivel  $N_2$  alcanza el máximo valor, sin diferencias significativas respecto a  $N_1$ ; mientras que a  $N_0$  le ha correspondido el menor número, con diferencias muy significativas ( $P=0,01$ ; Tabla 99) con respecto a los anteriores:

$$N_2 = 2,39$$

$$N_1 = 2,30$$

$$N_0 = 1,97$$

En el peso de mil granos se encuentra variación estadística según los niveles de N y las épocas de aplicación de Azufre ( $P=0,01$ ; Tabla 103).

El tratamiento  $N_2$  presenta menor peso de mil granos que  $N_1$  y  $N_0$ ; pero aunque existen diferencias significativas entre ellos ( $P=0,01$ ; Tabla 103), el porcentaje de pérdidas es muy escaso: 2,3% entre  $N_2$  y  $N_1$ , y 2,5% entre  $N_2$  y  $N_0$ :

$$N_0 = 30,06 \text{ g}$$

$$N_1 = 29,99 \text{ g}$$

$$N_2 = 29,32 \text{ g}$$

En cuanto a las épocas de aplicación de Azufre, el valor mínimo se obtuvo con Sb, sin diferencias frente a Sa, pero con diferencias significativas respecto a So ( $P=0,01$ ; Tabla 103), si bien, como en el caso de los niveles de N, son de pequeña en tidad: 2,5% entre So y Sb:

$$So = 30,16 \text{ g}$$

$$Sa = 29,81 \text{ g}$$

$$Sb = 29,40 \text{ g}$$

El hecho de que existan diferencias de tipo estadístico entre valores tan similares del peso de mil granos es debido al reducido valor de la media de cuadrados del error (Tabla 103).

El número de granos por espiga no presenta variabilidad estadística en los efectos simples (N y S), ni tampoco en el do ble (SN) (Tabla 101).

b) Azufre y urea. En las Tablas 104 a 109 se pueden observar los valores medios correspondientes a número de espigas por planta, número de granos por espiga y peso de mil granos, así como los respectivos análisis de varianza y mí nimas diferencias significativas.

Tabla 104.- Ensayo S-N 1979. Número de espigas por planta en función de los niveles de Azufre y urea.

Resultados por tratamiento y repetición:

RP	TRATAMIENTOS									Ex	$\bar{x}$
	Sb			Sa			So				
	U <sub>2</sub>	U <sub>1</sub>	U <sub>0</sub>	U <sub>2</sub>	U <sub>1</sub>	U <sub>0</sub>	U <sub>2</sub>	U <sub>1</sub>	U <sub>0</sub>		
I	2,00	2,00	2,00	2,33	2,17	2,00	2,17	2,17	2,00	18,84	2,09
II	2,00	2,00	2,00	2,50	2,50	2,17	2,00	2,00	2,00	19,17	2,13
Ex	4,00	4,00	4,00	4,83	4,67	4,17	4,17	4,17	4,00		
$\bar{x}$	2,00	2,00	2,00	2,42	2,34	2,09	2,09	2,09	2,00		

Resultados por tratamiento:

	U <sub>2</sub>	U <sub>1</sub>	U <sub>0</sub>	Ex	$\bar{x}$
Sb	4,00	4,00	4,00	12,00	2,00
Sa	4,83	4,67	4,17	13,67	2,28
So	4,17	4,17	4,00	12,34	2,06
Ex	13,00	12,84	12,17		
$\bar{x}$	2,17	2,14	2,03		

Tabla 105.- Ensayo S-N 1979. Número de espigas por planta: Aná sis de varianza y mínimas diferencias significativas.

Análisis de varianza:

FV	Gl	SC	MC	Fc	NP		
RP	1	0,01	0,01	0,5	-		
TRAT	S	2	0,13	0,13	8,0	0,05	
	U	8	0,39	0,07	0,04	3,0	2,2
	SU	4	0,06	0,02	0,02	0,9	-
ERROR	8	0,13	0,016				
TOTAL	17	0,53					

Mínimas diferencias significativas:

V	0,10	0,05	0,02	0,01	0,001
S	0,137	0,170	0,207	0,247	0,371

Tabla 106.- Ensayo S-N 1979. Número de granos por espiga en función de los niveles de Azufre y urea.

Resultados por tratamiento y repetición:

RP	TRATAMIENTOS									Ex	$\bar{x}$
	Sb			Sa			So				
	U <sub>2</sub>	U <sub>1</sub>	U <sub>0</sub>	U <sub>2</sub>	U <sub>1</sub>	U <sub>0</sub>	U <sub>2</sub>	U <sub>1</sub>	U <sub>0</sub>		
I	19,4	18,4	17,3	19,2	19,0	18,0	19,4	17,8	16,3	164,8	18,3
II	17,2	17,6	19,0	19,0	18,3	18,2	19,2	18,8	19,6	166,9	18,5
Ex	36,6	36,0	36,3	38,2	37,3	36,2	38,6	36,3	35,9		
$\bar{x}$	18,3	18,0	18,2	19,1	18,7	18,1	19,3	18,3	18,0		

Resultados por tratamiento:

	U <sub>2</sub>	U <sub>1</sub>	U <sub>0</sub>	Ex	$\bar{x}$
Sb	36,6	36,0	36,3	108,9	18,15
Sa	38,2	37,3	36,2	111,7	18,62
So	38,6	36,6	35,9	111,1	18,52
Ex	113,4	109,9	108,4		
$\bar{x}$	18,90	18,32	18,07		

Tabla 107.- Ensayo S-N 1979. Número de granos por espiga: Análisis de varianza.

Análisis de varianza:

FV	Gl	SC	MC	Fc	NP
RP	1	0,25	0,25	0,2	-
TRAT	S	2	0,72	0,36	0,3
	U	8	3,78	0,47	0,9
	SU	4	0,89	0,22	0,2
ERROR	8	10,19	1,27		
TOTAL	17	14,22			

Tabla 108.- Ensayo S-N 1979. Peso de mil granos en función de los niveles de Azufre y urea.

Resultados por tratamiento y repetición:

RP	TRATAMIENTOS									Ex	$\bar{x}$
	Sb			Sa			So				
	U <sub>2</sub>	U <sub>1</sub>	U <sub>0</sub>	U <sub>2</sub>	U <sub>1</sub>	U <sub>0</sub>	U <sub>2</sub>	U <sub>1</sub>	U <sub>0</sub>		
I	29,2	31,2	31,7	30,1	29,6	30,5	29,2	30,7	30,4	272,7	30,3
II	30,2	30,0	28,9	29,1	29,1	29,1	30,4	30,7	31,6	269,1	29,9
Ex	59,4	61,2	60,6	59,2	58,7	59,6	59,6	61,4	62,0		
$\bar{x}$	29,7	30,6	30,3	29,6	29,3	29,8	29,8	30,7	31,0		

Resultados por tratamiento:

	U <sub>2</sub>	U <sub>1</sub>	U <sub>0</sub>	Ex	$\bar{x}$
Sb	59,3	61,4	60,6	181,3	30,23
Sa	59,2	58,7	59,6	177,5	29,57
So	59,6	61,4	62,0	183,0	30,50
Ex	178,1	181,5	182,2		
$\bar{x}$	29,68	30,24	30,38		

Tabla 109.- Ensayo S-N 1979. Peso de mil granos: Análisis de varianza.

Análisis de varianza:

FV	G1	SC	MC	Fc	NP
RP	1	0,74	0,74	0,7	-
TRAT	S	2	2,71	1,31	1,3
	U	8	5,72	0,72	0,84
	SU	4	1,34	0,34	0,3
ERROR	8	7,90	0,99		
TOTAL	17	14,36			

El número de espigas por planta varía significativamente ( $P=0,05$ ; Tabla 105) con las épocas de aplicación de Azufre. La aplicación Sa alcanza el máximo valor, con diferencias significativas frente a Sb y So ( $P=0,01$  y  $0,05$ ; Tabla 105). Los valores medios fueron los siguientes (Tabla 104):

Sa= 2,28

So= 2,06

Sb= 2,00

El número de granos por espiga, así como el peso de mil granos no presentan variabilidad estadística en ninguno de los efectos (Tablas 107 y 109).



A-2.2.2) Comparación entre los tratamientos

N y U.

En las Tablas 110 a 115 se presentan los valores de las subdivisiones de N, U y S para los tres parámetros determinantes de la cosecha, así como los ensayos de diferencias entre me días respectivos.

Tabla 110.- Ensayo S-N 1979. Número de espigas por planta: Sub división de los valores de N, U y S.

<u>TRAT</u>	<u><math>\bar{x}</math></u>	<u>s</u>	<u>n</u>	<u>TRAT</u>	<u><math>\bar{x}</math></u>	<u>s</u>	<u>n</u>
N <sub>T</sub>	2,22	0,25	18	SbN <sub>T</sub>	2,17	0,35	6
N <sub>1+2</sub>	2,35	0,21	12	SbN <sub>1+2</sub>	2,29	0,37	4
N <sub>2</sub>	2,39	0,14	6	SaN <sub>T</sub>	2,25	0,20	6
N <sub>1</sub>	2,30	0,27	6	SaN <sub>1+2</sub>	2,37	0,09	4
N <sub>o</sub>	1,97	0,07	6	SoN <sub>T</sub>	2,37	0,20	6
U <sub>T</sub>	2,11	0,17	18	SoN <sub>1+2</sub>	2,37	0,09	4
U <sub>1+2</sub>	2,15	0,19	12	SbU <sub>T</sub>	2,00	0,00	6
U <sub>2</sub>	2,17	0,21	6	SbU <sub>1+2</sub>	2,00	0,00	4
U <sub>1</sub>	2,14	0,20	6	SaU <sub>T</sub>	2,28	0,20	6
U <sub>o</sub>	2,03	0,07	6	SaU <sub>1+2</sub>	2,38	0,16	4

Tabla 111.- Ensayo S-N 1979. Número de espigas por planta: "t" de Student.

<u>Relación</u>	<u>t</u>	<u>NP</u>	<u>%</u>	<u>Relación</u>	<u>t</u>	<u>NP</u>	<u>%</u>
N <sub>T</sub> /U <sub>T</sub>	1,54	0,10	+5	SbN <sub>T</sub> /SbU <sub>T</sub>	1,19	-	+8
N <sub>1+2</sub> /U <sub>1+2</sub>	2,45	0,05	+10	SbN <sub>1+2</sub> /SbU <sub>1+2</sub>	1,92	0,10	+15
N <sub>2</sub> /U <sub>2</sub>	2,14	0,05	+10	SaN <sub>T</sub> /SaU <sub>T</sub>	-0,26	-	-1
N <sub>1</sub> /U <sub>1</sub>	1,17	-	+7	SaN <sub>1+2</sub> /SaU <sub>1+2</sub>	-0,11	-	-1
N <sub>1</sub> /U <sub>2</sub>	0,93	-	+6	SaN <sub>T</sub> /SbU <sub>T</sub>	3,06	0,01	+13
N <sub>o</sub> /U <sub>o</sub>	-1,48	-	-3	SbN <sub>T</sub> /SaU <sub>T</sub>	-0,67	-	-5

Tabla 112.- Ensayo S-N 1979. Número de granos por espiga: Subdivisión de los valores de N, U y S.

TRAT	$\bar{x}$	s	n	TRAT	$\bar{x}$	s	n
N <sub>T</sub>	19,07	0,99	18	SbN <sub>T</sub>	19,00	1,18	6
N <sub>1+2</sub>	19,38	1,07	12	SbN <sub>1+2</sub>	19,40	1,25	4
N <sub>2</sub>	19,67	0,64	6	SaN <sub>T</sub>	18,82	1,02	6
N <sub>1</sub>	19,08	1,39	6	SaN <sub>1+2</sub>	18,93	1,29	4
N <sub>o</sub>	18,47	0,35	6	SoN <sub>T</sub>	19,40	0,82	6
U <sub>T</sub>	18,43	0,91	18	SoN <sub>1+2</sub>	19,80	0,69	4
U <sub>1+2</sub>	18,61	0,74	12	SbU <sub>T</sub>	18,15	0,92	6
U <sub>2</sub>	18,90	0,85	6	SbU <sub>1+2</sub>	18,15	0,97	4
U <sub>1</sub>	18,32	0,55	6	SaU <sub>T</sub>	18,62	0,51	6
U <sub>o</sub>	18,07	1,18	6	SaU <sub>1+2</sub>	18,88	0,39	4

Tabla 113.- Ensayo S-N 1979. Número de granos por espiga: "t" de Student.

Relación	t	NP	%	Relación	t	NP	%
N <sub>T</sub> /U <sub>T</sub>	2,02	-	+3	SbN <sub>T</sub> /SbU <sub>T</sub>	1,39	-	+5
N <sub>1+2</sub> /U <sub>1+2</sub>	2,05	-	+4	SbN <sub>1+2</sub> /SbU <sub>1+2</sub>	1,58	-	+7
N <sub>2</sub> /U <sub>2</sub>	1,77	-	+4	SaN <sub>T</sub> /SaU <sub>T</sub>	0,43	-	+1
N <sub>1</sub> /U <sub>1</sub>	1,25	-	+4	SaN <sub>1+2</sub> /SaU <sub>1+2</sub>	0,07	-	0
N <sub>1</sub> /U <sub>2</sub>	0,27	-	+1	SaN <sub>T</sub> /SbU <sub>T</sub>	1,19	-	+4
N <sub>o</sub> /U <sub>o</sub>	0,80	-	+2	SbN <sub>T</sub> /SaU <sub>T</sub>	0,72	-	+2

Tabla 114.- Ensayo S-N 1979. Peso de mil granos: Subdivisión de los valores de N, U y S.

TRAT	$\bar{x}$	s	n	TRAT	$\bar{x}$	s	n
N <sub>T</sub>	29,79	0,57	18	SbN <sub>T</sub>	29,41	0,33	6
N <sub>1+2</sub>	29,66	0,49	12	SbN <sub>1+2</sub>	29,50	0,37	4
N <sub>2</sub>	29,32	0,20	6	SaN <sub>T</sub>	29,81	0,63	6
N <sub>1</sub>	29,99	0,47	6	SaN <sub>1+2</sub>	29,52	0,53	4
N <sub>o</sub>	30,06	0,67	6	SoN <sub>T</sub>	30,16	0,53	6
U <sub>T</sub>	30,10	0,92	18	SoN <sub>1+2</sub>	29,95	0,55	4
U <sub>1+2</sub>	29,96	0,76	12	SbU <sub>T</sub>	30,23	1,14	6
U <sub>2</sub>	29,68	0,62	6	SbU <sub>1+2</sub>	30,18	0,92	4
U <sub>1</sub>	30,24	0,84	6	SaU <sub>T</sub>	29,57	0,62	6
U <sub>o</sub>	30,38	1,20	6	SaU <sub>1+2</sub>	29,46	0,51	4

Tabla 115.- Ensayo S-N 1979. Peso de mil granos: "t" de Student:

Relación	t	NP	%	Relación	t	NP	%
N <sub>T</sub> /U <sub>T</sub>	-1,22	-	-1	SbN <sub>T</sub> /SbU <sub>T</sub>	-1,69	-	-3
N <sub>1+2</sub> /U <sub>1+2</sub>	-1,15	-	-1	SbN <sub>1+2</sub> /SbU <sub>1+2</sub>	-1,37	-	-2
N <sub>2</sub> /U <sub>2</sub>	-1,35	-	-1	SaN <sub>T</sub> /SaU <sub>T</sub>	0,67	-	+1
N <sub>1</sub> /U <sub>1</sub>	-0,64	-	-1	SaN <sub>1+2</sub> /SaU <sub>1+2</sub>	0,16	-	0
N <sub>1</sub> /U <sub>2</sub>	0,98	-	+1	SaN <sub>T</sub> /SbU <sub>T</sub>	-0,82	-	-1
N <sub>o</sub> /U <sub>o</sub>	-0,54	-	-1	SbN <sub>T</sub> /SaU <sub>T</sub>	-0,56	-	-1

La acción del Azufre sobre el número de espigas por planta es muy similar a la efectuada sobre la cosecha planta - (cf. Tablas 97 y 111).

La adición de Azufre al final del encañado no causa efecto alguno sobre el número de espigas por planta, en los distintos tratamientos nitrogenados; pero al aplicar el Azufre - al final del ahijado, con niveles bajos de Nitrógeno, se eleva el número de espigas hasta igualar el de niveles altos de Nitrógeno (Tabla 111).

El número de granos por espiga, así como el peso de - mil granos, no son afectados prácticamente por las aplicaciones de Azufre en las distintas épocas (Tablas 113 y 115).

La representación de los valores medios para cada parámetro determinante de la cosecha, en función de los tratamientos, queda reflejada en las Gráficas 14, 15 y 16.

A-3) Comentario general del ensayo S-N 1979.

Del análisis estadístico realizado puede deducirse que, en las condiciones experimentales del año 1979:

1.- Las aplicaciones de suficiente abonado nitrogenado al final del ahijado ( $N_2$  y  $N_1$ ) aumentan significativamente la cosecha grano y cosecha planta, al elevar el número de espigas por planta. El número de granos por espiga y el peso de mil granos no se afectan prácticamente por la acción del fertilizante.

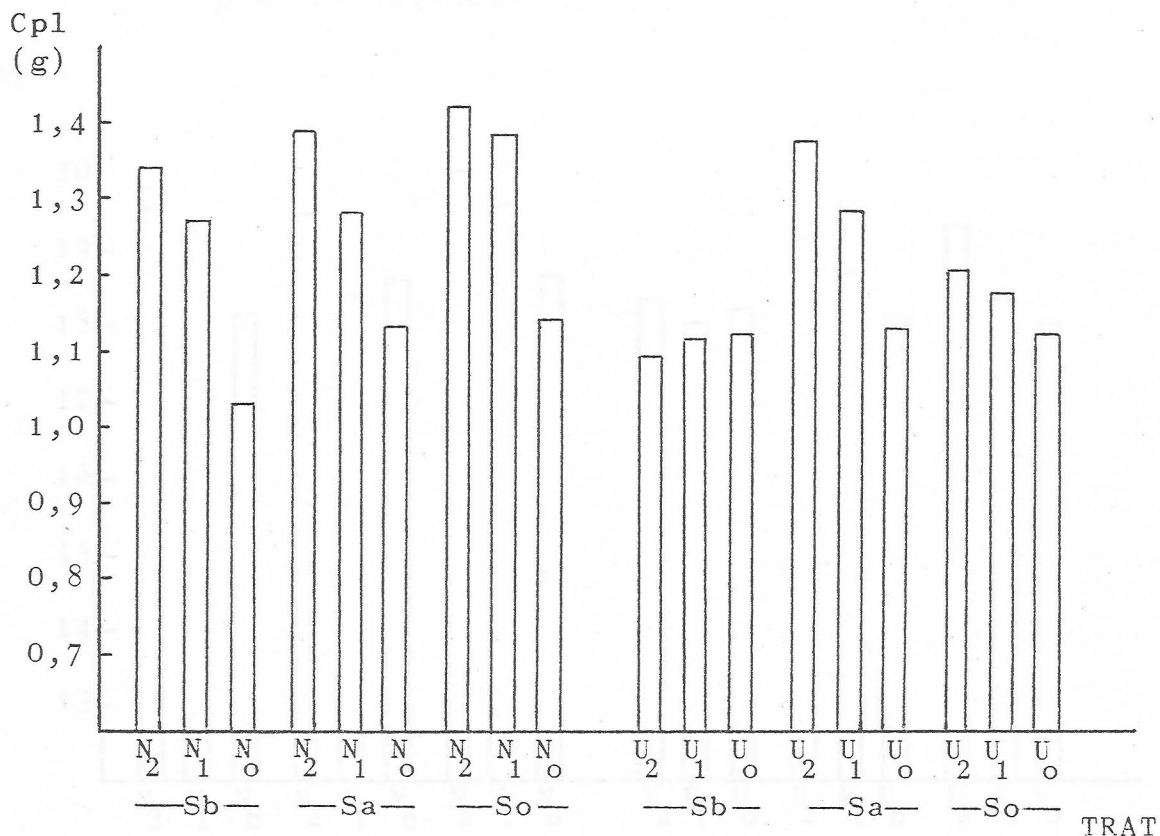
2.- El suministro de Nitrógeno al final del encañado - presenta escasa influencia sobre las cosechas y parámetros determinantes.

3.- Cuando los niveles nitrogenados son bajos ( $U_2$  y  $U_1$ ), el Azufre al final del ahijado presenta un efecto suplementario del Nitrógeno, aumentando el número de espigas por planta y, en consecuencia, la cosecha grano y cosecha planta.

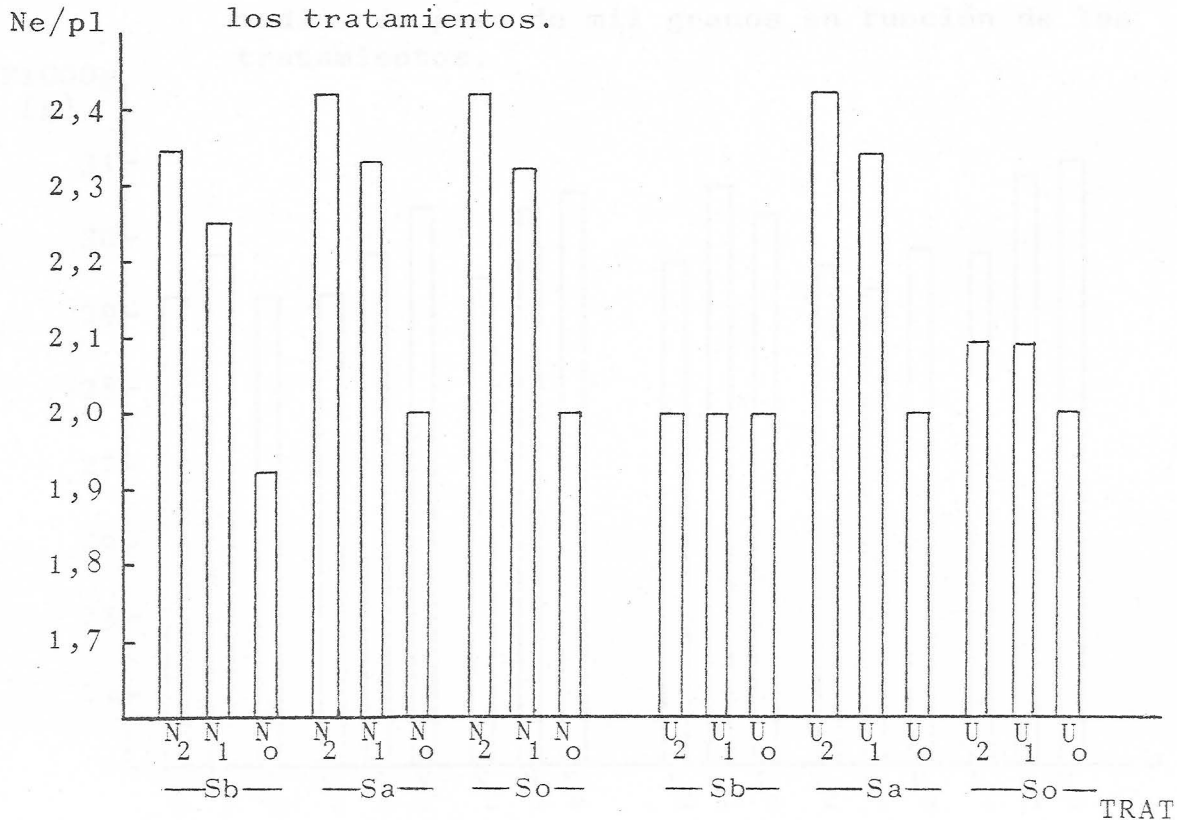
4.- Por el contrario, la adición de Azufre al final del encañado puede, en ocasiones, actuar negativamente sobre la cosecha grano.

5.- El Azufre, en las dosis empleadas, no es sustitutivo del Nitrógeno, lo que se demuestra en los ensayos sin este elemento, en donde no se observa elevación significativa de las cosechas y parámetros.

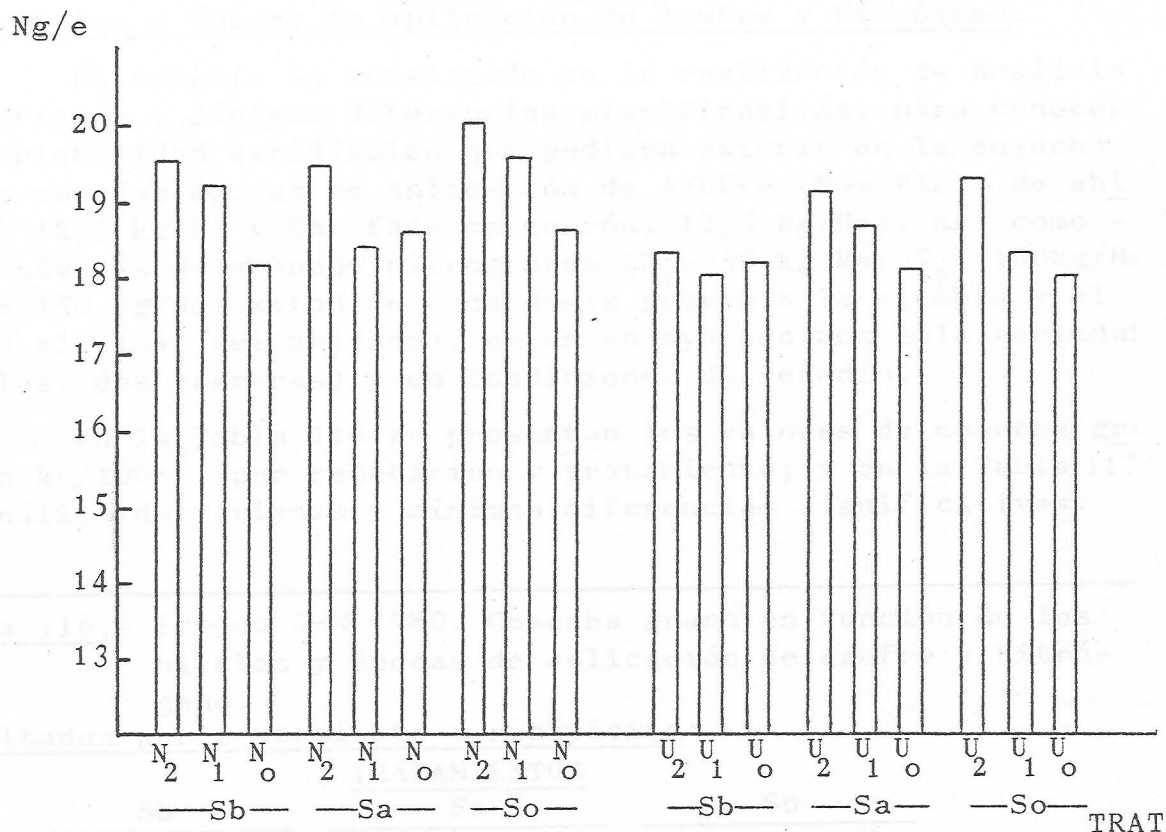
Gráfica 13.- Ensayo S-N 1979. Representación de los valores medios de cosecha planta en función de los tratamientos.



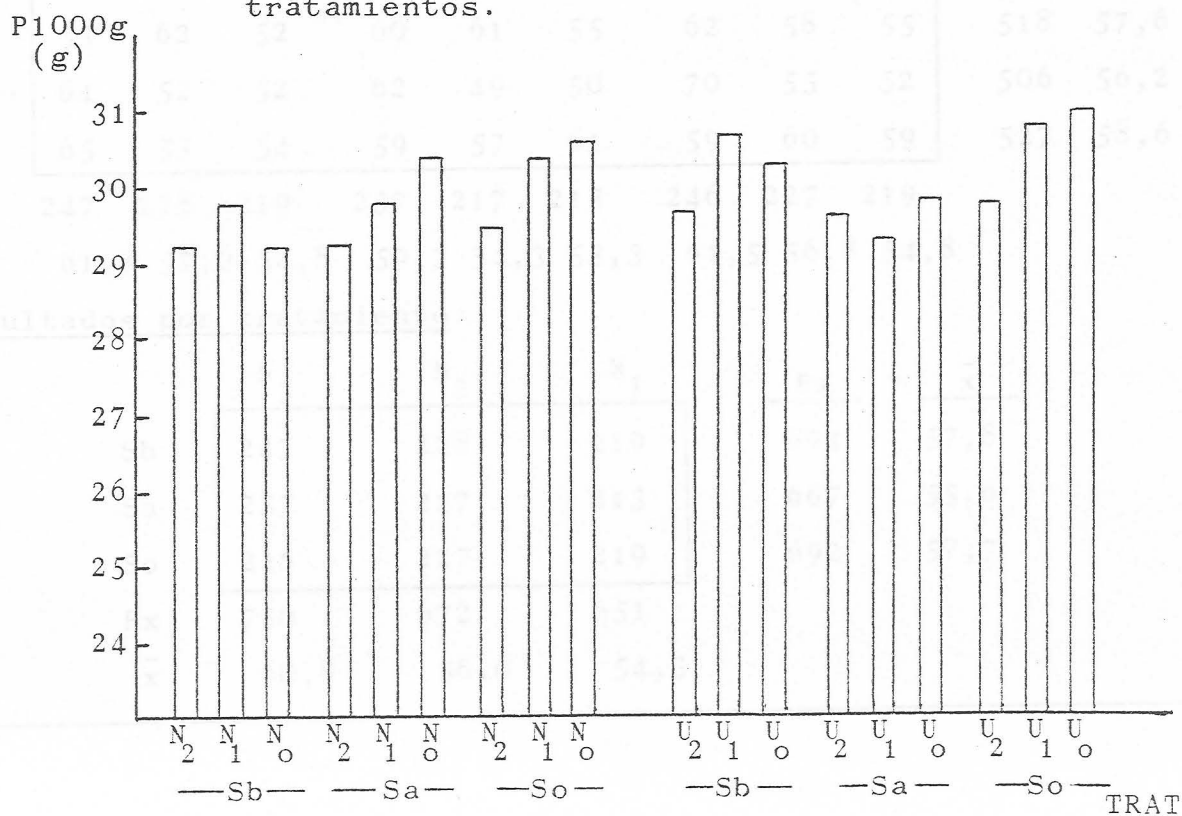
Gráfica 14.- Ensayo S-N 1979. Representación de los valores medios de número de espigas por planta en función de los tratamientos.



Gráfica 15.- Ensayo S-N 1979. Representación de los valores medios de número de granos por espiga en función de los tratamientos.



Gráfica 16.- Ensayo S-N 1979. Representación de los valores medios de peso de mil granos en función de los tratamientos.



B) Año 1980.-

B-1) Estudio de la cosecha grano en función de los niveles y épocas de aplicación de Azufre y Nitrógeno.

El estudio ha consistido en la realización de análisis de varianza y mínimas diferencias significativas, para conocer la variabilidad estadística que pudiera existir en la cosecha grano con dos épocas de aplicación de Azufre (Sa= final de ahijado: 12,5 kg/Ha y Sb= fase de zurrón: 12,5 kg/Ha), así como tres niveles de abonado nitrogenado ( $N_1 = 50$  kg/Ha;  $N_2 = 100$ kg/Ha y  $N_3 = 150$  kg/Ha; mitad de cada dosis previo a la siembra y el resto al final del ahijado), en un ensayo con una sóla variedad (Pallas, dos carreras) y en condiciones de regadío.

En la Tabla 116 se presentan los valores de cosecha grano en kg/100m<sup>2</sup>, por repetición y tratamiento; y en la Tabla 117 el análisis de varianza y mínimas diferencias significativas.

Tabla 116.- Ensayo S-N 1980. Cosecha grano en función de los niveles y épocas de aplicación de Azufre y Nitrógeno.

Resultados por tratamiento y repetición:

RP	TRATAMIENTOS									Ex	$\bar{x}$
	Sb			Sa			So				
	$N_3$	$N_2$	$N_1$	$N_3$	$N_2$	$N_1$	$N_3$	$N_2$	$N_1$		
I	65	61	61	56	50	47	55	54	53	502	55,8
II	53	62	52	60	61	55	62	58	55	518	57,6
III	64	52	52	62	49	50	70	55	52	506	56,2
IV	65	53	54	59	57	61	59	60	59	527	58,6
Ex	247	228	219	237	217	213	246	227	219		
$\bar{x}$	61,8	57,0	54,8	59,3	54,3	53,3	61,5	56,8	54,8		

Resultados por tratamiento:

	$N_3$	$N_2$	$N_1$	Ex	$\bar{x}$
Sb	247	228	219	694	57,8
Sa	237	217	213	667	55,6
So	246	227	219	692	57,7
Ex	730	672	651		
$\bar{x}$	60,8	56,0	54,3		



Tabla 117.- Ensayo S-N 1980. Cosecha grano: Análisis de varianza y mínimas diferencias significativas.

Análisis de varianza:

FV	Gl	SC	MC	Fc	NP	
RP	3	43,4	14,5	0,6	-	
TRAT	S	2	37,7	18,9	0,8	-
	N	8	318,7	39,9	1,6	0,05
	SN	4	2,0	0,5	0,1	-
ERROR	24	598,8	25,0			
TOTAL	35	960,9				

Mínimas diferencias significativas:

V	0,10	0,05	0,02	0,01	0,001
N	3,489	4,086	5,081	5,703	7,636

Del análisis realizado se deduce que no existe variabilidad estadística alguna entre las repeticiones.

La cosecha grano varía de forma significativa con los niveles de fertilizante nitrogenado (P=0,05; Tabla 117). Al tratamiento N<sub>3</sub> corresponde el máximo valor, con diferencias significativas de diversa índole frente a N<sub>1</sub> y N<sub>2</sub> (P= 0,01 y 0,05; Tabla 117), con aumento respectivo del 12% y 8,6%. Entre los dos últimos tratamientos no se encuentran diferencias estadísticas (3,2%).

Los valores medios obtenidos fueron (Tabla 116):

$$N_3 = 60,83 \text{ kg}/100\text{m}^2$$

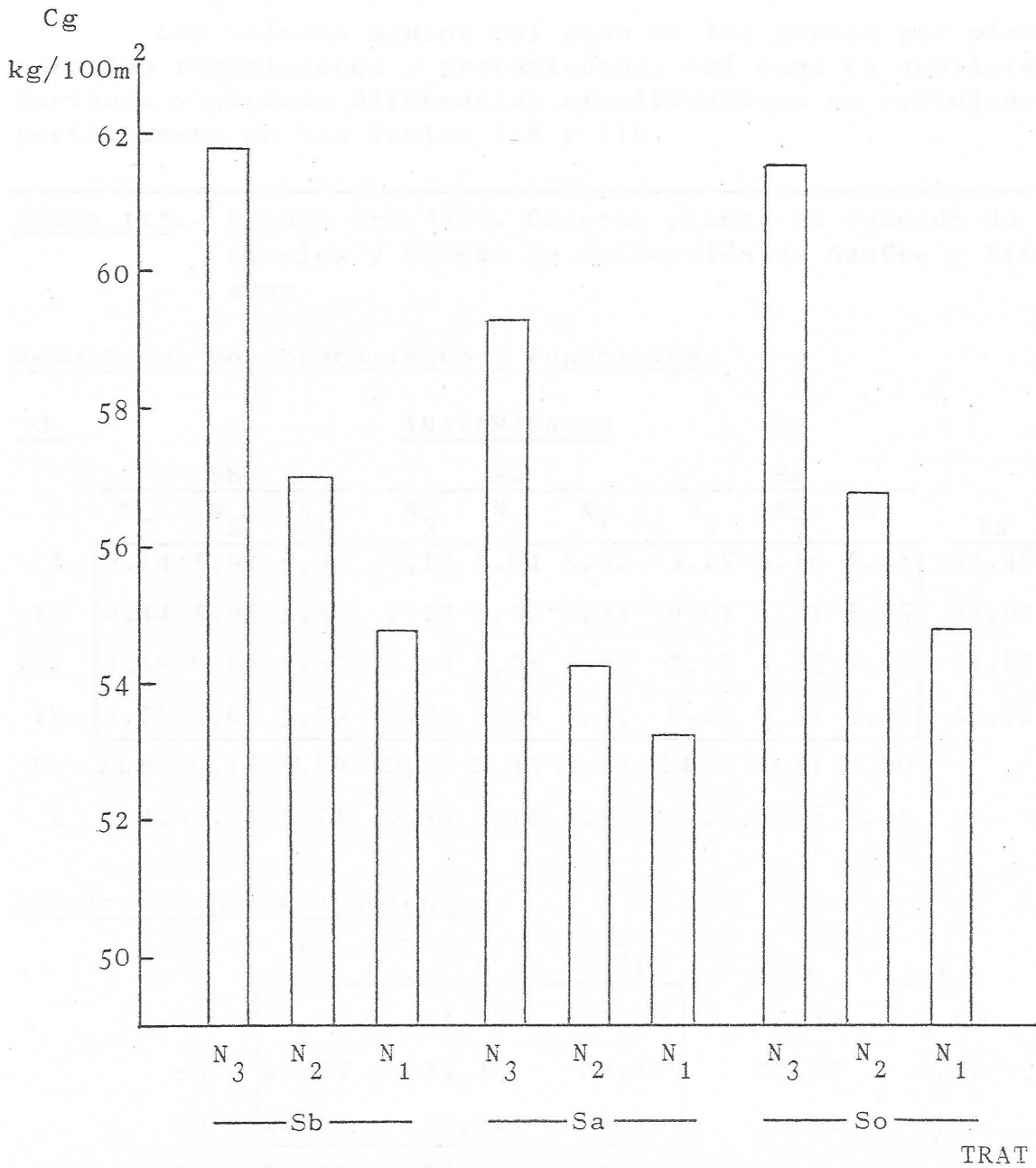
$$N_2 = 56,00 \text{ kg}/100\text{m}^2$$

$$N_1 = 54,25 \text{ kg}/100\text{m}^2$$

La cosecha no varía estadísticamente con las aplicaciones de Azufre, ni con el efecto doble S-N (Tabla 117).

La representación de los valores medios de cosecha grano en función de los tratamientos se encuentra en la Gráfica - 17.

Gráfica 17.- Ensayo S-N 1980. Representación de los valores me  
dios de cosecha grano en función de los tratamien  
tos.



B-2) Estudio de la cosecha planta y parámetros determinantes en función de los niveles y épocas de aplicación de Azufre y Nitrógeno.

B-2.1) Cosecha planta.

Los valores medios del peso de los granos por planta, para las repeticiones y tratamientos, así como el análisis de varianza y mínimas diferencias significativas se reflejan respectivamente en las Tablas 118 y 119.

Tabla 118..- Ensayo S-N 1980. Cosecha planta en función de los niveles y épocas de aplicación de Azufre y Nitrógeno.

Resultados por tratamiento y repetición:

RP	TRATAMIENTOS									Ex	$\bar{x}$
	Sb			Sa			So				
	N <sub>3</sub>	N <sub>2</sub>	N <sub>1</sub>	N <sub>3</sub>	N <sub>2</sub>	N <sub>1</sub>	N <sub>3</sub>	N <sub>2</sub>	N <sub>1</sub>		
I	6,14	5,91	5,92	6,10	6,64	5,92	5,27	6,10	5,48	53,48	5,94
II	6,44	5,95	5,54	7,12	5,57	5,33	6,01	5,71	5,95	53,62	5,96
III	5,59	6,68	5,67	6,06	6,75	5,63	7,27	5,33	5,89	54,87	6,10
IV	6,71	5,61	5,73	6,97	5,49	5,31	6,25	6,37	5,28	53,72	5,97
Ex	24,88	24,15	22,86	26,25	24,45	22,19	24,80	23,51	22,60		
$\bar{x}$	6,22	6,04	5,71	6,56	6,11	5,55	6,20	5,88	5,65		

Resultados por tratamiento:

	N <sub>3</sub>	N <sub>2</sub>	N <sub>1</sub>	Ex	$\bar{x}$
Sb	24,88	24,15	22,86	71,89	5,99
Sa	26,25	24,45	22,19	72,89	6,07
So	24,80	23,51	22,60	70,91	5,91
Ex	75,93	72,11	67,65		
$\bar{x}$	6,33	6,01	5,64		

Tabla 119.- Ensayo S-N 1980. Cosecha planta: 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	0,14	0,06	0,2	-	
TRAT	S	2	0,17	0,09	0,3	-
	N	8	3,37	0,42	1,5	0,05
	SN	4	0,34	0,09	0,2	-
ERROR	24	6,79	0,28			
TOTAL	35	10,30				

Mínimas diferencias significativas:

<u>V</u>	<u>0,10</u>	<u>0,05</u>	<u>0,02</u>	<u>0,01</u>	<u>0,001</u>
N	0,261	0,316	0,381	0,428	0,573

La cosecha planta no varía estadísticamente con las repeticiones, ni con las aplicaciones de Azufre, ni tampoco con la interrelación Azufre-Nitrógeno (Tabla 119).

Sin embargo, con los niveles de Nitrógeno varía significativamente ( $P=0,05$ ; Tabla 119). La dosis  $N_3$  obtiene el mayor peso de los granos por planta, con diferencias altamente significativas en relación a  $N_1$  ( $P=0,001$ ; Tabla 119; 12,2%) y significativas respecto a  $N_2$  ( $P=0,05$ ; Tabla 119; 5,3%). Este último nivel ocupa un valor intermedio, presentando diferencias significativas con  $N_1$  ( $P=0,05$ ; Tabla 119; 6,6%).

Los valores medios obtenidos fueron (Tabla 118):

$$N_3 = 6,33 \text{ g/planta}$$

$$N_2 = 6,01 \text{ g/planta}$$

$$N_1 = 5,64 \text{ g/planta}$$

Los valores de cosecha planta en función de los tratamientos se representan en la Gráfica 18.

B-2.2) Componentes de la cosecha planta.

En las Tablas 120 a 125 se presentan los valores medios por tratamiento y repetición de los parámetros determinantes de la cosecha, con sus respectivos análisis de varianza y mínimas diferencias significativas.

Tabla 120.- Ensayo S-N 1980. Número de espigas por planta en función de los niveles y épocas de aplicación de Azufre y Nitrógeno.

Resultados por tratamiento y repetición:

RP	TRATAMIENTOS									Ex	$\bar{x}$
	Sb			Sa			So				
	N <sub>3</sub>	N <sub>2</sub>	N <sub>1</sub>	N <sub>3</sub>	N <sub>2</sub>	N <sub>1</sub>	N <sub>3</sub>	N <sub>2</sub>	N <sub>1</sub>		
I	8,00	6,67	7,00	7,17	7,33	7,33	6,67	7,17	7,00	64,34	7,15
II	7,67	6,50	7,17	8,33	6,33	6,33	7,17	6,80	7,50	63,80	7,09
III	6,17	7,17	7,00	7,33	7,83	6,23	8,83	7,20	6,83	64,59	7,18
IV	7,50	6,67	6,33	7,83	7,00	6,00	7,27	7,33	6,33	62,26	6,92
Ex	29,34	27,01	27,50	30,66	28,49	25,89	29,94	28,50	27,66		
$\bar{x}$	7,34	6,75	6,88	7,67	7,12	6,47	7,49	7,13	6,92		

Resultados por tratamiento:

	N <sub>3</sub>	N <sub>2</sub>	N <sub>1</sub>	Ex	$\bar{x}$
Sb	29,34	27,01	27,50	83,85	6,99
Sa	30,66	28,49	25,89	85,04	7,09
So	29,94	28,50	27,66	86,10	7,18
Ex	89,94	84,00	81,05		
$\bar{x}$	7,50	7,00	6,75		

Tabla 121.- Ensayo S-N 1980. Número de espigas por planta: Análisis de varianza y mínimas diferencias significativas.

Análisis de varianza:

FV	Gl	SC	MC	Fc	NP
RP	3	0,36	0,12	0,3	-
TRAT	S	2	0,21	0,11	-
	N	8	4,48	0,56	0,05
	SN	4	0,85	0,21	-
ERROR	24	8,77	0,37		
TOTAL	35	13,61			

Mínimas diferencias significativas:

V	0,10	0,05	0,02	0,01	0,001
N	0,425	0,512	0,618	0,694	0,929

Tabla 122.- Ensayo S-N 1980. Número de granos por espiga en función de los niveles y épocas de aplicación de Azufre y Nitrógeno.

Resultados por tratamiento y repetición:

RP	TRATAMIENTOS									Ex	$\bar{x}$
	Sb			Sa			So				
	N <sub>3</sub>	N <sub>2</sub>	N <sub>1</sub>	N <sub>3</sub>	N <sub>2</sub>	N <sub>1</sub>	N <sub>3</sub>	N <sub>2</sub>	N <sub>1</sub>		
I	25,1	26,5	26,8	27,6	27,1	24,0	24,8	27,0	24,4	233,3	25,9
II	26,5	28,0	24,0	25,9	26,1	26,6	25,9	27,5	24,6	235,1	26,1
III	26,1	26,8	26,8	25,4	27,3	28,6	25,9	23,2	26,5	236,6	26,3
IV	25,6	24,1	27,3	26,6	25,1	26,4	28,3	26,1	27,0	236,4	26,3
Ex	103,3	105,4	104,9	105,5	105,6	105,6	104,9	103,8	102,5		
$\bar{x}$	25,8	26,4	26,2	26,4	26,4	26,4	26,2	26,0	25,6		

Resultados por tratamiento:

	N <sub>3</sub>	N <sub>2</sub>	N <sub>1</sub>	Ex	$\bar{x}$
Sb	103,3	105,4	104,7	313,4	26,12
Sa	105,5	105,6	105,6	316,7	26,39
So	104,9	103,8	102,5	311,2	25,93
Ex	313,7	314,8	312,8		
$\bar{x}$	26,14	26,23	26,07		

Tabla 123.- Ensayo S-N 1980. Número de granos por espiga: Análisis de varianza:

Análisis de varianza:

FV	Gl	SC	MC	Fc	NP
RP	3	0,75	0,25	0,1	-
TRAT	S	2	1,28	0,64	0,3
	N	8	2,58	0,32	0,1
	SN	4	1,14	0,29	0,1
ERROR	24	54,05	2,25		
TOTAL	35	57,38			

Tabla 124.- Ensayo S-N 1980. Peso de mil granos en función de los niveles y épocas de aplicación de Azufre y Nitrógeno.

Resultados por tratamiento y repetición:

RP	TRATAMIENTOS									Ex	$\bar{x}$
	Sb			Sa			So				
	N <sub>3</sub>	N <sub>2</sub>	N <sub>1</sub>	N <sub>3</sub>	N <sub>2</sub>	N <sub>1</sub>	N <sub>3</sub>	N <sub>2</sub>	N <sub>1</sub>		
I	30,6	33,4	31,6	30,9	33,4	33,6	31,9	31,5	32,1	289,0	32,1
II	31,6	32,7	32,2	33,0	33,7	31,7	32,3	30,6	32,2	290,8	32,2
III	34,7	34,8	30,2	32,5	31,6	31,6	31,8	31,9	32,5	291,7	32,4
IV	35,0	34,9	33,3	33,5	31,2	33,5	30,4	33,3	30,9	296,0	32,9
Ex	131,9	135,8	127,3	129,9	129,9	130,4	126,4	127,3	127,7		
$\bar{x}$	33,0	34,0	31,8	32,5	32,5	32,6	31,6	31,8	32,0		

Resultados por tratamiento:

	N <sub>3</sub>	N <sub>2</sub>	N <sub>1</sub>	Ex	$\bar{x}$
Sb	131,9	135,8	127,4	395,1	32,93
Sa	130,0	129,9	130,5	390,4	32,52
So	126,5	127,3	127,8	381,6	31,79
Ex	388,4	393,0	385,7		
$\bar{x}$	32,35	32,75	32,13		

Tabla 125.- Ensayo S-N 1980. Peso de mil granos: Análisis de varianza.

Análisis de varianza:

FV	G1	SC	MC	Fc	NP	
RP	3	3,16	1,05	0,6	-	
TRAT	S	2	7,94	3,97	2,4	-
	N	8	17,13	2,14	1,3	0,7
	SN	4	6,84	1,71	1,0	-
ERROR	24	39,78	1,66			
TOTAL	35	60,07				





El número de espigas por planta varía significativa--mente con los tratamientos nitrogenados ( $P=0,05$ ; Tabla 121), alcanzando el máximo valor el nivel  $N_3$ , con diferencias de diversa índole ( $P=0,10$  a  $0,01$ ; Tabla 121) con respecto a  $N_2$  y  $N_1$  (11,1% y 7%, respectivamente), entre los cuales no se encuentran diferencias estadísticas (3,7%).

Los valores medios obtenidos (Tabla 120) fueron los siguientes:

$$N_3 = 7,50$$

$$N_2 = 7,00$$

$$N_1 = 6,75$$

El número de granos por espiga y peso de mil granos no presentaron variabilidad estadística en ninguno de los efectos (Tablas 123 y 125).

En las Gráficas 19, 20 y 21 se han representado los valores medios de cada parámetro, en función de los tratamientos.

Gráfica 19.- Ensayo S-N 1980. Representación de los valores medios de número de espigas por planta en función de los tratamientos nitrogenados.

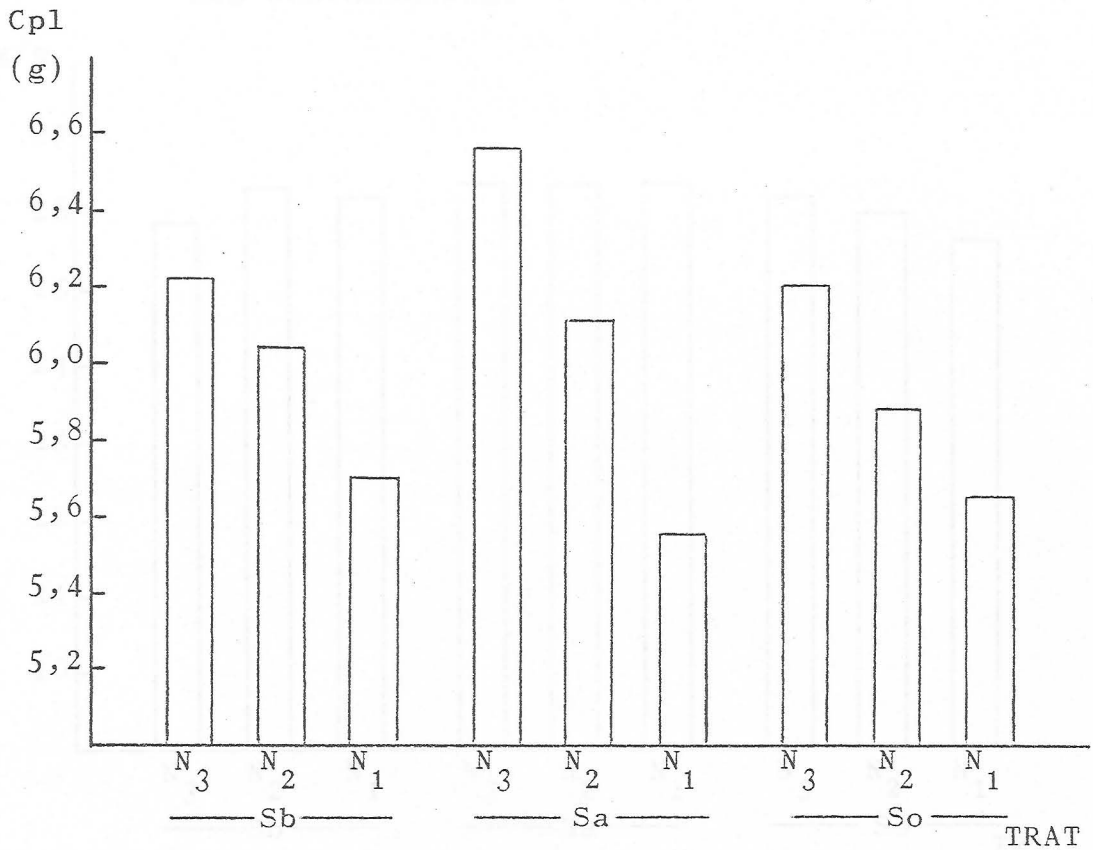
B-3) Comentario general del ensayo S-N 1980.

A partir de los resultados del estudio estadístico se deduce que, en 1980:

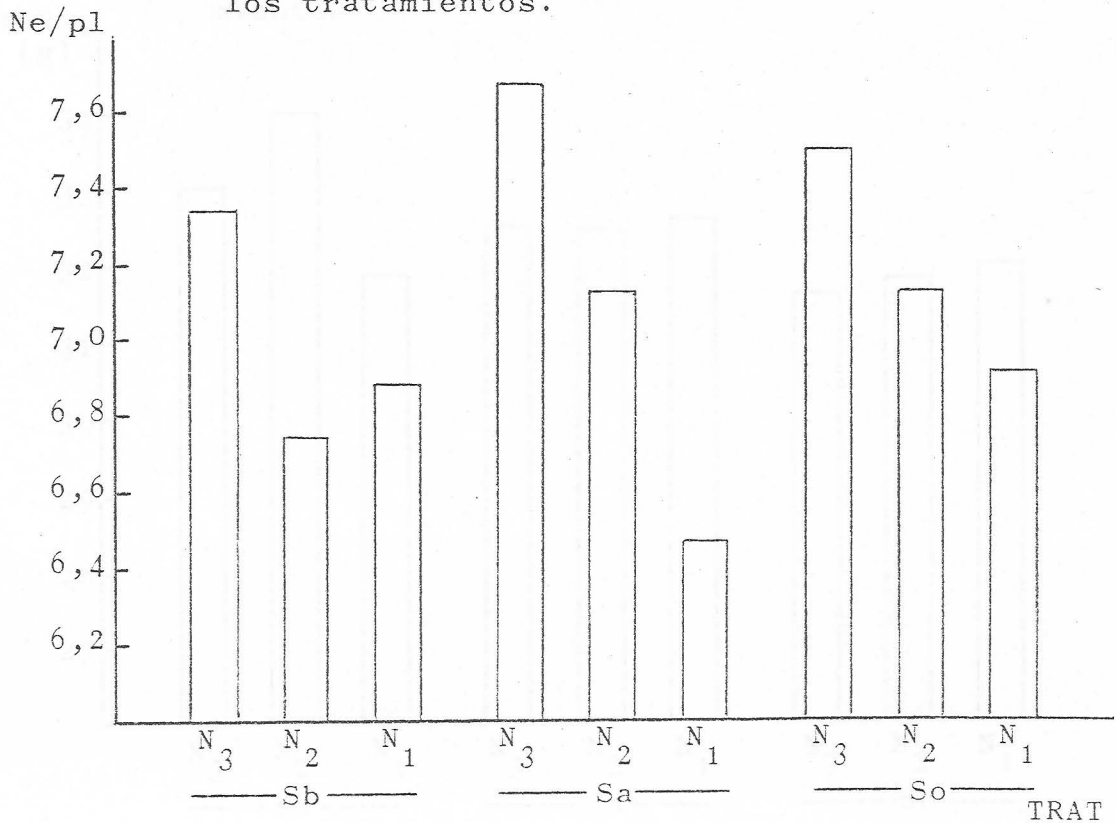
1.- A medida que se elevan las dosis de fertilizante nitrogenado (en sementera y ahijado) aumenta el número de espigas por planta, por lo que se incrementa igualmente la cosecha grano y la cosecha planta. El número de granos por espiga y el peso de mil granos permanecen constantes.

2.- El Azufre por vía foliar, en las dosis utilizadas, no ha tenido efecto estadístico alguno sobre las cosechas y parámetros, en ambas épocas de aplicación.

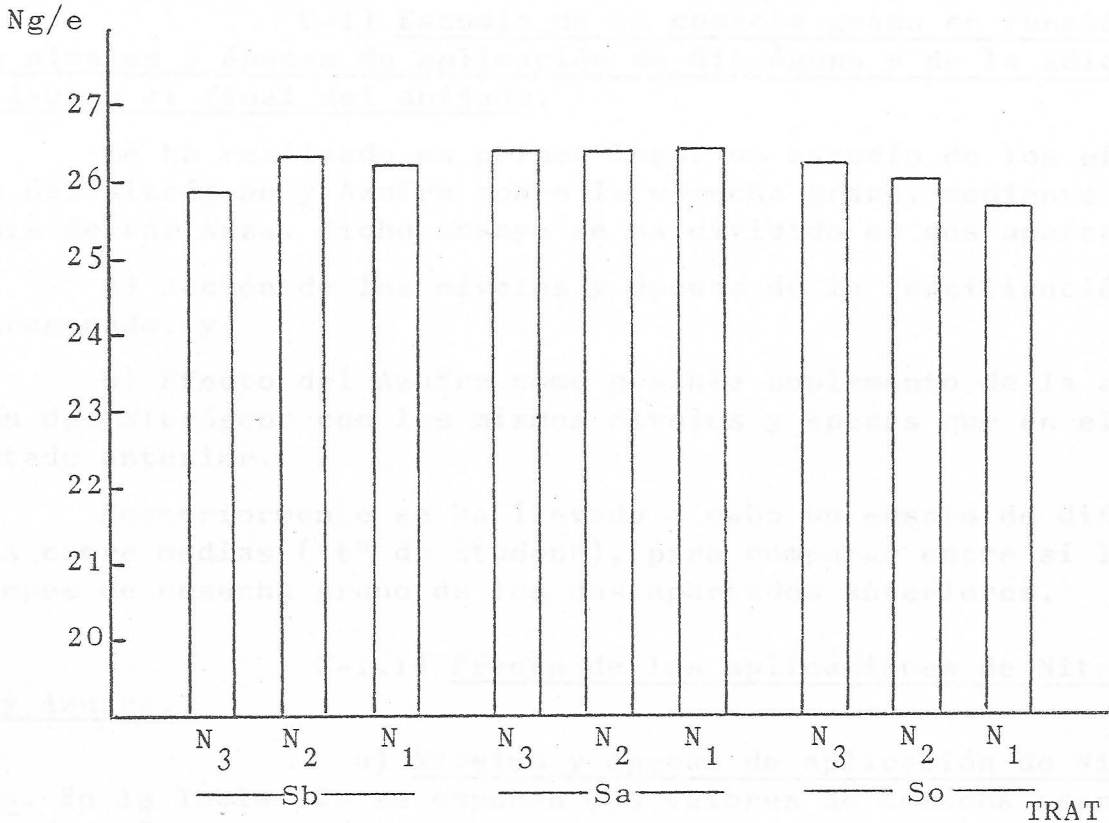
Gráfica 18.- Ensayo S-N 1980. Representación de los valores medios de cosecha planta en función de los tratamientos.



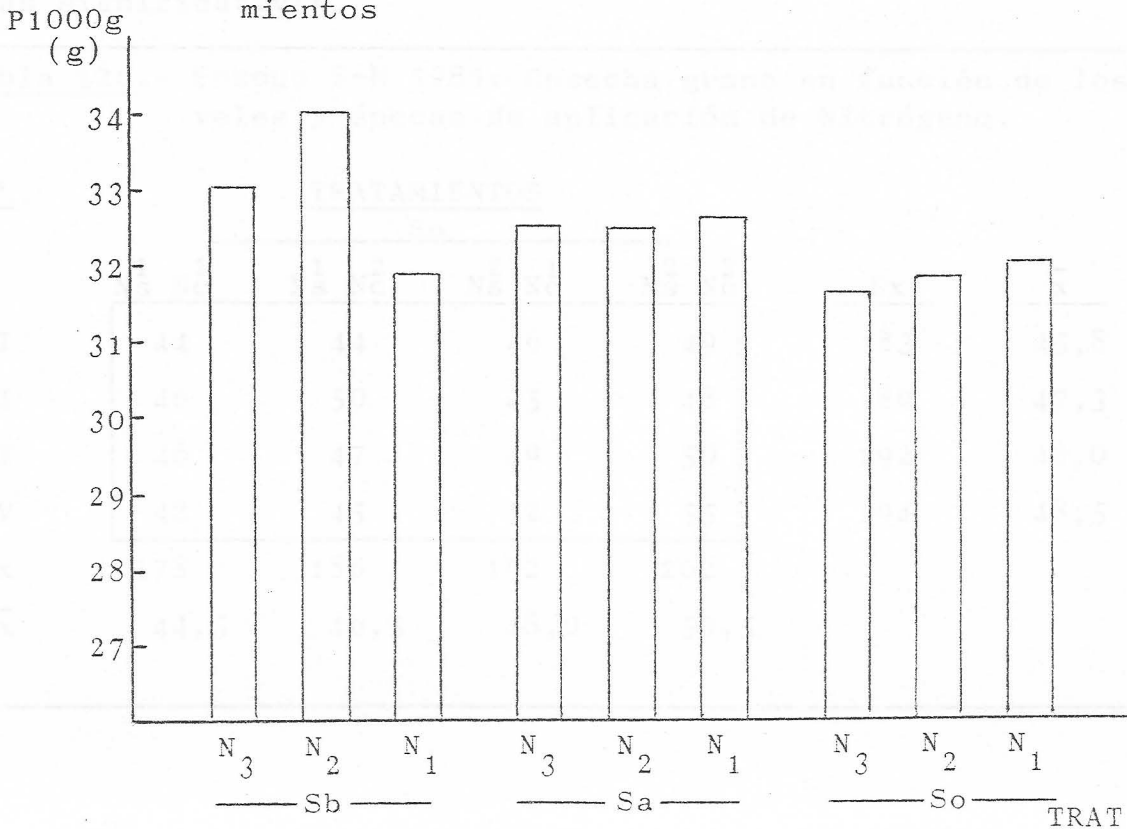
Gráfica 19.- Ensayo S-N 1980. Representación de los valores medios de número de espigas por planta en función de los tratamientos.



Gráfica 20.- Ensayo S-N 1980. Representación de los valores medios de número de granos por espiga en función de los tratamientos.



Gráfica 21.- Ensayo S-N 1980. Representación de los valores medios de peso de mil granos en función de los tratamientos



C) Año 1981.

C-1) Estudio de la cosecha grano en función de los niveles y épocas de aplicación de Nitrógeno y de la adición de Azufre al final del ahijado.

Se ha realizado en primer lugar un estudio de los efectos del Nitrógeno y Azufre sobre la cosecha grano, mediante análisis de varianza. Dicho ensayo se ha dividido en dos apartados:

a) Acción de los niveles y épocas de la fertilización nitrogenada, y

b) Efecto del Azufre como posible suplemento de la acción del Nitrógeno con los mismos niveles y épocas que en el apartado anterior.

Posteriormente se ha llevado a cabo un ensayo de diferencias entre medias ("t" de Student), para comparar entre sí los valores de cosecha grano de los dos apartados anteriores.

C-1.1) Efecto de las aplicaciones de Nitrógeno y Azufre.

a) Niveles y épocas de aplicación de Nitrógeno. En la Tabla 126 se exponen los valores de cosecha grano, en kg/100m<sup>2</sup>, por tratamiento y repetición, mientras que en la Tabla 127 se hace con el análisis de varianza y mínimas diferencias significativas.

Tabla 126.- Ensayo S-N.1981. Cosecha grano en función de los niveles y épocas de aplicación de Nitrógeno.

RP	TRATAMIENTOS								Ex	$\bar{x}$
	So									
	<sup>1</sup> NS	<sup>1</sup> NC	<sup>1</sup> NS	<sup>2</sup> NC	<sup>2</sup> NS	<sup>1</sup> NC	<sup>2</sup> NS	<sup>2</sup> NC		
I	44		44		46		49	183	45,8	
II	46		50		45		48	189	47,3	
III	46		47		49		50	192	48,0	
IV	42		45		52		55	194	48,5	
Ex	178		186		192		202			
$\bar{x}$	44,5		46,5		48,0		50,5			

Tabla 127.- Ensayo S-N 1981. Cosecha grano: Análisis de varianza y mínimas diferencias significativas.

Análisis de varianza:

FV	Gl	SC	MC	Fc	NP	
RP	3	12,75	5,75	0,7	-	
TRAT	Ns	1	56,25	56,25	6,9	0,05
	Nc	3	76,75	25,58	3,1	-
	NsNc	1	0,25	0,25	0,1	-
ERROR	9	73,75	8,19			
TOTAL	15	163,25				

Mínimas diferencias significativas:

V	0,10	0,05	0,02	0,01	0,001
Ns	3,709	4,666	5,678	6,789	10,201

Los resultados obtenidos en el análisis de varianza -- muestran que la cosecha grano varía significativamente en función del Nitrógeno aplicado en sementera (P=0,05; Tabla 127), presentando el valor más elevado el tratamiento N<sub>2</sub>N<sub>2</sub>C, sin diferencias estadísticas con respecto a N<sub>2</sub>N<sub>1</sub>C. Las cosechas grano más bajas han correspondido a los dos tratamientos que presentaban menores dosis de Nitrógeno en sementera, N<sub>1</sub>N<sub>1</sub>C y N<sub>1</sub>N<sub>2</sub>C, sin diferencias estadísticas entre ellos, y con diferencias de diversa índole (P=0,10 a 0,05; Tabla 127), frente a los niveles mayores en sementera. Los valores medios obtenidos fueron:

$$N_{22}C = 50,5 \text{ kg}/100m^2$$

$$N_{21}C = 48,0 \text{ kg}/100m^2$$

$$N_{12}C = 46,5 \text{ kg}/100m^2$$

$$N_{11}C = 44,5 \text{ kg}/100m^2$$

Se constata, pues, que los aumentos de cosecha grano -- son debidos fundamentalmente a la elevación de las dosis de Nitrógeno en sementera, y en bastante menor medida a las de cobertera.

b) Azufre al final del ahijado y niveles y épocas de aplicación de Nitrógeno. Los valores de cosecha grano por tratamiento y repetición, así como el análisis de varianza y mínimas diferencias significativas, se recogen en las Tablas 128 y 129 respectivamente.

Tabla 128.- Ensayo S-N 1981. Cosecha grano en función del Azufre, y niveles y épocas de aplicación de Nitrógeno.

RP	TRATAMIENTOS								Ex	$\bar{x}$
	Sa									
	<sup>1</sup> <sub>NS</sub>	<sup>1</sup> <sub>Nc</sub>	<sup>1</sup> <sub>NS</sub>	<sup>2</sup> <sub>Nc</sub>	<sup>2</sup> <sub>NS</sub>	<sup>1</sup> <sub>Nc</sub>	<sup>2</sup> <sub>NS</sub>	<sup>2</sup> <sub>Nc</sub>		
I		50		52		50		54	206	51,5
II		48		52		52		45	197	49,3
III		42		50		49		52	203	50,8
IV		49		49		53		55	206	51,5
Ex		199		203		204		206		
$\bar{x}$		49,8		50,8		51,0		51,5		

Tabla 129.- Ensayo S-N 1981. Cosecha grano: Análisis de varianza.

Análisis de varianza:

FV	Gl	SC	MC	Fc	NP
RP	3	13,50	4,50	0,6	-
TRAT	Ns	1	4,00	4,00	0,5
	Nc	3	6,50	2,17	0,3
	NsNc	1	0,25	0,25	0,1
ERROR	9	73,00	8,11		
TOTAL	15	93,00			

Del análisis estadístico efectuado se deduce que no existe significación estadística alguna entre repeticiones ni tratamientos nitrogenados, al añadir Azufre por vía foliar al final del ahijado (Tabla 129); es decir, cuando los tratamientos nitrogenados han sido aplicados a nivel bajo (sobre todo los de sementera), el Azufre suplementa su acción, mientras que cuando el nitrógeno se aplica a dosis normales en sementera, el Azufre prácticamente no influye.

C-1.2) Comparación de los tratamientos NsSoNc y NsSaNc.

En la Tabla 130 se encuentran reflejados los valores medios, desviaciones típicas y número de repeticiones de las cosechas grano; y en la Tabla 131 el ensayo de diferencias - entre medias, y los porcentajes de aumento o disminución de dichas cosechas.

Tabla 130.- Ensayo S-N 1981. Cosecha grano: Valores de los tratamientos NsSoNc y NsSaNc.

TRAT	$\bar{x}$	s	n	TRAT	$\bar{x}$	s	n
NsSoNc <sup>1</sup>	44,50	1,91	4	NsSaNc <sup>1</sup>	49,75	1,71	4
NsSoNc <sup>2</sup>	46,50	2,65	4	NsSaNc <sup>2</sup>	50,75	1,50	4
NsSoNc <sup>1</sup>	48,00	3,16	4	NsSaNc <sup>1</sup>	51,00	1,83	4
NsSoNc <sup>2</sup>	50,50	3,11	4	NsSaNc <sup>2</sup>	51,50	4,51	4

Tabla 131.- Ensayo S-N 1981. Cosecha grano: "t" de Student.

A)				B)			
RELACION	t	NP	%	RELACION	t	NP	%
NsSaNc <sup>1</sup> /NsSoNc <sup>1</sup>	4,09	0,01	+12	NsSaNc <sup>1</sup> /NsSoNc <sup>2</sup>	-0,49	-	-2
NsSaNc <sup>2</sup> /NsSoNc <sup>2</sup>	2,79	0,05	+10	NsSaNc <sup>1</sup> /NsSoNc <sup>1</sup>	0,97	-	+4
NsSaNc <sup>1</sup> /NsSoNc <sup>1</sup>	1,64	-	+6	NsSaNc <sup>2</sup> /NsSoNc <sup>2</sup>	0,14	-	+1
NsSaNc <sup>2</sup> /NsSoNc <sup>2</sup>	0,37	-	+2	NsSaNc <sup>2</sup> /NsSoNc <sup>1</sup>	1,57	-	+6
NsSaNc <sup>1</sup> /NsSoNc <sup>2</sup>	2,26	0,05	+7				
NsSaNc <sup>2</sup> /NsSoNc <sup>1</sup>	5,15	0,01	+14				

En los resultados de la Tabla 131, apartado A, se observa que la aplicación de Azufre en los tratamientos con mitad de la dosis normal de N en sementera, aumenta la cosecha significativamente con respecto a los tratamientos sin S. Sin embargo, cuando el Nitrógeno se aplica en sementera, a dosis normales, el Azufre no origina efecto alguno de tipo estadístico.



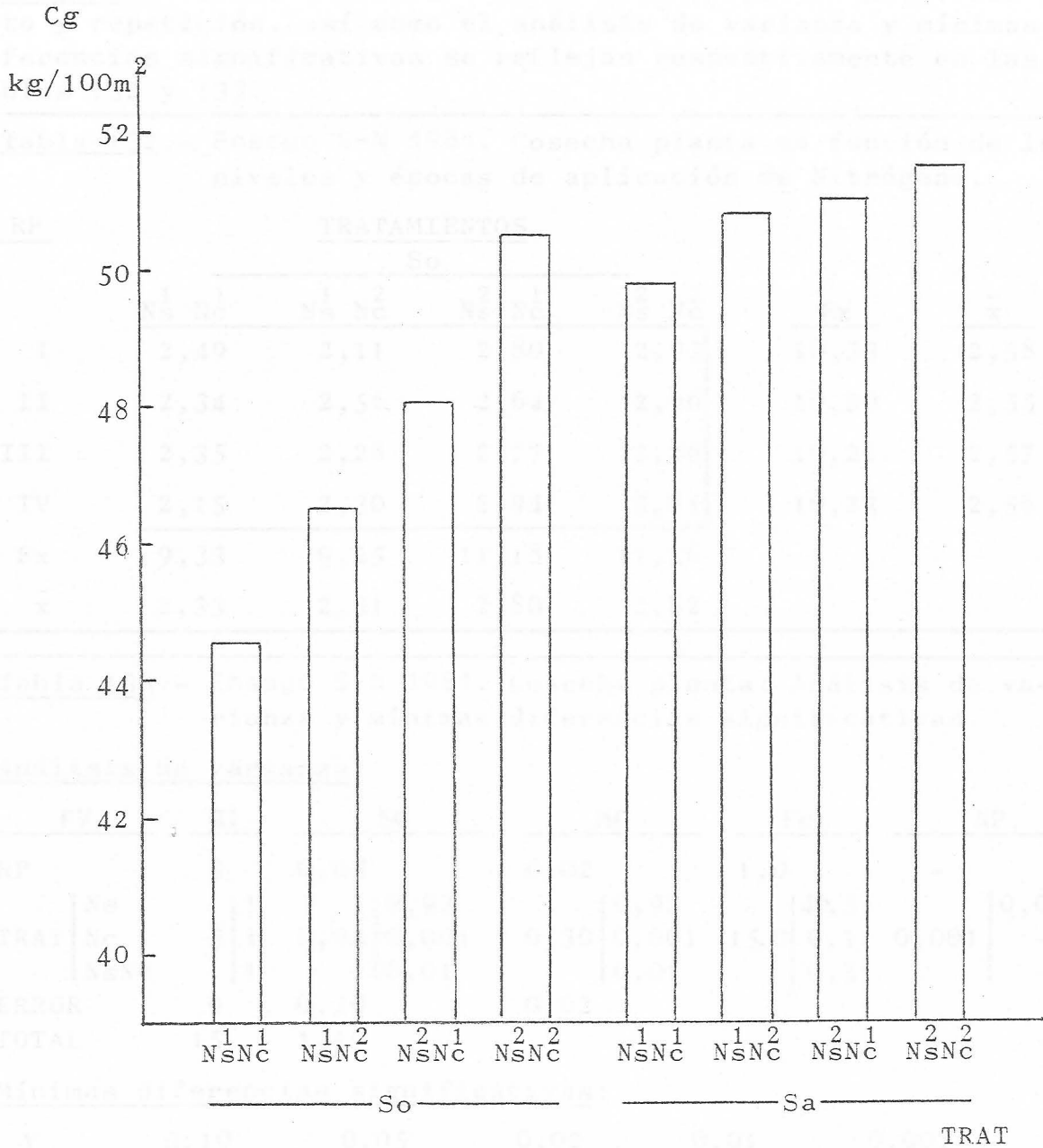
De la Tabla 131 B, se deduce que al añadir Azufre a los tratamientos N<sub>2</sub>, las cosechas grano obtenidas no presentan diferencias estadísticas frente a las de los tratamientos sin Azufre y con N<sub>2</sub>.

En la Gráfica 22 se han representado los valores medios de cosecha grano, en función de los tratamientos.

Del estudio estadístico general se constata que, cuando los tratamientos nitrogenados en sementera son aplicados a mitad de las dosis normales, el Azufre por vía foliar al final del periodo de ahijado, presenta un efecto suplementario (independiente de los niveles nitrogenados en cobertera), igualando estadísticamente las cosechas grano más elevadas, que corresponden a los tratamientos con dosis normales de Nitrógeno en sementera.

Por tanto, parece claro que con niveles suficientes de fertilización nitrogenada (N<sub>2</sub>), la acción del Azufre se encuentra muy limitada, si bien cuando las dosis de Nitrógeno son moderadamente bajas (N<sub>1</sub>), la aplicación de Azufre por vía foliar al final del ahijado, realiza un efecto suplementario del Nitrógeno, no apreciándose diferencias estadísticas en la cosecha -- grano.

Gráfica 22.- Ensayo S-N 1981. Representación de los valores medios de cosecha grano en función de los tratamientos.



La cosecha planta varía de forma altamente significativa (P<0.001, Tabla 133) con los tratamientos nitrogenados de los niveles, superando significativamente el peso de los granos por planta (P<0.001, Tabla 133) el elevador medio del tratamiento

C-2) Estudio de la cosecha planta y parámetros en función de los niveles y épocas de aplicación de Nitrógeno y de la adición de Azufre al final del ahijado.

C-2.1) Cosecha planta.

C-2.1.1) Efecto de las aplicaciones de Nitrógeno y Azufre.

a) Niveles y épocas de aplicación de Nitrógeno. Los valores en gramos de cosecha planta por tratamiento y repetición, así como el análisis de varianza y mínimas diferencias significativas se reflejan respectivamente en las Tablas 132 y 133.

Tabla 132.- Ensayo S-N 1981. Cosecha planta en función de los niveles y épocas de aplicación de Nitrógeno.

RP	TRATAMIENTOS								Ex	$\bar{x}$
	So									
	<sup>1</sup> Ns	<sup>1</sup> Nc	<sup>1</sup> Ns	<sup>2</sup> Nc	<sup>2</sup> Ns	<sup>1</sup> Nc	<sup>2</sup> Ns	<sup>2</sup> Nc		
I	2,49		2,11		2,80		2,93		10,33	2,58
II	2,34		2,56		2,64		2,66		10,20	2,55
III	2,35		2,28		2,77		2,86		10,26	2,57
IV	2,15		2,30		2,94		2,81		10,23	2,56
Ex	9,33		9,25		11,18		11,26			
$\bar{x}$	2,33		2,31		2,80		2,82			

Tabla 133.- Ensayo S-N 1981. Cosecha planta: Análisis de varianza y mínimas diferencias significativas.

Análisis de varianza:

FV	Gl	SC	MC	Fc	NP
RP	3	0,05	0,02	1,0	-
TRAT	Ns	1	0,93	0,93	46,5
	Nc	3	0,94	0,001	15,0
	NsNc	1	0,01	0,01	0,5
ERROR	9	0,20	0,02		0,001
TOTAL	15	1,19			-

Mínimas diferencias significativas:

V	0,10	0,05	0,02	0,01	0,001
Ns	0,367	0,452	0,564	0,650	0,956

La cosecha planta varía de forma altamente significativa ( $P=0,001$ ; Tabla 133) con los tratamientos nitrogenados de sementera; aumentando significativamente el peso de los granos por planta ( $P=0,05$ ; Tabla 133) al elevar las dosis del fertilizante en sementera.

b) Azufre al final del ahijado y niveles y épocas de aplicación de Nitrógeno. En las Tablas 134 y 135 se exponen, respectivamente, los valores de peso de los granos por planta, en cada repetición y tratamiento, así como el análisis de varianza correspondiente.

Tabla 134.- Ensayo S-N 1981. Cosecha planta en función del Azufre y épocas y niveles de aplicación de Nitrógeno.

RP	TRATAMIENTOS								Ex	$\bar{x}$
	Sa									
	1 Ns	1 Nc	1 Ns	2 Nc	2 Ns	1 Nc	2 Ns	2 Nc		
I	2,83		2,91		3,44		3,19		12,37	3,09
II	2,91		3,30		2,97		2,58		11,76	2,94
III	2,99		3,17		2,75		2,78		11,69	2,92
IV	3,02		2,75		2,79		3,13		11,69	2,92
Ex	11,75		12,13		11,95		11,68			
$\bar{x}$	2,94		3,03		2,99		2,92			

Tabla 135.- Ensayo S-N 1981. Cosecha planta: Análisis de varianza.

FV	Gl	SC	MC	Fc	NP
RP	3	0,08	0,03	0,4	-
TRAT	Ns   1	0,003	0,003	0,1	-
	Nc   3	0,001	0,001	0,1	-
	NsNc   1	0,026	0,026	0,3	-
ERROR	9	0,68	0,08		
TOTAL	15	0,79			

Al igual que la cosecha grano, la cosecha o peso de los granos por planta no varía estadísticamente con las repeticiones ni con los tratamientos nitrogenados, al suministrar Azufre por vía foliar al final del ahijado (Tabla 135).

C-2.1.2) Comparación de los tratamientos

NsSoNc y NsSaNc.

En la Tabla 136 se indican los valores de cosecha planta para cada tratamiento, mientras que el ensayo de diferencias entre medias de dichos valores se presenta en la Tabla 137.

Tabla 136.- Ensayo S-N 1981. Cosecha planta: Valores de los tratamientos NsSoNc y NsSaNc.

TRAT	$\bar{x}$	s	n	TRAT	$\bar{x}$	s	n
$NsSoNc^1$	2,33	0,14	4	$NsSaNc^1$	2,94	0,09	4
$NsSoNc^2$	2,31	0,19	4	$NsSaNc^2$	3,03	0,25	4
$NsSoNc^1$	2,80	0,14	4	$NsSaNc^1$	2,99	0,32	4
$NsSoNc^2$	2,82	0,11	4	$NsSaNc^2$	2,92	0,29	4

Tabla 137.- Ensayo S-N 1981. Cosecha planta: "t" de Student.

A) RELACION	t	NP	%	B) RELACION	t	NP	%
$NsSaNc^1/NsSoNc^1$	7,39	0,001	+25	$NsSaNc^1/NsSoNc^2$	1,69	-	+4
$NsSaNc^2/NsSoNc^2$	4,64	0,01	+30	$NsSaNc^1/NsSoNc^1$	1,68	-	+5
$NsSaNc^1/NsSoNc^1$	1,12	-	+7	$NsSaNc^2/NsSoNc^2$	1,54	-	+7
$NsSaNc^2/NsSoNc^2$	0,67	-	+4	$NsSaNc^2/NsSoNc^1$	1,61	-	+8
$NsSaNc^1/NsSoNc^2$	5,99	0,001	+27				
$NsSaNc^2/NsSoNc^1$	4,89	0,01	+30				

Los resultados obtenidos para el peso de los granos por planta son totalmente similares a los de cosecha grano. En la Tabla 137(A), puede observarse que, en los tratamientos con  $Ns^1$ , la pulverización de Azufre eleva la cosecha significativamente ( $P=0,01$  y  $0,001$ ) en relación a los testigos; mientras que la aplicación de Azufre a los niveles  $Ns$  no origina efecto estadístico.

El Azufre suministrado a los tratamientos  $Ns^1$  aumenta la cosecha el 7<sub>2</sub> a 8% (Tabla 137,B) en relación a los tratamientos testigo de  $Ns^2$ , aunque este aumento no es significativo, por lo que no se puede hablar de efecto complementario del Azufre.

La representación de los valores de cosecha planta, en función de los tratamientos, se encuentra en la Gráfica 23.

C-2.2) Componentes de la cosecha planta.

C-2.2.1) Efecto de las aplicaciones de Nitrógeno y Azufre.

a) Niveles y épocas de aplicación de Nitrógeno. Los valores medios correspondientes a número de espigas por planta, número de granos por espiga y peso de mil granos - por tratamiento y repetición, así como los análisis de varianza y mínimas diferencias significativas, se encuentran reflejados en las Tablas 138 a 143.

Tabla 138.- Ensayo S-N 1981. Número de espigas por planta en función de los niveles y épocas de aplicación de Nitrógeno.

RP	TRATAMIENTOS								Ex	$\bar{x}$
	So									
	<sup>1</sup> Ns	<sup>1</sup> Nc	<sup>1</sup> Ns	<sup>2</sup> Nc	<sup>2</sup> Ns	<sup>1</sup> Nc	<sup>2</sup> Ns	<sup>2</sup> Nc		
I	3,50		3,00		3,83		3,83		14,16	3,54
II	3,33		3,50		3,83		3,83		14,49	3,62
III	3,33		3,17		4,00		4,17		14,67	3,67
IV	3,17		3,50		4,00		4,00		14,67	3,67
Ex	13,33		13,17		15,66		15,83			
$\bar{x}$	3,33		3,29		3,92		3,96			

Tabla 139.- Ensayo S-N 1981. Número de espigas por planta: Análisis de varianza y mínimas diferencias significativas.

Análisis de varianza:

FV	Gl	SC	MC	Fc	NP
RP	3	0,04	0,01	0,3	-
TRAT	Ns	1	1,55	1,55	51,6
	Nc	3	1,56	0,001	0,1
	NsNc	1	0,01	0,01	0,3
ERROR	9	0,31	0,03		0,001
TOTAL	15	1,91			-

Mínimas diferencias significativas:

V	0,10	0,05	0,02	0,01	0,001
Ns	0,232	0,281	0,342	0,409	0,615

Tabla 140.- Ensayo S-N 1981. Número de granos por espiga en función de los niveles y épocas de aplicación de Nitrógeno.

RP	TRATAMIENTOS				Ex	$\bar{x}$
	So					
	<sup>1</sup> Ns <sup>1</sup> Nc	<sup>1</sup> Ns <sup>2</sup> Nc	<sup>2</sup> Ns <sup>1</sup> Nc	<sup>2</sup> Ns <sup>2</sup> Nc		
I	21,3	21,8	20,9	22,6	86,8	21,65
II	21,8	21,3	21,5	22,1	86,7	21,68
III	21,2	21,6	20,4	21,5	84,7	21,18
IV	21,4	21,1	22,3	22,6	87,4	21,85
Ex	85,7	85,8	85,1	88,8		
$\bar{x}$	21,43	21,45	21,28	22,20		

Tabla 141.- Ensayo S-N 1981. Número de granos por espiga: Análisis de varianza.

Análisis de varianza:

FV	Gl	SC	MC	Fc	NP	
RP	3	1,01	0,34	1,3	-	
TRAT	Ns	1	0,37	0,37	1,4	-
	Nc	3	2,08	0,69	2,7	3,5
	NsNc	1	0,81	0,81	3,1	-
ERROR	9	2,31	0,26			
TOTAL	15	5,40				

Tabla 142.- Ensayo S-N 1981. Peso de mil granos en función de los niveles y épocas de aplicación de Nitrógeno.

RP	TRATAMIENTOS				Ex	$\bar{x}$
	So					
	<sup>1</sup> Ns <sup>1</sup> Nc	<sup>1</sup> Ns <sup>2</sup> Nc	<sup>2</sup> Ns <sup>1</sup> Nc	<sup>2</sup> Ns <sup>2</sup> Nc		
I	33,43	32,41	34,94	33,80	134,58	33,65
II	32,23	34,45	32,06	31,38	130,12	32,53
III	33,40	33,34	34,00	31,96	132,70	33,18
IV	31,69	31,23	33,32	31,13	127,37	31,84
Ex	130,75	131,43	134,32	128,27		
$\bar{x}$	32,69	32,86	33,58	32,07		



Tabla 143.- Ensayo S-N 1981. Peso de mil granos: Análisis de varianza.

Análisis de varianza:

FV	Gl	SC	MC	Fc	NP
RP	3	7,38	2,46	2,5	-
TRAT	Ns	1	0,01	0,01	0,1
	Nc	3	4,64	1,55	1,5
	NsNc	1	2,83	2,83	2,8
ERROR	9	9,28	1,03		
TOTAL	15	21,30			

El número de espigas por planta varía de forma altamente significativa ( $P=0,001$ ; Tabla 139) con los tratamientos de Nitrógeno<sub>2</sub> en sementera. El valor más elevado le corresponde al nivel Ns<sub>2</sub><sup>2</sup>, sin diferencias significativas respecto a Ns<sub>2</sub><sup>1</sup>Nc<sub>2</sub>. Los tratamientos con menor dosis de Nitrógeno en sementera, Ns<sub>1</sub><sup>1</sup>Nc<sub>2</sub> y Ns<sub>1</sub><sup>1</sup>Nc<sub>1</sub>, obtuvieron el menor número de espigas por planta, sin diferencias estadísticas entre ellos, pero con diferencias de diversa significación ( $P=0,01$  a  $0,001$ ; Tabla 139) en relación a las aplicaciones con Ns<sub>2</sub>.

Los valores medios obtenidos fueron (Tabla 138):

$$Ns_{22} = 3,96$$

$$Ns_{21} = 3,92$$

$$Ns_{11} = 3,33$$

$$Ns_{12} = 3,29$$

El número de granos por espiga y peso de mil granos no presentan variabilidad estadística en ninguno de los efectos estudiados (Tablas 141 y 143, respectivamente).

b) Azufre al final del ahijado y niveles y épocas de aplicación de Nitrógeno. En las Tablas 144 a 149 se indican los valores medios correspondientes a número de espigas por planta, número de granos por espiga y peso de mil granos, así como los respectivos análisis de varianza y mínimas diferencias significativas.

Tabla 144.- Ensayo S-N 1981. Número de espigas por planta en función del Azufre y niveles y épocas de aplicación de Nitrógeno.

RP	TRATAMIENTOS								Ex	$\bar{x}$
	Sa									
	<sup>1</sup> Ns	<sup>1</sup> Nc	<sup>1</sup> Ns	<sup>2</sup> Nc	<sup>2</sup> Ns	<sup>1</sup> Nc	<sup>2</sup> Ns	<sup>2</sup> Nc		
I	3,67		4,00		4,67		4,33		16,67	4,17
II	4,33		4,50		4,00		3,67		16,50	4,13
III	4,33		4,33		4,17		4,17		17,00	4,25
IV	4,33		3,50		3,83		4,50		16,16	4,04
Ex	16,66		16,33		16,67		16,67			
$\bar{x}$	4,17		4,08		4,17		4,17			

Tabla 145.- Ensayo S-N 1981. Número de espigas por planta: Análisis de varianza.

Análisis de varianza:

FV	Gl	SC	MC	Fc	NP
RP	3	0,03	0,01	0,1	-
TRAT	Ns   1	0,03   0,01	0,01   0,01	0,1   0,1	-   -
	Nc   1	0,03   0,01	0,01   0,01	0,1   0,1	-   -
	NsNc   1	0,01	0,01	0,1	-
ERROR	9	1,59	0,18		
TOTAL	15	1,71			

Tabla 146.- Ensayo S-N 1981. Número de granos por espiga en función del Azufre y niveles y épocas de aplicación de Nitrógeno.

RP	TRATAMIENTOS								Ex	$\bar{x}$
	Sa									
	<sup>1</sup> NS	<sup>1</sup> NC	<sup>1</sup> NS	<sup>2</sup> NC	<sup>2</sup> NS	<sup>1</sup> NC	<sup>2</sup> NS	<sup>2</sup> NC		
I	22,3		20,9		22,0		21,5		86,7	21,68
II	21,6		22,7		21,9		22,4		88,6	22,15
III	20,6		22,1		20,5		21,2		84,4	21,10
IV	21,2		23,1		22,6		22,0		88,9	22,23
Ex	85,7		88,8		87,0		87,1			
$\bar{x}$	21,43		22,20		21,75		21,78			

Tabla 147.- Ensayo S-N 1981. Número de granos por espiga: Análisis de varianza.

Análisis de varianza:

FV	Gl	SC	MC	Fc	NP		
RP	3	3,24	1,08	2,3	-		
TRAT	Ns	1	0,02	0,02	0,1	-	
	Nc	3	1,22	0,41	0,64	1,4	-
	NsNc	1	0,56	0,56	1,2	-	
ERROR	9	4,26	0,47				
TOTAL	15	8,72					

Tabla 148.- Ensayo S-N 1981. Peso de mil granos en función del Azufre y niveles y épocas de aplicación de Nitrógeno.

RP	TRATAMIENTOS								Ex	$\bar{x}$
	Sa									
	<sup>1</sup> NS	<sup>1</sup> NC	<sup>1</sup> NS	<sup>2</sup> NC	<sup>2</sup> NS	<sup>1</sup> NC	<sup>2</sup> NS	<sup>2</sup> NC		
I	34,56		34,85		33,46		34,29		137,16	34,29
II	31,09		32,29		33,89		31,35		128,62	32,16
III	33,56		33,08		32,18		31,45		130,27	32,57
IV	32,92		33,46		32,23		31,62		130,23	32,56
Ex	132,13		133,68		131,76		128,71			
$\bar{x}$	33,03		33,42		32,94		32,18			

Tabla 149.- Ensayo S-N 1981. Peso de mil granos: Análisis de varianza y mínimas diferencias significativas.

Análisis de varianza:

<u>FV</u>	<u>G1</u>	<u>SC</u>	<u>MC</u>	<u>Fc</u>	<u>NP</u>		
RP	3	10,86	3,62	4,5	0,05		
TRAT	Ns	3	1,78	1,78	2,2	-	
	Nc		0,15	1,08	0,15	1,4	0,2
	NsNc		1,32	1,32	1,7	-	
ERROR	9	7,22	0,80				
TOTAL	15	21,33					

Mínimas diferencias significativas:

<u>V</u>	<u>0,10</u>	<u>0,05</u>	<u>0,02</u>	<u>0,01</u>	<u>0,001</u>
RP	1,159	1,431	1,777	2,055	3,024

En el peso de mil granos existe variación estadística - (P=0,05; Tabla 149) entre las repeticiones; la primera de ellas es significativamente superior al resto (P=0,05; Tabla 149), en tre estas últimas no hay diferencias.

Los valores medios fueron (Tabla 148):

- I= 34,29 g
- II= 32,16 g
- III= 32,57 g
- IV= 32,56 g

No se encuentra variabilidad estadística en ninguno de los efectos del número de espigas por planta y del número de granos por espiga (Tablas 145 y 147, respectivamente).

C-2.2.2) Comparación de los tratamientos -  
NsSoNc y NsSaNc.

Los valores correspondientes al número de espigas por planta, número de granos por espiga y peso de mil granos, así como sus respectivos ensayos de diferencias entre medias, vienen expresados en la Tablas 150 a 155.

Tabla 150.- Ensayo S-N 1981. Número de espigas por planta: Valores de los tratamientos NsSoNc y NsSaNc.

TRAT	$\bar{x}$	s	n	TRAT	$\bar{x}$	s	n
NsSoNc <sup>1</sup>	3,33	0,13	4	NsSaNc <sup>1</sup>	4,17	0,33	4
NsSoNc <sup>2</sup>	3,29	0,25	4	NsSaNc <sup>2</sup>	4,08	0,44	4
NsSoNc <sup>1</sup>	3,92	0,10	4	NsSaNc <sup>1</sup>	4,17	0,36	4
NsSoNc <sup>2</sup>	3,96	0,16	4	NsSaNc <sup>2</sup>	4,17	0,36	4

Tabla 151.- Ensayo S-N 1981. Número de espigas por planta: "t" de Student.

A)				B)			
RELACION	t	NP	%	RELACION	t	NP	%
NsSaNc <sup>1</sup> /NsSoNc <sup>1</sup>	4,67	0,01	+25	NsSaNc <sup>1</sup> /NsSoNc <sup>2</sup>	1,15	-	+5
NsSaNc <sup>2</sup> /NsSoNc <sup>2</sup>	3,12	0,05	+24	NsSaNc <sup>1</sup> /NsSoNc <sup>1</sup>	1,45	-	+6
NsSaNc <sup>1</sup> /NsSoNc <sup>1</sup>	1,34	-	+6	NsSaNc <sup>2</sup> /NsSoNc <sup>2</sup>	0,51	-	+3
NsSaNc <sup>2</sup> /NsSoNc <sup>2</sup>	1,07	-	+5	NsSaNc <sup>2</sup> /NsSoNc <sup>1</sup>	0,71	-	+4
NsSaNc <sup>1</sup> /NsSoNc <sup>2</sup>	4,24	0,01	+27				
NsSaNc <sup>2</sup> /NsSoNc <sup>1</sup>	3,27	0,05	+23				

Tabla 152.- Ensayo S-N 1981. Número de granos por espiga: Valores de los tratamientos NsSoNc y NsSaNc.

TRAT	$\bar{x}$	s	n	TRAT	$\bar{x}$	s	n
NsSoNc <sup>1</sup>	21,43	0,26	4	NsSaNc <sup>1</sup>	21,43	0,71	4
NsSoNc <sup>2</sup>	21,45	0,31	4	NsSaNc <sup>2</sup>	22,20	0,96	4
NsSoNc <sup>1</sup>	21,28	0,82	4	NsSaNc <sup>1</sup>	21,75	0,89	4
NsSoNc <sup>2</sup>	22,20	0,52	4	NsSaNc <sup>2</sup>	21,78	0,53	4

Tabla 153.- Ensayo S-N 1981. Número de granos por espiga: "t" de Student.

A)				B)			
RELACION	t	NP	%	RELACION	t	NP	%
$\frac{1}{N_sSaNc} / \frac{1}{N_sSoNc}$	0,00	-	0	$\frac{1}{N_sSaNc} / \frac{2}{N_sSoNc}$	-1,75	-	-3
$\frac{1}{N_sSaNc} / \frac{2}{N_sSoNc}$	1,49	-	+2	$\frac{1}{N_sSaNc} / \frac{1}{N_sSoNc}$	0,28	-	+1
$\frac{2}{N_sSaNc} / \frac{1}{N_sSoNc}$	0,79	-	+2	$\frac{1}{N_sSaNc} / \frac{2}{N_sSoNc}$	0,00	-	0
$\frac{2}{N_sSaNc} / \frac{2}{N_sSoNc}$	-1,44	-	-2	$\frac{1}{N_sSaNc} / \frac{1}{N_sSoNc}$	1,46	-	+4
$\frac{1}{N_sSaNc} / \frac{1}{N_sSoNc}$	-0,05	-	0				
$\frac{1}{N_sSaNc} / \frac{2}{N_sSoNc}$	1,55	-	+3				

Tabla 154.- Ensayo S-N 1981. Peso de mil granos: Valores de los tratamientos NsSoNc y NsSaNc.

TRAT	$\bar{x}$	s	n	TRAT	$\bar{x}$	s	n
$\frac{1}{N_sSoNc}$	32,69	0,87	4	$\frac{1}{N_sSaNc}$	33,03	1,46	4
$\frac{1}{N_sSoNc} / \frac{2}{N_sSoNc}$	32,86	1,37	4	$\frac{1}{N_sSaNc} / \frac{2}{N_sSoNc}$	33,42	1,07	4
$\frac{2}{N_sSoNc} / \frac{1}{N_sSoNc}$	33,58	1,21	4	$\frac{2}{N_sSaNc} / \frac{1}{N_sSoNc}$	32,94	0,87	4
$\frac{2}{N_sSoNc} / \frac{2}{N_sSoNc}$	32,07	1,21	4	$\frac{2}{N_sSaNc} / \frac{2}{N_sSoNc}$	32,18	1,41	4

Tabla 155.- Ensayo S-N 1981. Peso de mil granos: "t" de Student.

A)				B)			
RELACION	t	NP	%	RELACION	t	NP	%
$\frac{1}{N_sSaNc} / \frac{1}{N_sSoNc}$	0,40	-	+1	$\frac{1}{N_sSaNc} / \frac{2}{N_sSoNc}$	1,01	-	+3
$\frac{1}{N_sSaNc} / \frac{2}{N_sSoNc}$	0,65	-	+2	$\frac{1}{N_sSaNc} / \frac{1}{N_sSoNc}$	-0,65	-	-2
$\frac{2}{N_sSaNc} / \frac{1}{N_sSoNc}$	-0,86	-	-2	$\frac{1}{N_sSaNc} / \frac{2}{N_sSoNc}$	1,67	-	+4
$\frac{2}{N_sSaNc} / \frac{2}{N_sSoNc}$	0,12	-	+1	$\frac{1}{N_sSaNc} / \frac{1}{N_sSoNc}$	-0,23	-	-1
$\frac{1}{N_sSaNc} / \frac{1}{N_sSoNc}$	0,17	-	+1				
$\frac{1}{N_sSaNc} / \frac{2}{N_sSoNc}$	1,06	-	+2				

La acción del Azufre por vía foliar después del ahijado sobre el número de espigas por planta, es muy similar a la efectuada sobre cosecha grano y cosecha planta (cf. Tablas 137 y 151).

Por otra parte, no se han encontrado diferencias estadísticas entre los tratamientos con Azufre y testigos en el número de granos por espiga y peso de mil granos (Tablas 153 y 155), por lo que puede afirmarse que la elevación de cosecha grano y planta por la acción del Azufre se ha debido al aumento del número de espigas por planta.

En las Gráficas 24, 25 y 26 se han representado los valores de cada parámetro en función de los tratamientos.

C-3) Comentario general del ensayo S-N 1981.

Del estudio realizado en 1981 se constata:

1.- La cosecha grano, cosecha planta y número de espigas por planta aumentan al elevarse las dosis de abonado nitrogenado en sementera, dentro de los niveles utilizados en el ensayo; mientras que el número de granos por espiga y peso de mil granos permanecen casi constantes.

2.- Los tratamientos con Nitrógeno en cobertera tardía afectan en pequeña medida a las cosechas y parámetros determinantes.

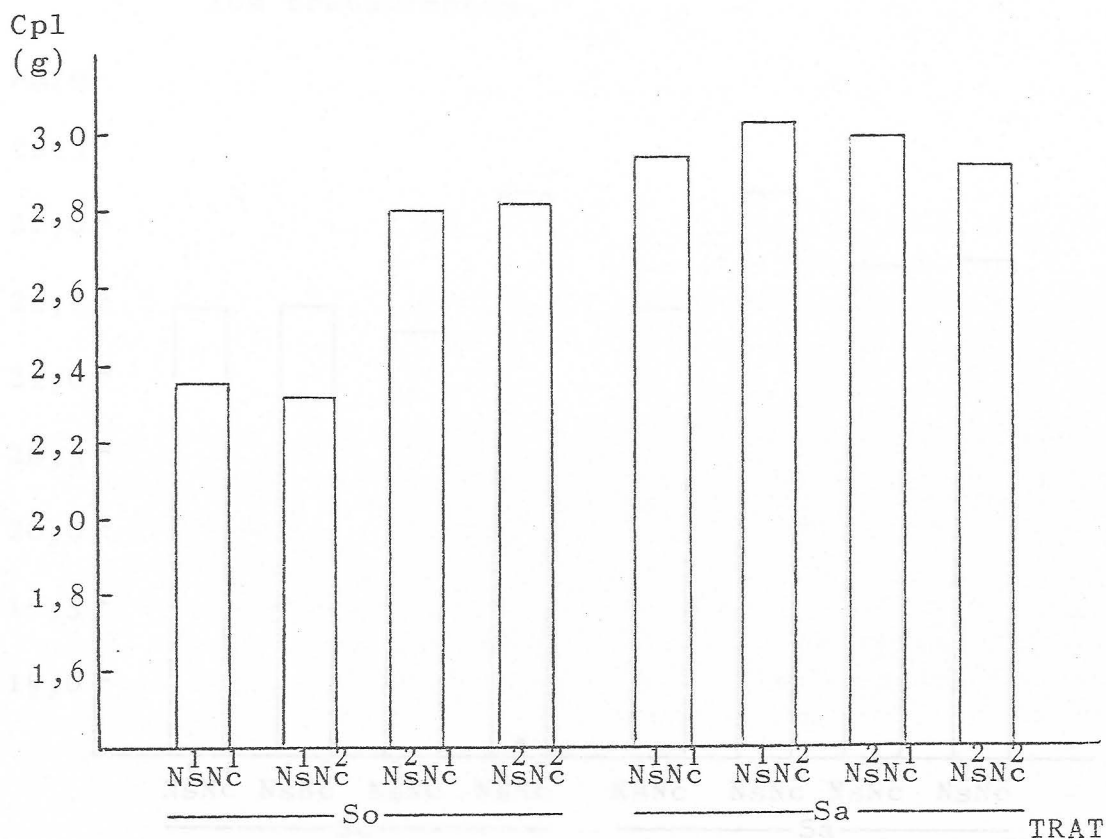
3.- El Azufre por vía foliar al final del ahijado, realiza un efecto suplementario del Nitrógeno en sementera, si este es aplicado a dosis bajas, elevando el número de espigas por planta y, por tanto, las cosechas grano y planta.

Gráfico 24.- Ensayo S-N 1981. Representación de los valores medios de número de espigas por planta en función de los tratamientos.

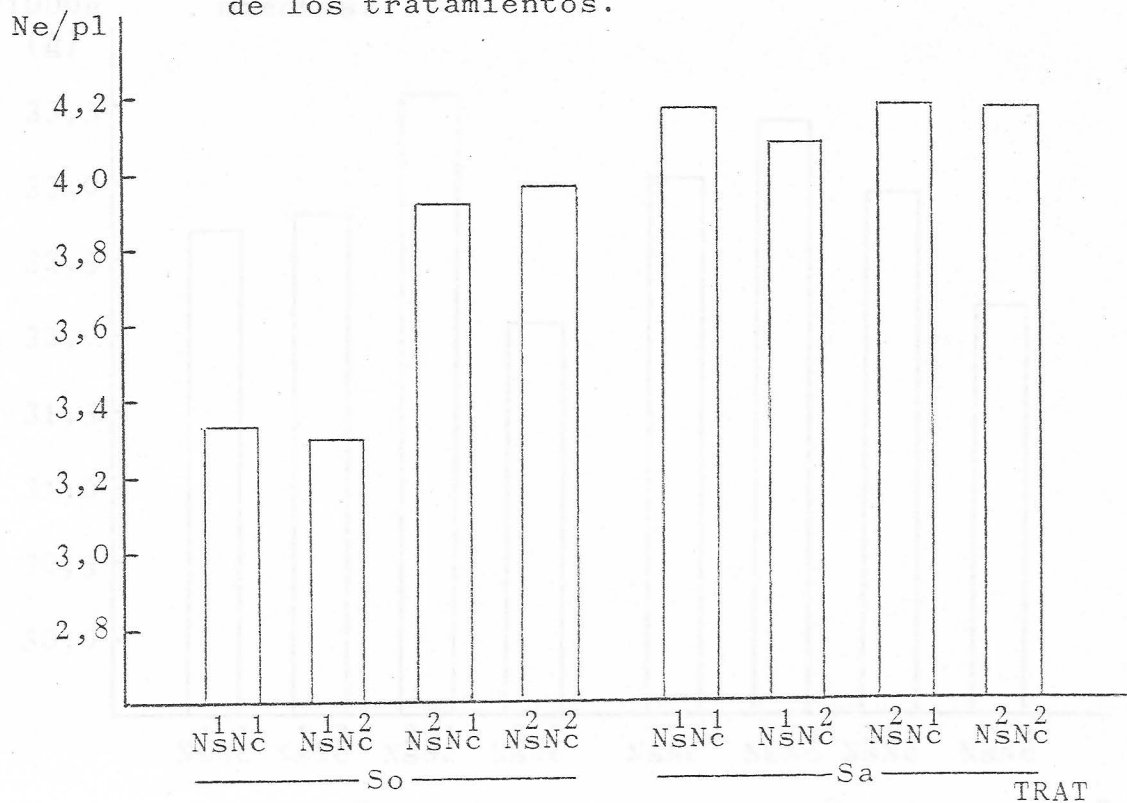




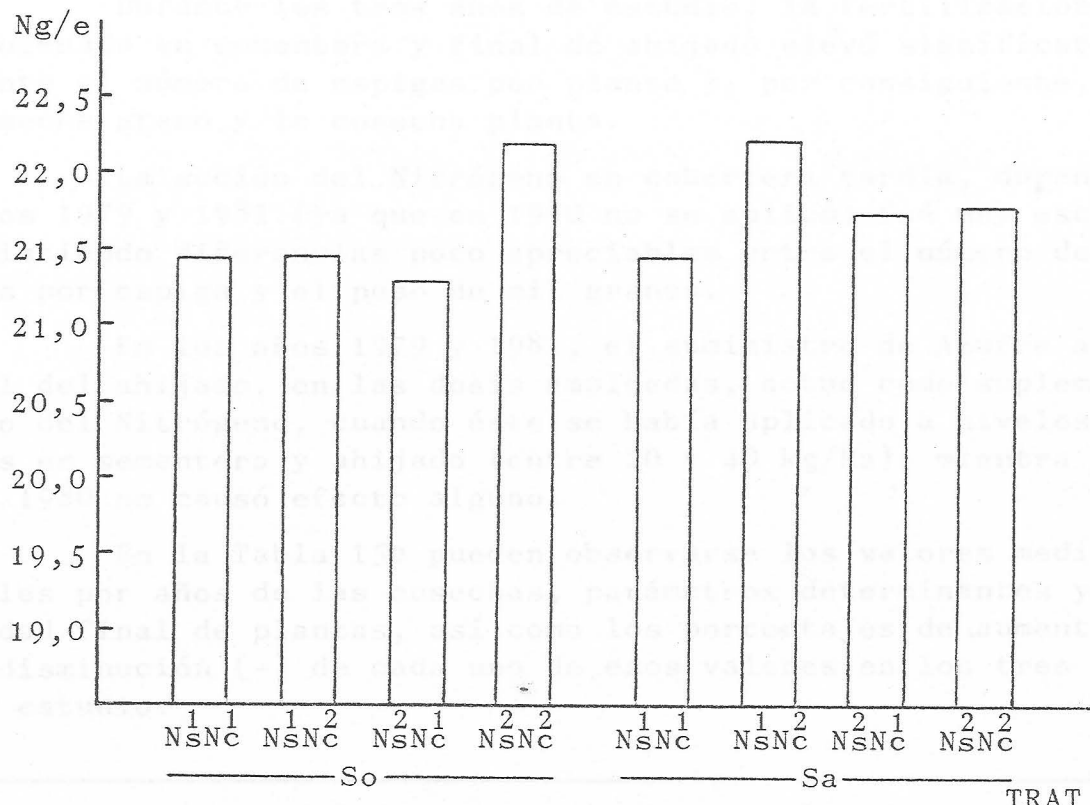
Gráfica 23.- Ensayo S-N 1981. Representación de los valores medios de cosecha planta en función de los tratamientos.



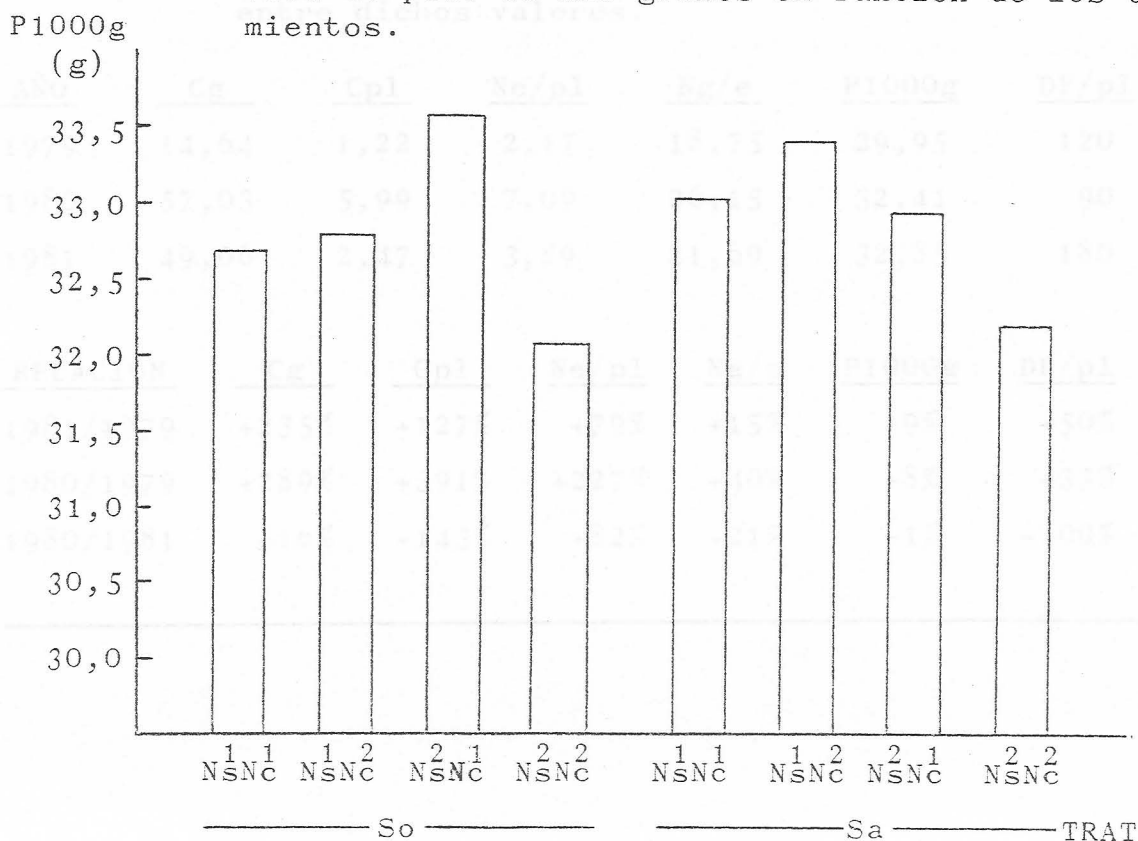
Gráfica 24.- Ensayo S-N 1981. Representación de los valores medios de número de espigas por planta en función de los tratamientos.



Gráfica 25.- Ensayo S-N 1981. Representación de los valores medios de número de granos por espiga en función de los tratamientos.



Gráfica 26.- Ensayo S-N 1981. Representación de los valores medios de peso de mil granos en función de los tratamientos.



3.2.2.2.- Estudio comparativo de la cosecha grano, cosecha planta y parámetros en los tres años analizados.

Durante los tres años de estudio, la fertilización nitrogenada en sembrera y final de ahijado elevó significativamente el número de espigas por planta y, por consiguiente, la cosecha grano y la cosecha planta.

La acción del Nitrógeno en cobrtera tardía, durante los años 1979 y 1981 (ya que en 1980 no se aplicó) fué muy escasa, existiendo diferencias poco apreciables entre el número de granos por espiga y el peso de mil granos.

En los años 1979 y 1981, el suministro de Azufre al final del ahijado, en las dosis empleadas, actuó como suplementario del Nitrógeno, cuando éste se había aplicado a niveles bajos en sembrera y ahijado (entre 20 y 40 kg/Ha); mientras que en 1980 no causó efecto alguno.

En la Tabla 156 pueden observarse los valores medios totales por años de las cosechas, parámetros determinantes y densidad final de plantas, así como los porcentajes de aumento (+) o disminución (-) de cada uno de esos valores en los tres años de estudio.

Tabla 156.- Ensayo S-N. Valores medios anuales de cosechas, parámetros y densidad final de plantas. Comparación entre dichos valores.

<u>AÑO</u>	<u>Cg</u>	<u>Cpl</u>	<u>Ne/pl</u>	<u>Ng/e</u>	<u>P1000g</u>	<u>DF/pl</u>
1979	14,64	1,22	2,17	18,75	29,95	120
1980	57,03	5,99	7,09	26,15	32,41	90
1981	49,06	2,47	3,89	21,69	32,85	180
<u>RELACION</u>	<u>Cg</u>	<u>Cpl</u>	<u>Ne/pl</u>	<u>Ng/e</u>	<u>P1000g</u>	<u>DF/pl</u>
1981/1979	+235%	+127%	+79%	+15%	+9%	+50%
1980/1979	+289%	+391%	+227%	+40%	+8%	-33%
1980/1981	+16%	+143%	+82%	+21%	-1%	-100%

a) La cosecha grano, cosecha planta y número de espigas por planta del año 1981 fueron respectivamente 3,4, 2 y 1,8 veces superiores a las de 1979; mientras que el número de granos por espiga y peso de mil granos presentaron escaso incremento (1,1 y 1,1 respectivamente). Estas diferencias fueron debidas a diversas causas, entre las que cabe destacar:

- El Nitrógeno en sementera actúa normalmente estableciendo el número de tallos hijos, mientras que el mismo fertilizante al final del ahijado, aumenta la fertilidad potencial de los hijos ya establecidos. Como quiera que, en el año 1979, el nivel de Nitrógeno en sementera fué de 20 kg/Ha, mitad de la dosis mínima durante 1981, es lógico que las plantas ahijaran en menor proporción.

Por otra parte, en los 30 días siguientes a la fertilización de sementera del ensayo 1979 llovió abundantemente ( $200 \text{ l/m}^2$ ), cantidad muy por encima de la media normal en la zona (cf. Cuadro 6), lo que pudo lavar parte del Nitrógeno aplicado antes de que la plántula lo asimilara. En 1981 las lluvias durante el mismo periodo fueron bastante inferiores ( $10 \text{ l/m}^2$ ). Al mismo tiempo, el suelo donde se realizó el ensayo 1981 era 10 veces más rico en materia orgánica que el de 1979 (cf. Tabla 2). Por todo ello, es explicable que el número de espigas por planta se elevara hasta un 79% más en 1981 que durante 1979.

- El aumento del 127% de la cosecha planta durante el año 1981 es comprensible, ya que al incremento del 79% correspondiente al número de espigas hay que añadir el 15% de los granos por espiga y el 9% del peso de mil granos, conociendo el hecho de que dichos porcentajes no son aditivos, sino que el efecto total es el de la interacción de los tres parámetros.

- La cosecha grano de 1981 aumentó 3,5 veces respecto a la obtenida en 1979, a pesar de que la cosecha planta se elevó solo 2 veces aproximadamente, y ello porque la densidad de plantas en 1981 fué 1,5 veces superior a la de 1979.

b) El número de espigas por planta del año 1980 fué 1,8 y 3,3 veces superior al obtenido en los años 1981 y 1979, respectivamente. Este aumento podría deberse a una serie de factores especiales ocurridos en 1980:

- El ensayo se llevó a cabo en regadío.

- Los niveles de Nitrógeno en sementera y ahijado fueron bastante elevados (cf. Cuadro 3).

- La densidad de plantas fué bastante inferior (Tabla 156).

Los tres factores señalados actúan incrementando el número de hijos y su fertilidad, por lo que podría explicarse así el aumento del número de espigas durante 1980.

La cosecha planta obtenida en 1980 fué superior en 2,4 y 4,9 veces a las de los años 1981 y 1979, al elevarse igualmente el número de granos por espiga durante 1980 (Tabla 156). Sin embargo, debido al menor número final de plantas, la cosecha grano de 1980 sólo aumentó 1,2 y 3,9 veces, respecto a la obtenida en 1981 y 1979 (Tabla 156).

c) La ausencia de respuesta al Azufre en el ensayo de 1980 cabría explicarla en función de los factores que influyeron sobre dicho año y que fueron comentados anteriormente. Dichos factores actuaban sobre el mismo componente que el Azufre, por lo que es posible que el número de espigas por planta estuviera lo suficientemente elevado como para que el Azufre, a las dosis utilizadas, pudiera causar un efecto suplementario. Y aún más, como puede observarse en la Tabla 121, para que el Nitrógeno aumente significativamente el número de espigas, ha sido necesario elevar las dosis desde 50 a 150 kg/Ha ( $N_1$  a  $N_3$ ), por lo que es probable que el Azufre no tuviera efecto a causa de las dosis aplicadas.

	$N_1$	$N_2$	$N_3$	$F_x$	$F$
Sb	2,02	1,97	2,01	5,97	1,97
Sa	2,02	1,97	2,01	5,91	1,97
Sp	2,17	2,75	2,11	0,23	2,08
Sx	0,21	5,80	0,01		
$\bar{x}$	2,08	1,93	2,01		

Tabla 156.- Ensayo S-N 1979. Fertilizante de Nitrógeno en el grano: Análisis de varianzas

Tabla de varianzas:

	DF	MS	MS	MS	MS	MS
NP	1	0,01	0,01	0,01	0,3	-
TR(1)	3	2	0,02	0,01	0,3	-
TR(1)	3	2	0,01	0,005	0,005	0,2
SP	1	1	0,03	0,005	0,1	-
FAROS	3	0,21	0,07	0,07	0,07	-
ERROR	17	1,27	1,27	1,27	1,27	-



3.2.2.3.- Contenido de Nitrógeno en el grano.

Los valores de porcentaje de Nitrógeno en la harina obtenidos por tratamiento y repetición en los años 1979, 1980 y 1981, así como sus respectivos análisis de varianza se incluyen en las Tablas 157 a 166.

Tabla 157.- Ensayo S-N 1979. Porcentaje de Nitrógeno en el grano en función de los niveles de Azufre y nitrosulfato amónico.

Resultados por tratamiento y repetición:

RP	TRATAMIENTOS									Ex	$\bar{x}$
	Sb			Sa			So				
	N <sub>2</sub>	N <sub>1</sub>	N <sub>0</sub>	N <sub>2</sub>	N <sub>1</sub>	N <sub>0</sub>	N <sub>2</sub>	N <sub>1</sub>	N <sub>0</sub>		
I	1,00	0,97	0,99	0,96	0,99	0,98	1,25	0,91	0,79	8,84	0,98
II	1,02	0,98	0,96	1,08	0,96	0,94	0,94	0,99	1,35	9,22	1,02
Ex	2,02	1,95	1,95	2,04	1,95	1,92	2,19	1,90	2,14		
$\bar{x}$	1,01	0,98	0,98	1,02	0,98	0,96	1,10	0,95	1,07		

Resultados por tratamiento:

	N <sub>2</sub>	N <sub>1</sub>	N <sub>0</sub>	Ex	$\bar{x}$
Sb	2,02	1,95	1,95	5,92	1,97
Sa	2,04	1,95	1,92	5,91	1,97
So	2,19	1,90	2,14	6,23	2,08
Ex	6,25	5,80	6,01		
$\bar{x}$	2,08	1,93	2,00		

Tabla 158.- Ensayo S-N 1979. Porcentaje de Nitrógeno en el grano: Análisis de varianza.

Análisis de varianza:

FV	Gl	SC	MC	Fc	NP
RP	1	0,01	0,01	0,3	-
TRAT	S	2	0,02	0,01	0,3
	N	8	0,04	0,005	0,2
	SN	4	0,01	0,003	0,1
ERROR	8	0,21	0,03		
TOTAL	17	0,26			

Tabla 159.- Ensayo S-N 1979. Porcentaje de Nitrógeno en el grano en función de los niveles de Azufre y urea.

Resultados por tratamiento y repetición:

RP	TRATAMIENTOS									Ex	$\bar{x}$
	Sb			Sa			So				
	U <sub>2</sub>	U <sub>1</sub>	U <sub>0</sub>	U <sub>2</sub>	U <sub>1</sub>	U <sub>0</sub>	U <sub>2</sub>	U <sub>1</sub>	U <sub>0</sub>		
I	1,05	0,89	0,95	0,96	1,01	0,91	0,91	0,93	0,94	8,55	0,95
II	0,82	0,93	0,97	0,91	0,89	0,94	0,94	0,90	0,96	8,26	0,92
Ex	1,87	1,82	1,92	1,87	1,90	1,85	1,85	1,83	1,90		
$\bar{x}$	0,94	0,91	0,96	0,94	0,95	0,93	0,93	0,92	0,95		

Resultados por tratamiento:

	U <sub>2</sub>	U <sub>1</sub>	U <sub>0</sub>	Ex	$\bar{x}$
Sb	1,87	1,82	1,92	5,61	0,93
Sa	1,87	1,90	1,85	5,62	0,94
So	1,85	1,83	1,90	5,58	0,92
Ex	5,59	5,55	5,67		
$\bar{x}$	0,93	0,92	0,95		

Tabla 160.- Ensayo S-N 1979. Porcentaje de Nitrógeno en el grano: Análisis de varianza.

Análisis de varianza:

FV	Gl	SC	MC	Fc	NP	
RP	1	0,005	0,005	1,3	-	
TRAT	S	2	0,0001	0,0001	0,1	-
	U	2	0,005	0,0006	0,2	0,3
	SU	4	0,004	0,004	1,0	-
ERROR	8	0,03	0,004			
TOTAL	17	0,04				



Tabla 161.- Ensayo S-N 1980. Porcentaje de Nitrógeno en el grno en función de los niveles y épocas de aplicación de Azufre y Nitrógeno.

Resultados por tratamiento y repetición:

RP	TRATAMIENTOS									Ex	$\bar{x}$
	Sb			Sa			So				
	N <sub>3</sub>	N <sub>2</sub>	N <sub>1</sub>	N <sub>3</sub>	N <sub>2</sub>	N <sub>1</sub>	N <sub>3</sub>	N <sub>2</sub>	N <sub>1</sub>		
I	1,67	1,84	1,56	1,67	1,59	1,53	1,76	1,70	1,87	15,19	1,69
II	1,67	1,81	1,93	1,79	1,96	1,64	1,59	1,67	1,76	15,82	1,76
III	1,87	1,64	2,12	1,56	2,03	1,76	1,67	1,76	1,59	16,00	1,78
IV	1,55	1,70	1,63	1,42	1,63	1,93	1,50	1,87	1,87	15,10	1,68
Ex	6,76	6,99	7,24	6,44	7,21	6,86	6,52	7,00	7,09		
$\bar{x}$	1,69	1,75	1,81	1,61	1,80	1,72	1,63	1,75	1,77		

Resultados por tratamiento:

	N <sub>3</sub>	N <sub>2</sub>	N <sub>1</sub>	Ex	$\bar{x}$
Sb	6,76	6,99	7,24	20,99	1,75
Sa	6,44	7,21	6,86	20,51	1,71
So	6,52	7,00	7,09	20,61	1,72
Ex	19,72	21,20	21,19		
$\bar{x}$	1,64	1,77	1,77		

Tabla 162.- Ensayo S-N 1980. Porcentaje de Nitrógeno en el grno: Análisis de varianza.

Análisis de varianza:

FV	Gl	SC	MC	Fc	NP
RP	3	0,06	0,02	0,7	-
TRAT	S	2	0,01	0,005	0,2
	N	8	0,16	0,02	0,06
	SN	4	0,03	0,008	0,3
ERROR	24	0,65	0,03		
TOTAL	35	0,87			

Tabla 163.- Ensayo S-N 1981. Porcentaje de Nitrógeno en el grano en función de los niveles y épocas de aplicación de Nitrógeno.

RP	TRATAMIENTOS								Ex	$\bar{x}$
	So									
	1 Ns	1 Nc	1 Ns	2 Nc	2 Ns	1 Nc	2 Ns	2 Nc		
I	1,48		1,67		1,76		1,76		6,67	1,67
II	1,59		1,43		1,76		1,43		6,21	1,55
III	1,40		1,59		1,64		1,59		6,22	1,56
IV	1,35		1,48		1,28		1,67		5,78	1,45
Ex	5,82		6,17		6,44		6,45			
$\bar{x}$	1,46		1,54		1,61		1,61			

Tabla 164.- Ensayo S-N 1981. Porcentaje de Nitrógeno en el grano: Análisis de varianza.

Análisis de varianza:

FV	Gl	SC	MC	Fc	NP	
RP	3	0,10	0,03	1,5	-	
TRAT	Ns	1	0,05	0,05	2,5	-
	Nc	3	0,06	0,02	1,0	0,4
	NsNc	1	0,007	0,007	0,4	-
ERROR	9	0,19	0,02			
TOTAL	15	0,35				

Tabla 165.- Ensayo S-N 1981. Porcentaje de Nitrógeno en el grano en función del Azufre y niveles y épocas de aplicación de Nitrógeno.

RP	TRATAMIENTOS								Ex	$\bar{x}$
	Sa									
	1 Ns	1 Nc	1 Ns	2 Nc	2 Ns	1 Nc	2 Ns	2 Nc		
I	1,48		1,76		1,64		1,73		6,61	1,65
II	1,76		1,56		1,59		1,81		6,72	1,68
III	1,70		1,64		1,40		1,61		6,35	1,59
IV	1,61		1,56		1,70		1,61		6,48	1,62
Ex	6,55		6,52		6,33		6,76			
$\bar{x}$	1,64		1,63		1,58		1,69			

Tabla 166.- Ensayo S-N 1981. Porcentaje de Nitrógeno en el grano: 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	0,02	0,007	0,4	-	
TRAT	Ns	1	0,001	0,001	0,1	-
	Nc	3	0,02	0,007	0,4	0,6
	NsNc	1	0,01	0,01	0,6	-
ERROR	9	0,14	0,016			
TOTAL	15	0,18				

Del análisis estadístico efectuado puede deducirse que, tanto los niveles de Nitrógeno como las épocas de aplicación de Azufre no inducen variabilidad significativa alguna en el porcentaje de Nitrógeno del grano durante los tres años de estudio (Tablas 158, 160, 162, 164 y 166).

4.1.1. Durante los años 1951, 1952 y 1953, las variedades de maíz por ciclo de las cuatro variedades de maíz sembradas en un estadístico superior a los de las variedades, debido a que en las primeras se incrementaron significativamente los parámetros de rendimiento de la cosecha, mientras que en las últimas la cosecha por hectárea fue menor. A pesar de esto, y a causa de la gran variabilidad en el crecimiento de las variedades de maíz sembradas, las de las variedades obtuvieron las mejores rendimientos por unidad de superficie sembrada, especialmente en la variedad Follas.

4.1.2. Respecto a los tratamientos suministrados, se ha comprobado que la mayor influencia sobre la producción de grano de maíz fue debida a la aplicación de dosis de 40 y 45 kg/ha del fertilizante en azufre, a través del incremento en el número de espigas. Los restantes parámetros de la cosecha (número de granos por espiga y peso de mil granos) no presentaron variación apreciable con los tratamientos suministrados.

#### 4.- CONCLUSIONES

4.1.3. El número de espigas por planta fue el componente más importante en el incremento de la productividad de los años 1951 y 1952 respecto a 1953. Los dos parámetros restantes, salvo casos muy determinados, variaron solo muy débilmente.

4.1.4. En las condiciones de nuestra zona durante los tres años ensayados, las variedades de maíz estuvieron determinadas fundamentalmente por el período superior a la emergencia de la espiga, en especial por la variación en el número de espigas por m<sup>2</sup>, y sólo en muy pequeña proporción por la duración del Área Follas (LAD) y la eficiencia asimiladora durante la maduración (E) desde antes a madurez. La variedad superior afectividad de las aplicaciones de fertilizantes se atribuirá por su efecto sobre el número de ahijamientos y, por tanto, sobre la capacidad de almacenamiento potencial.

4.1.5. Del estudio de la relación del ahijamiento puede afirmarse que:

a) El éxito de las variedades de maíz en la producción de espigas depende del número de ahijamientos que producen al estado 3-4 de Feekes (final del crecimiento) y del porcentaje de pérdida de los mismos desde este estado crítico;

b) Aquellos ahijamientos que en el estado mencionado presentan una longitud inferior al 50% de la parte superior del tallo principal no darán lugar a espigas.

#### 4.1.- Conclusiones referentes al ensayo de Nitrógeno.

4.1.1. Durante los años 1979, 1980 y 1981, las producciones por planta de las cuatro variedades de seis carreras fueron estadísticamente superiores a las de dos carreras, debido a que en las primeras se incrementaron simultáneamente dos parámetros determinantes de la cosecha, mientras que en las últimas - lo hizo uno sólo (el número de espigas por planta). A pesar de ello, y a causa de la elevada sensibilidad al encamado de las variedades de seis carreras, las de dos carreras obtuvieron las cosechas grano por unidad de superficie más elevadas, especialmente la variedad Pallas.

4.1.2. Respecto a los tratamientos nitrogenados, se ha comprobado que la mayor influencia sobre la producción de grano fué debida a la aplicación de dosis comprendidas entre 40 y 45 kg/Ha del fertilizante en sementera, a través del incremento en el número de espigas. Los restantes parámetros de la cosecha - (número de granos por espiga y peso de mil granos) no experimentaron variación apreciable con los tratamientos suministrados.

4.1.3. El número de espigas por planta fué el componente más importante en el incremento de la productividad de los años 1980 y 1981 respecto a 1979. Los dos parámetros restantes, salvo casos muy determinados, influyeron sólo muy débilmente.

4.1.4. En las condiciones de nuestra zona durante los tres años ensayados, las cosechas grano estuvieron determinadas fundamentalmente por el período anterior a la emergencia de la espiga, en especial por la variación en el número de espigas por m<sup>2</sup>, y sólo en muy pequeña proporción por la Duración del Área - Foliar (LAD) y la eficiencia asimiladora durante la maduración (G) desde anthesis a madurez. Ello confirma la superior efectividad de las aplicaciones de Nitrógeno en sementera por su efecto sobre el número de ahijamientos y, por tanto, sobre la capacidad de almacenamiento potencial.

4.1.5. Del estudio de la dinámica del ahijamiento puede afirmarse que:

a) El éxito de los tallos hijos en la producción de espigas depende del número de ahijamientos que alcancen el estadio 8-9 de Feekes (final del encañado) y del porcentaje de pérdida de los mismos desde este estadio crítico.

b) Aquellos ahijamientos que en el estadio mencionado presenten una longitud inferior a la tercera parte de la del tallo principal no darán lugar a espiga.

c) Los tratamientos nitrogenados efectuados en cobertera tardía no disminuyeron los porcentajes de pérdida de ahijamientos en el estadio 8-9. Por tanto, la producción final de espigas fué afectada únicamente por los tratamientos de sementera.

4.1.6. El peso seco de las hojas por planta constituye una muy buena medida para la determinación de la superficie foliar a lo largo de todo el desarrollo de la planta de cebada, mientras que el peso seco total (excluyendo las raíces) puede ser utilizado hasta el estadio 7 de Feekes (comienzo del encañado). Igualmente, el número de granos por espiga puede ser determinado con suficiente exactitud a partir de la longitud final del raquis.

#### 4.2.- Conclusiones referentes al ensayo de Azufre-Nitrógeno.

4.2.1. En los tres años de estudio, la fertilización nitrogenada de sementera y final de ahijado elevó el número de espigas por planta y, por tanto, la cosecha grano por unidad de superficie y la cosecha por planta. La acción del Nitrógeno en cobertera tardía fué muy escasa, existiendo diferencias poco apreciables en el número de granos por espiga y en el peso de mil granos.

4.2.2. El Azufre por vía foliar al final del ahijado, en las dosis utilizadas (12,5 kg/Ha), actúa como suplementario del Nitrógeno, pero únicamente cuando éste se aplica a niveles relativamente bajos en sementera y ahijado (entre 20 y 30 kg/Ha). La aplicación de Azufre al final del encañado no produce efecto beneficioso sobre la cosecha grano, llegando, en ocasiones, a actuar negativamente.

4.2.3. La acción del Azufre coincide con la del Nitrógeno en aplicación temprana, elevando el número de espigas por planta, sin modificar significativamente el número de granos por espiga y el peso de mil granos, lo que explica la ineficacia de los tratamientos al final del encañado.

4.2.4. El Azufre, al menos en las dosis utilizadas, no es sustitutivo del Nitrógeno, puesto que no se observa elevación significativa de la cosecha y parámetros con la aplicación del mismo en ausencia de fertilización nitrogenada.

5.- BIBLIOGRAFIA.



1. AASE, J.K. (1978). Relationship between leaf area and dry matter in winter wheat. *Agron. J.*, 70, 563-565.
2. ABD EL RAHMAN, A.A., BATANOUY, K.H. y EZZAT, N.H. (1967). Effect of water supply on growth and yield of barley. *Plant and Soil*, 27, 369-382.
3. 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.
4. ACOCK, B., CHARLES-EDWARDS, D.A., FITTER, D.J., HAND, D.W., LUDWIG, L.J., WARREN WILSON, J. y WITHERS, A.C. (1978). The contribution of leaves from different levels within a tomato crop to canopy net photosynthesis: An experimental examination of two canopy models. *J. exp. Bot.*, 29, 815-828.
5. 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.
6. ANDERSEN, A.J. (1977). Effect of fertilizers on barley protein quantity and quality. *Cereal Res. Comm.*, 5, 159-167.
7. ANDERSEN, A.J. y KØIE, B. (1975). N fertilization and yield response of high-lysine and normal barley. *Agron. J.*, 67, 695-698.
8. 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.
9. ANDERSEN, S. (1952). Methods for determining stages of development in barley and oats. *Physiol. Plant.*, 5, 199-210.
10. 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.*, VI, 487-531.

11. ARCHBOLD, H.K. y MUKERJEE, B.N. (1942). Physiological studies in plant nutrition. XII. Carbohydrate changes in the several organs of the barley plants during growth, with special reference to the development and ripening of the ear. *Ann. Bot.*, VI, 1-41.
12. ARUGA, Y. y MONSI, M. (1963). Chlorophyll amount as an indicator of matter productivity in bio-communities. *Plant Cell Physiol.*, 4, 29-39.
13. 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.
14. 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.
15. ASANA, R.D. y SAINI, A.D. (1958). Studies in physiological analysis of yield. IV. The influence of soil drought on grain development, photosynthetic surface and water content of wheat. *Physiol. Plant.*, 11, 666-674.
16. 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.
17. ASPINALL, D. y PALEG, L.G. (1964) (Cit. por LAUDE, 1972). Effects of daylength and light intensity on growth of barley. III. Vegetative development. *Aust. J. biol. Sci.*, 17, 807-822.
18. AUSTENSON, H.M. y LARTER, E.N. (1969). Effect of direction of seeding on yields of barley and oats. *Can. J. Plant Sci.*, 49, 417-420.
19. AUSTIN, R.B., MORGAN, C.L., FORD, M.A. Y BLACKWELL, R.D. (1980). Contributions to grain yield from pre-anthesis assimilation in tall and dwarf barley phenotypes in two contrasting seasons. *Ann. Bot.*, 45, 309-319.
20. 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.
21. BAGGA, A.K. y RAWSON, H.M. (1977). Contrasting responses of morphologically similar wheat cultivars to temperature appropriate to warm temperate climates with hot summers: A study in controlled environment. *Aust. J. Plant Physiol.*, 4, 877-887.

22. BALSAN, J. y MORAVCIK, V. (1977). Effect of nitrogenous nourishment on the amount and yield quality of some varieties of malt barley. *Pol'nohospodárstvo*, 23, 151-159 (Resumen).
23. BATCH, J.J. y MORGAN, D.G. (1974). Male sterility induced in barley by photoperiod. *Nature*, 250, 165-167.
24. BATCH, J.J. y MORGAN, D.G. (1975). The influence of brief exposures to short days on the growth and development of barley. *J. expt. Bot.*, 26, 596-608.
25. BATEY, T. (1976). Some effects of nitrogen fertilizer on winter wheat. *J. Sci. Fd. Agric.*, 27, 287-297.
26. 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.
27. BAYLES, R.A. (1977b). 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. BAYLES, R.A. (1977c). 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.
29. 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, London, Academic Press.
30. BELL, J.N.B., RUTTER, A.J. y RELTON, J. (1979). Studies on the effects of low levels of sulphur dioxide on the growth of *Lolium perenne* L. *New Phytol.*, 83, 627-643.
31. BERGAL, P. y CLEMENCET, M. (1962). The botany of the barley plant. In *Barley and Malt*, A.H. Cook (ed.), pp. 2-23, London, Academic Press.
32. BIDINGER, F.R., 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., LITTLETON, E.J. y SCOTT, R.K. (1973). Stomatal control of gas exchange in barley awns. *Ann. appl. Biol.*, 75, 285-297.
36. BISCOE, P.V., GALLAGHER, J.N., LITTLETON, E.J., MONTEITH, J.L. y SCOTT, R.K. (1975). Barley and its environment. IV. Sources of assimilate for the grain. *J. appl. Ecol.*, 12, 295-318.
37. BLACKMAN, G.E. (1956). Influence of light and temperature on leaf growth. In *The Growth of Leaves*, F.L. Milthorpe (ed.), pp. 151-169, London, Butterworths.
38. BLACKMAN, G.E. (1968). The application of the concepts of growth analysis to the assessment of productivity. In *Functioning of Terrestrial Ecosystems at the Primary Production Level*, F.E. Eckardt (ed.), pp. 243-259, Paris, UNESCO.
39. BLACKMAN, V.H. (1919). The compound interest law and plant growth. *Ann. Bot.*, 33, 353-360.
40. BOSQUE MAUREL, J. (1971). Granada, la tierra y sus hombres. Publicaciones del Departamento de Geografía, Facultad de Letras, Universidad de Granada, 341 p.
41. BOUAT, A. y GROUZET, C. (1965). Notes techniques sur un appareil semiautomatique de dosage de l'azote (et des certains composés volatils). *Ann. Agron.*, 16, 107-118.
42. BOUYOUCOS, G.J. (1951). A recalibration of the hydrometer method for making mechanical analysis of soil. *Agron. J.*, 43, 434-438.
43. BOYD, D.A., LOWSING, T.K.Y. y NEEDHAM, P. (1976). Nitrogen requirement of cereals. 1. Response curves. *J. agric. Sci., Camb.*, 87, 149-162.
44. BREIDERT, D. y SCHÖN, W.J. (1979). Die bildung und speicherung von kohlenhydraten und proteines in reifenden gerstenkaryopsen. Teil II: Die proteine und freien aminosäuren. *Angew. Botanik*, 53, 145-149.
45. 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.
46. BRIGGS, G.E., KIDD, F. y WEST, C. (1920a). A quantitative analysis of plant growth. Part I. *Ann. appl. Biol.*, 7, 103-123.
47. BRIGGS, G.E., KIDD, F. y WEST, C. (1920b). A quantitative analysis of plant growth. Part II. *Ann. appl. Biol.*, 7, 202-223.

48. BRIGGS, D.E. (1978). Barley. London, Chapman and Hall, 612p.
49. BROCLEHURST, P.A., MOSS, J.P. y WILLIAMS, N. (1978). Effects of irradiance and water supply on grain development in wheat. *Ann. appl. Biol.*, 90, 265-276.
50. BULLEN, E.R. y LESSELLS, W.J. (1957). The effect of nitrogen on cereal yields. *J. agric. Sci., Camb.*, 49, 319-328.
51. BUNTING, A.H. y DRENNAN, D.S.H. (1966). Some aspects of the morphology of cereals in the vegetative phase. In *The Growth of Cereals and Grasses*, F.L. Milthorpe y J.D. Ivins (eds.), pp. 20-38, London, Butterworths.
52. CALDER, M.D. (1966). Inflorescence induction and initiation in the Graminae. In *The Growth of Cereals and Grasses*, F.L. Milthorpe y J.D. Ivins (eds.), pp. 59-73, London, Butterworths.
53. 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.
54. CANNEL, R.Q. (1969b). The tillering pattern in barley varieties. II. The effect of temperature, light intensity and daylength on the frequency of occurrence of the coleoptile node and second tillers in barley. *J. agric. Sci., Camb.*, 72, 423-435.
55. CAPITAN, F. y GARCIA, R. (1957). Sobre la determinación de fósforo "asimilable" en los suelos de la Vega de Granada. *Anal. Edaf. y Fisiol. Veg.*, XVI, 959-970.
56. 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.
57. CARSON, G.P. y HORNE, F.R. (1962). The identification of barley varieties. In *Barley and Malt*, A.H. Cook (ed.), pp. 101-159, London, Academic Press.
58. CLARKSON, D.T. y SANDERSON, J. (1971). Relationship between the anatomy of cereal roots and the absorption of nutrients and water. *Agricultural Research Council Letcombe Laboratory, Annual Report 1970*, 16-25.
59. CLARKSON, D.T., ROBARDS, A.W. y SANDERSON, J. (1971). Tertiary endodermis in barley roots: Fine structure in relation to radial transport of ions and water. *Planta*, 96, 292-305.



60. CLARKSON, D.T., SANDERSON, J. y SCATTERGOOD, C.B. (1978). Influence of phosphate-stress on phosphate apsortion and translocation by various parts of the root system of *Hordeum vulgare* L. (barley). *Planta*, 139, 47-53.
61. CLEMENT-GRANDCOURT, M. y PRATS, J. (1969). *Los cereales*. Madrid, Ed. Mundi-Prensa, 344 p.
62. COCHRAN, W.G. y COX, G.M. (1957). *Experimental desings*. 2nd ed., New York, Wiley, 611 p.
63. COÏC, Y. (1961). La nutrition en soufre de nos cultures, perspectives de deficiencie en cet element. *Bull. Docum. ISMA*, 29, 1-18.
64. COÏC, Y., FAUCONNEAU, G., PION, R., BUSSON, F., LESAIN, G. y LABONNE, F. (1963). Influence de l'alimentation minerale sur le composition des protides de graines de cereales (blé et orge). *Ann. Physiol. Vég.*, 5, 281-292.
65. COLLINS, D.M. y WILSON, A.T. (1975). Embryo and endosperm metabolism of barley seeds during early germination. *J. expt. Bot.*, 26, 737-740.
66. CHARTIER, P. (1972). Net assimilation of plants as influenced by lighth and carbon dioxide. In *Crop Processes in Controlled Environment*, A.R. Rees, K.E. Cockshull, D.W. Hand y R.G. Hurd (eds.), pp. 203-216, London, Academic Press.
67. 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.
68. CHOWDHURY, S.I. y WARDLAW, I.F. (1978). The effect of temperature on kernel development in cereals. *Aust.J. agric. Res.*, 29, 205-224.
69. 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.
70. DAY, A.D. (1958). Yield and quality of spring malting barley varieties grown as winter annuals under irrigation. *Agron. J.*, 50, 68-71.
71. DE CLERCK, J. (1962). *Cours de brasserie*. 2<sup>ème</sup> edition, vol. I, Belgique, Université de Louvain, 985 p.
72. DELECOLLE, R. y GURNADE, J.C. (1980). Liasons entre le développement et la morphologie du blé tendre d'hiver. I. Stades de développement de l'apex, apparition des feuilles et croissance de la tige. *Ann. Amélior. Plantes*, 30, 479-498.

73. DEN HARTOG, G.T. y LAMBERT, J.W. (1953). The relationships between certain agronomic and malting quality characters of barley. *Agron. J.*, 45, 208-212.
74. DEVINE, J.R. y HOLMES, M.R.J. (1963). Field experiments comparing ammonium sulphate, ammonium nitrate, calcium nitrate and urea with spring barley. *J. agric. Sci., Camb.*, 61, 381-391.
75. DOBBEN, W.H. van (1966). Systems of management of cereals for improved yield and quality. In *The Growth of Cereals and Grasses*, F.L. Milthorpe y J.D. Ivins(eds.), pp. 320-334, London, Butterworths.
76. DONALD, C.M. (1962). In search of yield. *J. Aust. Inst. Agric. Sci.*, 28, 171-178.
77. DONALD, C.M. (1968). The breeding of crop ideotypes. *Euphytica*, 17, 385-403.
78. DORMLING, I., GUSTAFSSON, A. y WETTSTEIN, D. von (1969). Phytotron cultivation of Bonus barley. I. The control of maturation and grain quality. *Hereditas*, 63, 415-428.
79. DREW, M.C. y SAKER, L.R. (1978). Nutrient supply and the growth of the seminal root system in barley. 3. Compensatory increases in growth of lateral roots, and in rates of phosphate uptake, in response to a localized supply of phosphate. *J. expt. Bot.*, 29, 435-451.
80. DREW, M.C., SAKER, L.R. y ASHLEY, T.W. (1973). Nutrient supply and the growth of the seminal root system in barley. *J. expt. Bot.*, 24, 1189-1202.
81. DUBETZ, S. Y WELLS, S.A. (1965). Yield and quality of greenhouse-grown Betzes barley as affected by water and fertilizers. *Can. J. Plant Sci.*, 45, 437-442.
82. DUBETZ, S. y WELLS, S.A. (1968). Reaction of barley varieties to nitrogen fertilizer. *J. agric. Sci., Camb.*, 70, 253-256.
83. 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.
84. ELLIS, F.B., ELLIOT, J.G., BARNES, B.T. y HOWSE, K.R. (1977). Comparison of direct drilling, reduces cultivation and ploughing on the growth of cereals. 2. Spring barley on a sandy loam soil: soil physical conditions and root growth. *J. agric. Sci., Camb.*, 89, 631-642.
85. ELLIS, R.H. y ROBERTS, E.H. (1980). The influence of temperature and moisture on seed viability period in barley (*Hordeum distichum* L.). *Ann. Bot.*, 45, 31-37.



86. 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.
87. ENGELSTAD, O.P. y TERMAN, G.L. (1966). Fertilizer nitrogen: Its role in determining crop yield levels. *Agron. J.*, 58, 536-539.
88. 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.
89. EVANS, G.C. (1972). The quantitative analysis of plant growth. Oxford, Blackwell, 734 p.
90. EVANS, L.T. y WARDLAW, I.F. (1976). Aspects of the comparative physiology of grain yield in cereals. *Adv. Agron.*, 28, 301-359.
91. FARIS, D.G. (1978). Effect of leaf-spotting on the yield and yield component development of barley in Northern Canada. *Can. J. Plant Sci.*, 58, 21-28.
92. FARIS, D.G., KRAHN, L. y GUITARD, A.A. (1969). Effect of photoperiod and temperature on seedling development of Olli and Vantage barley. *Can. J. Plant Sci.*, 49, 139-147.
93. FARRAR, J.F. (1980). Allocation of carbon to growth, storage and respiration in the vegetative barley plant. *Plant, Cell and Environment*, 3, 97-105.
94. FEJER, S.O., FEDAK, G. y 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.
95. FERGUSON, H., ESLICK, R.F. y AASE, J.K. (1973). Canopy temperatures of barley as influenced by morphological characteristics. *Agron. J.*, 65, 425-428.
96. 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. Journal of Experimental Agriculture*, 5, 371-376.
97. FEYTER, C., COSSENS, G.G. y RISK, W.H. (1977). Effects of rainfall on nitrogen responses of spring-sown wheats. *N.Z. Journal of Experimental Agriculture*, 5, 161-165.
98. 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.

99. FISHER, R.A. (1921) (Cit. por KVET et al., 1971). Some remarks on the methods formulated in a recent article on the quantitative analysis of plant growth. *Ann. appl. Biol.*, 7, 367-372.
100. FITTER, A.H. y HAY, R.K.M. (1981). *Environmental physiology of plants*. London, Academic Press, 355 p.
101. FRENEY, J.R., SPENCER, K. y JONES, M.B. (1978). The diagnosis of sulphur deficiency in wheat. *Aust. J. agric. Res.*, 29, 727-738.
102. 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.
103. FREY-WYSSLING, A. y BUTTROSE, M.S. (1959). Photosynthesis in the ear of barley. *Nature*, 184, 2031.
104. FRIEND, D.J.C. (1961). The control of chlorophyll accumulation in leaves of marquis wheat by temperature and light intensity. II. Chlorophyll contents relative to leaf area and thickness. *Physiol. Plant.*, 14, 28-39.
105. FRIEND, D.J.C. (1966). The effects of light and temperature on the growth of cereals. In *The Growth of Cereals and Grasses*, F.L. Milthorpe y J.D. Ivins (eds.), pp. 181-199, London, Butterworths.
106. GALLAGHER, J.N., BISCOE, P.V. y HUNTER, B. (1976). Effects of drought on grain growth. *Nature*, 264, 541-542.
107. GATELY, T.F. (1968). The effects of different levels of N, P and K on the yields, nitrogen content and kernel weights of malting barley (var. Proctor). *J. agric. Sci., Camb.*, 70, 361-367.
108. GATELY, T.F. y McALEESE, D.M. (1976). Effects of fertilizer N and number of years in tillage on 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.
109. GAUCH, H.G. (1972). *Inorganic plant nutrition*. Strondburg, Dowden, 488 p.
110. GILES, R.J., McCONNEL, G. y FYFE, J.L. (1974). The frequency of natural cross-fertilization in a composite crop of barley grown in Scotland. *J. agric. Sci., Camb.*, 83, 447-450.
111. GRAFIUS, J.E. y BARNARD, J.E. (1976). Leaf canopy as related to yield in barley. *Agron. J.*, 68, 398-402.

112. GREENWAY, H. y GUNN, A. (1966). Phosphorus retranslocation in *Hordeum vulgare* L. during early tillering. *Planta*, 71, 43-67.
113. GREGORY, F.G. (1926). The effect of climatic conditions on the growth of barley. *Ann. Bot.*, 40, 1-26.
114. GREGORY, P.J., CRAWFORD, D.V. y MCGOWAN, M. (1979a). Nutrient relations of winter wheat. 1. Accumulation and distribution of Na, K, Ca, Mg, P, S and N. *J. agric. Sci., Camb.*, 93, 485-494.
115. GREGORY, P.J., CRAWFORD, D.V. y MCGOWAN, M. (1979b). Nutrient relations of winter wheat. 2. Movement of nutrients to the root and their uptake. *J. agric. Sci., Camb.*, 93, 495-504.
116. GROS, A. (1966). *Abonos: Guía práctica de la fertilización*. 3ª ed., Madrid, Ed. Mundi-Prensa, 397 p.
117. GUITARD, A.A. (1960). The influence of variety, temperature and stage of growth on response of spring barley to photoperiod. *Can. J. Plant Sci.*, 40, 65-80.
118. GUPTA, U.C. y VEINOT, R.L. (1974). Response of crops to sulphur under greenhouse conditions. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.*, 38, 785-788.
119. GUPTA, R.A., AGRAWAL, M.C. y SAXENA, S.K. (1976). Response of barley varieties to nitrogen application and seed rate under rainfed conditions of central Uttar Pradesh. *Indian Journal of Agronomy*, 21, 493-495.
120. HARRISON, J.G. (1977). The effect of seed deterioration on the growth of barley. *Ann. appl. Biol.*, 87, 485-494.
121. HAY, R.K.M. (1978). Seasonal changes in the position of the shoot apex of winter wheat and spring barley in relation to the soil surface. *J. agric. Sci., Camb.*, 91, 245-248.
122. HELBAEK, H. (1966). 1966 -Commentary on the phylogenesis of *Triticum* and *Hordeum*. *Econ Bot.*, 20, 350-360.
123. HERRMANN, H. (1977). Dynamik der stickstoffeinlagerung während der kornfüllungsperiode der wintergerste in abhängigkeit von der stickstoffdüngung. *Akad. Landwirtsch.-Wiss. DDR*, No. 158, 243-249.
124. HEWITT, E.J. (1963). The essential nutrient elements: Requirements and interactions in plants. In *Plant Physiology. A Treatise*, vol. III, F.C. Steward (ed.), pp. 137-140, New York, Academic Press.

125. HEWITT, E.J. (1970). Physiological and biochemical factors which control the assimilation of inorganic nitrogen supplies by plants. In Nitrogen Nutrition of the Plant, E.A. Kirkby (ed.), pp. 78-103, England, University of Leeds.
126. HILLEL, D. (1972). Soil moisture and seed germination. In Water Deficits and Plant Growth, vol. III, T.T. Kozlowski (ed.), pp. 65-89, New York, Academic Press.
127. HUMPHRIES, E.C. y WHEELER, A.W. (1963). The physiology of leaf growth. Ann. Rev. Plant Physiol., 14, 385-410.
128. HUNT, R. (1978). Plant Growth analysis. Studies in Biology No. 96, E. Arnold, London, 67 p.
129. HUNTER, H. (1962). The science of malting barley production. In Barley and Malt, A.H. Cook (ed.), pp. 25-44, London, Academic Press.
130. HUSAIN, I.C. y ASPINALL, D. (1970). Water stress and apical morphogenesis in barley. Ann. Bot., 34, 393-407.
131. HUTCHEON, W.L. y PAUL, E.A. (1966). Control of protein content of Thatcher wheat by N fertilization and moisture stress. Can. J. Soil Sci., 46, 101-108.
132. JARVIS, P.G. y JARVIS, M.S. (1964). Growth rates of woody plants. Physiol. Plant., 17, 654-666.
133. 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. Fd. Agric., 30, 647-652.
134. JENNER, C.F. (1979). Grain-filling in wheat plants shaded for brief periods after anthesis. Aust. J. Plant Physiol., 6, 629-641.
135. JEWIS, O.R. (1966). Morphological and physiological aspects of growth of grasses during vegetative phase. In The Growth of Cereals and Grasses, F.L. Milthorpe and J. D. Ivins (eds.), pp. 39-54, London, Butterworths.
136. 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. Can. J. Plant Sci., 38, 122-123.
137. JOHNSON, V.A., DREIER, A.F. y GRABOUSKI, P.H. (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.

138. JONARD, P., KOLLER, J. y VINCENT, A. (1952). Evolution de la tige et de l'épi chez la variété du blé V27 au cours de la période de reproduction. *Ann. Amélior. Plantes*, 2, 31-54.
139. 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.
140. KANDERA, 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. *Vedecké Práce Výskumného Ústavu Rastlinnej Výroby v Piešťanoch*, 9, 149-154 (Resumen).
141. KHALIFA, M.A. (1973). Effects of nitrogen on leaf area index, leaf area duration, net assimilation rate and yield of wheat. *Agron. J.*, 65, 253-256.
142. KIRA, T. (1968). A rational method for estimating total respiration of trees and forest stands. In *Functioning of Terrestrial Ecosystems at the Primary Production Level*, F.E. Eckardt (ed.), pp.399-407, Paris, UNESCO.
143. KIRBY, E.J.M. (1967). The effect of plant density upon the growth and yield of barley. *J. agric. Sci., Camb.*, 68, 317-324.
144. KIRBY, E.J.M. (1968). The response of some barley varieties to irrigation and nitrogen fertilizer. *J. agric. Sci., Camb.*, 71, 47-52.
145. 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.
146. KIRBY, E.J.M. (1973a). The control of leaf and ear size in barley. *J. expt. Bot.*, 24, 567-578.
147. KIRBY, E.J.M. (1973b). Effect of temperature on ear abnormalities in unicum barley. *J. expt. Bot.*, 24, 935-947.
148. KIRBY, E.J.M. y EISENBERG, B.E. (1966). Some effects of photoperiod on barley. *J. expt. Bot.*, 17, 204-213.
149. KIRBY, E.J.M. y FARIS, D.G. (1970). Plant population induced growth correlations in the barley plant main shoot and possible hormonal mechanism. *J. expt. Bot.*, 21, 787-798.
150. 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.



151. 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.
152. 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.
153. 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.
154. 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.
155. 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. 105-127, England, University of Leeds.
156. KIVI, E.I. y HOVINEN, S. (1971). The effect of varying nitrogen fertilization on the properties of certain varieties of malting barley. Manuscrito para *The Journal of the Scientific Agricultural Society of Finland*, vol. 41, 12 p.
157. KLAGES, K.H.W. (1942). *Ecological crop geography*. New York, MacMillan, 353 p.
158. KOLDERUP, F. (1979a). Application of different temperatures in three growth phases of wheat. I. Effects on grain and straw yields. *Acta Agric. Scand.*, 29, 6-10.
159. 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.
160. 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.
161. KRAMER, H.H. y VEYL, R. (1952). Intra-spike competition in barley. *Agron. J.*, 44, 156.
162. KRAMER, Th. (1979). Environmental and genetic variation for protein content in winter wheat (*Triticum aestivum* L.). *Euphytica*, 28, 209-218.
163. KVET, J., ONDOK, J.P., NECAS, J. y JARVIS, P.G. (1971). Methods of growth analysis. In *Plant Photosynthetic Production. Manual of Methods*, Z. Sesták, J. Catský y P.G. Jarvis (eds.), pp. 343-391, The Hague, Dr W. Junk N.V.

164. LACHICA, M. (1967). Análisis foliar. Estudio de la labor preparativa de la muestra. *Agrochimica*, 11, 132-139.
165. LACHICA, M. y MONTESINOS, R. (1961). Sobre la determinación de materia orgánica en suelos. *Anal. Edaf. y Agrobiol.*, XX, 169-175.
166. LACHICA, M., RECALDE, L. y ESTEBAN, E. (1965). Análisis foliar. Métodos analíticos utilizados en la Estación Experimental del Zaidín. *Anal. Edaf. y Agrobiol.*, XXIV, 589-610.
167. LACHICA, M., AGUILAR, A. y YAÑEZ, J. (1973). Análisis foliar. Métodos utilizados en la Estación Experimental del Zaidín (II). *Anal. Edaf. y Agrobiol.*, XXXII, 1033-1047.
168. LANGER, R.H.M. (1966). Mineral nutrition of grasses and cereals. In *The Growth of Cereals and Grasses*, F. L. Milthorpe y J. D. Ivins (eds.), pp. 213-226, London, Butterworths.
169. LANGER, R.H.M. (1972). How grasses grow. *Studies in Biology* No. 34, London, E. Arnold, 60 p.
170. LANGER, R.H.M. y LIEW, F.K.Y. (1973). Effects of varying nitrogen supply at different stages of reproductive phase on spikelet and on grain nitrogen in wheat. *Aust. J. agric. Res.*, 24, 647-656.
171. LARGE, E.C. (1954). Growth stages in cereals. Illustration of the Feekes scale. *Plant Pathol.*, 3, 128-129.
172. LATTING, J. (1972). Differentiation in the grass inflorescence. In *The Biology and Utilization of Grasses*, V.B. Young y C.M. McKell (eds.), pp. 366-394, New York, Academic Press.
173. LAUDE, H.M. (1972). External factors affecting tiller development. In *The Biology and Utilization of Grasses*, V.B. Young y C.M. McKell (eds.), pp. 147-156, New York, Academic Press.
174. 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.
175. 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.
176. 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.



177. LEYSHON, A.J., CAMPBELL, C.A. y WARDER, F.G. (1980). Comparison of the effect of  $\text{NO}_3^-$  and  $\text{NH}_4^+$ -N on growth, yield and yield components of Manitou<sup>4</sup> spring wheat and Conquest barley. *Can. J. Plant Sci.*, 60, 1063-1070.
178. LI, CH.CH. (1969). Introducción a la estadística experimental. Barcelona, Ed. Omega, 496 p.
179. LIEBERMAN, M. (1979). Biosynthesis and action of ethylene. *Ann. Rev. Plant Physiol.*, 30, 533-591.
180. LIORET, C. (1974). L'analyse des courbes de croissance. *Physiol. Vég.*, 12, 413-434.
181. LUEBS, R.E. y LAAG, A.E. (1967). N effect on leaf area, yield, and N uptake of barley under moisture stress. *Agron. J.*, 59, 219-222.
182. LLUCH-PLA, C., GOMEZ-ORTEGA, M. y OLIVARES, J. (1976). Efecto de la utilización de azufre como fertilizante por vía foliar. *Anal. Edaf. y Agrobiol.*, 35, 567-579.
183. MAJOR, W. y ROBERTS, E.H. (1968). Dormancy in cereals seeds. I. The effects of oxygen and respiratory inhibitors. *J. expt. Bot.*, 19, 77-89.
184. MANGAS MARTIN, V.J. y SANCHEZ DE LA PUENTE, L. (1979). Ahijamiento y producción del trigo de primavera. I. Respuesta al nitrógeno. *Anal. Edaf. y Agrobiol.*, 38, 689-702.
185. MANUEL ARRANDO, M. (1973). Efecto de la aplicación de azufre elemental y nitrógeno sobre la cosecha y contenido proteico del grano de trigo. Tesis Doctorales de la Universidad de Granada, Facultad de Farmacia.
186. MANUEL-ARRANDO, M., CHUECA-SANCHO, A., GOMEZ-ORTEGA, M., LOPEZ-GORGE, J. y RECALDE-MARTINEZ, L. (1976). Efecto de la aplicación de azufre elemental y fertilización nitrogenada sobre la cosecha y contenido proteínico del trigo. *Anal. Edaf. y Agrobiol.*, 35, 781-797.
187. 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.
188. MARTEL, Y.A. y ZIZKA, J. (1977). Effect de l'addition de soufre à une fertilisation de N, P et K sur les rendements et la qualité de l'orge cultivée en serre. *Can. J. Plant Sci.*, 57, 597-606.
189. MARTINEZ-CARRASCO, R. y THORNE, G.N. (1979a). Physiological factors limiting grain size in wheat. *J. expt. Bot.*, 30, 669-679.

190. MARTINEZ-CARRASCO, R. y THORNE, G.N. (1979b). Effects 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.
191. MATAR, A.E. (1977). Yields and response of cereal crops to phosphorus fertilization under changing rainfall conditions. *Agron. J.*, 69, 879-881.
192. MCGINNIS, W.J. (1960). Effects of moisture stress and temperature on germination of six range grasses. *Agron. J.*, 52, 159-162.
193. 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.
194. MEHROTRA, O.N., SINHA, N.S. y SRIVASTANA, R.D.L. (1967). Studies on nutrition of indian cereals. I. The uptake of nitrogen by wheat plants at various stages of growth as influenced by phosphorus. *Plant and Soil*, 26, 361-368.
195. METIVIER, J.R. y DALE, J.E. (1977). The utilization of endosperm reserves during early growth of barley cultivars and the effect of time of application of nitrogen. *Ann. Bot.*, 41, 715-728.
196. MITCHELL, K.J. (1953). Influence of light and temperature on the growth of ryegrass (*Lolium* spp.). I. Pattern of vegetative development. *Physiol. Plant.*, 6, 21-46.
197. MITCHELL, R.L. (1970). Crop growth and culture. Iowa, Iowa State University Press, 349 p.
198. MONSI, M. (1968). Mathematical models of plant communities. In *Functioning of Terrestrial Ecosystems at the Primary Production Level*, F.E. Eckardt (ed.), pp. 131-149, Paris, UNESCO.
199. MONSI, M. y SAEKI, T. (1953). Über den lichtfaktor in den Pflanzengesellschaften und seine bedeutung für die stoffproduktion. *Jap. J. Bot.*, 14, 22-52.
200. MONTEITH, J.L. (1966). Analysis of microclimate in cereals and grasses. In *The Growth of Cereals and Grasses*, F.L. Milthorpe y J.D. Ivins (eds.), pp. 123-137, London, Butterworths.
201. MONTEITH, J.L. (1968). Analysis of the photosynthesis and respiration of field crops from vertical fluxes of carbon dioxide. In *Functioning of Terrestrial Ecosystems at the Primary Production Level*, F.E. Eckardt (ed.), pp. 349-358, Paris, UNESCO.

202. 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, London, Academic Press.
203. NATR, L. (1970). The influence of removal of mineral deficiency on dry weight, rate of photosynthesis and N, P, K concentration in barley. *Flora*, 159, 589-599.
204. 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.
205. NICHIPORIVICH, A.A. (1968). Evaluation of productivity by study of photosynthesis as a function of illumination. In Functioning of Terrestrial Ecosystems at the Primary Production Level, F.E. Eckardt (ed.), pp. 261-270, París, UNESCO.
206. NICHIPOROVICH, A.A. (1969). The role of the plants in the bioregenerative systems. *Ann. Rev. Plant Physiol.*, 20, 185-208.
207. NICHOLLS, P.B. y MAY, L.H. (1963). Studies on the growth of the barley apex. I. Inter-relationships between primordia formation, apex length and spikelet development. *Aust. J. biol. Sci.*, 16, 561-571.
208. NIFFENEGGER, D. y DAVIS, D.J. (1965). Improved precision in determining field seeding rates. *Agron. J.*, 57, 204-207.
209. ŌKUBO, T., HOSHINO, M. y NISHIMURA, S. (1964). (Cit. por KVET et al., 1971). Chlorophyll amount for analysis of matter production in forage crops. I. Changes in leaf area index and chlorophyll amount with the regrowth of ladino clover sward. *Proc. Crop Sci. Soc. Jap.*, 33, 125-129.
210. 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.
211. 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.
212. PENDLETON, J.W. y DUNGAN, G.H. (1960). The effect of seedling rate and rate of nitrogen application on winter wheat varieties with different characteristics. *Agron. J.*, 52, 310-312.



213. PENDLETON, J.W., SMITH, G.E., WINTER, S.R. y JOHNSTON, T.J. (1968). Field investigations of the relationship of leaf angle in corn (*Zea mays* L.) to grain yield and apparent photosynthesis. *Agron. J.*, 60, 422-424.
214. PEREZ PUJALTE, A. y PRIETO FERNANDEZ, P. (1980). Memoria explicativa de los mapas de suelos y vegetación de la provincia de Granada. Granada, Estación Experimental del Zaidín, C.S.I.C., 127 p.
215. PERIC, D. (1976). Examination of the effect of various forms of nitrogen fertilization on yield and quality of malting barley. *Achiv za Poljoprivredne Nauke*, 29, 139-148 (Resumen).
216. PFUND, J.H. (1974). Optimum culm number in barley (*Hordeum vulgare* L. Emmend. Lam.). *Dissertation Abstracts International*, B 35, 640.
217. PINTO, M. (1980). Régulation de la photosynthèse par la demande d'assimilats: Mécanismes possibles. *Photosynthetica*, 14, 611-637.
218. PLANCHON, C. (1979). Photosynthesis, transpiration, resistance to CO<sub>2</sub> transfer, and water efficiency of flag leaf of bread wheat, durum wheat and triticale. *Euphytica*, 28, 403-408.
219. POJANEE, L., ROBERTS, S. y DAWSON, M.D. (1972). Nitrogen nutrition and yield relations of Nugaines winter wheat. *Agron. J.*, 64, 571-573.
220. POLLHAMER, E. (1981). Productivity and yield analysis of winter barley. *Acta Agronomica Academiae Scientiarum Hungaricae*, 30, 33-40.
221. 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.
222. 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.
223. RABUFETTI, 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, 785-788.
224. RACKHAM, O. (1972). Responses of the barley crop to soil water stress. In *Crop Processes in Controlled Environments*, D.W. Hand y R.G. Hurd (eds.), pp. 127-138, London, Academic Press.

225. RAMOS, J.M., GARCIA DEL MORAL, L.F. y RECALDE, L. (1981). Método rápido para la determinación de superficie foliar en cebada. Sociedad Española de Fisiología Vegetal, IV Reunión, Libro de Simposios y Resúmenes de comunicaciones, pp. 246-247, Universidad de Salamanca.
226. RAWSON, H.M. (1970). Spikelet number, its control and relation to yield per ear in wheat. *Aust. J. Biol. Sci.*, 23, 1-15.
227. 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.
228. RAWSON, H.M. y BAGGA, A.K. (1979). Influence of temperature between floral initiation and flag leaf emergence on grain number in wheat. *Aust. J. Plant Physiol.*, 6, 391-400.
229. RECALDE-MANRIQUE, L. (1978). Estudio de algunos factores fisiológicos que determinan la capacidad y calidad productiva de la espiga del trigo. Tesis Doctorales de la Universidad de Granada, Facultad de Farmacia.
230. RECALDE-MANRIQUE, L. y GOMEZ-ORTEGA, M. (1979a). Estudio de algunos factores que determinan la capacidad productiva de la planta de trigo. I. Interacción entre aplicaciones de fertilizante nitrogenado y azufre elemental en la fase de ahijado (cobertera temprana). *Anal. Edaf. y Agrobiol.*, 38, 1839-1853.
231. RECALDE-MANRIQUE, L. y GOMEZ-ORTEGA, M. (1979b). Estudio de algunos de los factores fisiológicos que determinan la capacidad productiva de la planta de trigo. II. Interacción entre las aplicaciones foliares de urea y azufre elemental en la fase de encañado. *Anal. Edaf. y Agrobiol.*, 38, 1855-1865.
232. RECALDE-MANRIQUE, L. y DIAZ-MIGUEL, M. (1981). Evolution of ethylene by sulphur dust addition. *Physiol. Plant.*, 53, 462-467.
233. RECALDE-MARTINEZ, L. (1981). Relaciones entre la productividad primaria y la cosecha económica de los cereales. In *Productividad Vegetal*, C. Vicente Córdoba (coord.), pp. 89-114, Madrid, Ed. Universidad Complutense.
234. RECALDE-MARTINEZ, L. y MARTIN, 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.



235. REISENAUER, H.M. y DICKSON, A.D. (1961). Effects of nitrogen and sulphur fertilization on yield and malting quality of barley. *Agron. J.*, 53, 192-195.
236. RICHARDS, F.J. (1969). The quantitative analysis of growth. In *Plant Physiology. A Treatise*, vol. VA, F.C. Steward (ed.), pp. 3-76, New York, Academic Press.
237. RIGGS, T.J. y KIRBY, E.J.M. (1978). Developmental consequences of two-row and six-row ear type in spring barley. 1. Genetical analysis and comparison of mature plant characters. *J. agric. Sci., Camb.*, 91, 199-205.
238. 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.
239. RYLE, G.J.A. (1966). Physiological aspects of seed yield in grasses. In *The Growth of Cereals and Grasses*, F.L. Milthorpe y J.D. Ivins (eds.), pp. 106-120, London, Butterworths.
240. SACIRAGIC, B. (1976). Effect of different dates of applying nitrogen fertilizer on the pattern of NPK accumulation by spring barley under the ecological conditions of the Sarajevsko Polje. *Field Crop Abst.*, 29, 232.
241. SAGHIR, A.R., KHAN, 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.
242. SANDFAER, J. y HAAHR, V. (1957). Barley stripe mosaic virus and the yield of old and new varieties. *Z. Pflanzenzüchtg.*, 74, 211-222.
243. SCARBROOK, C.E. (1965). Nitrogen availability. In *Soil Nitrogen*, W.V. Bartholomew y F.E. Clark (eds.), Series in Agronomy No. 10, pp. 481-502, Madison, American Society of Agronomy.
244. SHANDS, H.L. y DICKSON, A.D. (1953). Barley -botany, production, harvesting, processing, utilization and economics. *Econ. Bot.*, 7, 3-26.
245. SIMPSON, G.H. (1968). Association between grain yield per plant and photosynthetic area above the flag leaf node in wheat. *Can. J. Plant Sci.*, 48, 253-260.
246. SINGH, N.T. y DHALIWAL, G.S. (1972). Effect of soil temperature on seedling emergence in different crops. *Plant and Soil*, 37, 441-444.
247. SINGH, I.D. y STOSKOPF, N.C. (1971). Harvest index in cereals. *Agron. J.*, 63, 224-226.

248. SINGH, V.P., TRIPATNI, I.D. y CHOWDHURY, R.K. (1975). Effect of seed size on seedling growth and mature plant characters in barley (*Hordeum vulgare* L.). Haryana Agric. Univ., 5, 48-51.
249. SLAVIK, B. (1966). Response of grasses and cereals to water. In *The Growth of Cereals and Grasses*, F.L. Milthorpe y J.D. Ivins (eds.), pp. 227-240, London, Butterworths.
250. SLOPE, D.B. y ETHERIDGE, J. (1977). Effects of previous cropping and N fertilizer on grain yield and take-all in spring barley. *J. agric. Sci., Camb.*, 89, 459-465.
251. SMITH, E.A., BAILEY, P.H. e INGRAM, G.W. (1981). Prediction of the field moisture content of mature barley and wheat by commonly used drying equations. *J. agric. Engng. Res.*, 26, 171-178.
252. SNEDECOR, G.W. (1964). *Métodos analíticos aplicados a la investigación agrícola y biológica*. México, Ed. Continental, 534 p.
253. SOKAL, R.R. y ROHLF, F.J. (1979). *Biometría. Principios y métodos estadísticos en la investigación biológica*. Madrid, Ed. Blume, 832 p.
254. SPARROW, P.E. (1979). Nitrogen response curves of spring barley. *J. agric. Sci., Camb.*, 92, 307-317.
255. SPENCER, K. y FRENEY, J.R. (1980). Assessing the sulphur status of field-grown wheat by plant analysis. *Agron. J.*, 72, 469-472.
256. SPIEGEL, M.R. (1970). *Teoría y problemas de estadística*. México, McGraw-Hill, 357 p.
257. SPRATT, E.D. (1974). Effect of ammonium and nitrate forms of fertilizer-N and their time of application on utilization of N by wheat. *Agron. J.*, 66, 57-61.
258. STAUDT, G. (1961). The origin of cultivated barley: A discussion. *Econ. Bot.*, 15, 205-212.
259. STERN, W.R. (1965). The seasonal growth characteristics of irrigated cotton in a dry monsoonal environment. *Aust. J. agric. Res.*, 16, 347-366.
260. STEWARD, B.A. y PORTER, L.K. (1969). Nitrogen-sulphur relationships in wheat (*Triticum aestivum* L.), corn (*Zea mays* L.) and bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Agron. J.*, 61, 267-271.
261. STOY, V. (1963). The translocation of <sup>14</sup>C-labelled photosynthetic products from the leaf to the ear in wheat. *Physiol. Plant.*, 16, 851-866.



262. STÖY, V. (1965). Photosynthesis, respiration and carbohydrate accumulation in spring wheat in relation to yield. *Physiol. Plant.*, Suppl. IV, 125 p.
263. STREBEYKO, P., WISLOCKA, M. y KRZYWACKS, T. (1963). Dynamics of growth and development in spring wheat. *Physiol. Plant.*, 16, 359-367.
264. STRECT, 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, Berlin, Springer-Verlag.
265. TADMOR, N.H., COHEN, Y. y HARPAY, Y. (1969). Interactive effects of temperature and osmotic potential on the germination of range plants. *Crop. Sci.*, 9, 771-774.
266. TAKAHASHI, R. (1955). The origin of cultivated barley. *Advanc. Genet.*, 7, 227-266.
267. TERMAN, G.L., RAMIG, R.E., DREIDER, A.E. y OLSON, R.A. (1969). Yield-protein relationship in wheat grain, as affected by nitrogen and water. *Agron. J.*, 61, 755-759.
268. THOMAS, H. y STODDART, J.L. (1980). Leaf senescence. *Ann. Rev. Plant Physiol.*, 31, 83-111.
269. THOMAS, M.D., HENDRICKS, R.H., BRYNER, L.C. y HILL, G.R. (1944). A study of the sulphur metabolism of wheat, barley and corn using radioactive sulphur. *Plant Physiol.*, 19, 227-244.
270. THOMPSON, J.F. (1967). Sulphur metabolism in plants. *Ann. Rev. Plant Physiol.*, 18, 59-84.
271. THORNE, G.N. (1959). Photosynthesis of lamina and sheath of barley. *Ann. Bot.*, 23, 365-370.
272. THORNE, G.N. (1960). Variations with age in net assimilation rate and other growth attributes of sugar-beet, potato, and barley in a controlled environment. *Ann. Bot.*, 24, 356-371.
273. THORNE, G.N. (1961). Effects of age and environment on net assimilation rate of barley. *Ann. Bot.*, 25, 29-38.
274. THORNE, G.N. (1962a). Survival of tillers and distribution of dry matter between ear and shoot of barley varieties. *Ann. Bot.*, 26, 37-54.
275. THORNE, G.N. (1962b). Effect of applying nitrogen to cereals in the spring or at ear emergence. *J. agric. Sci., Camb.*, 58, 89-96.

276. THORNE, G.N. (1965). Photosynthesis of ears and flag - leaves of wheat and barley. *Ann. Bot.*, 27, 155-174.
277. THORNE, G.N. (1966). Physiological aspects of grain yield in cereals. In *The Growth of Cereals and Grasses*, F.L. Milthorpe y J.D. Ivins (eds.), pp. 88-105, London, Butterworths.
278. THORNE, G.N. (1969). Physiology of grain yield. *Nat. Agric. Adv. Serv. Quart. Rev.*, No. 85, 42-46.
279. THORNE, G.N. (1972). Effect of temperature on grain growth in wheat. Rothamsted exp. Stn. Report for 1971, part 1, 104.
280. THORNE, G.N. (1973). Effect of temperature on grain growth. Rothamsted exp. Stn. Report for 1972, part 1, 93-94.
281. THORNE, G.N. (1974). Physiology of grain yield of wheat and barley. Rothamsted exp. Stn. Report for 1973, part 2, 5-25.
282. THORNE, G.N. y WATSON, D.J. (1955). The effect on yield and leaf area of wheat of applying nitrogen as a topdressing in april or in sprays at ear emergence. *J. agric. Sci., Camb.*, 46, 449-456.
283. THORNE, G.N. y BLACKLOCK, J.C. (1971). Effects of plant density and nitrogen fertilizer on growth and yield of short varieties of wheat derived from Norin 10. *Ann. appl. Biol.*, 68, 93-111.
284. THORNE, G.N. y FORD, M.A. (1971). Sink capacity of wheat ears. Rothamsted exp. Stn. Report for 1970, part 1, 94-95.
285. 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.
286. TORP, J. (1979). Relations between production of starch and percentage, quality and yield of protein in barley. *Z. Acker-und Pflanzenbau*, 148, 367-377.
287. TSERLING, V.V. (1976). Mineral plant nutrition in development phases in relation to yield structure components. *IV Coll. Int. Contr. Alim. Pl. Cult. vol. I*, pp. 10-19, Gante.
288. TURREL, F.M. y WEBER, J.R. (1955). Elemental sulphur dust, a nutrient for lemon leaves. *Science*, 122, 119-120.
289. VERNON, A.J. y ALLISON, S.C.S. (1963). A method for calculating net assimilation rate. *Nature*, 200, 814.

290. VIETS, F.G. Jr. (1965). The plant's need for and use of nitrogen. In Soil Nitrogen, W.V. Bartholomew y F.E. Clark (eds.), Series in Agronomy No. 10, pp. 503-549, Madison, American Society of Agronomy.
291. VOLDENG, H.D. y SIMPSON, G.M. (1967). The relationship between photosynthetic area and grain yield per plant in wheat. Can. J. Plant Sci., 47, 359-365.
292. WALKER, D.R. (1975). Effects of nitrogen on the protein content of barley. Can. J. Plant Sci., 55, 873-879.
293. WALPOLE, P.R. y MORGAN, D.G. (1972). Physiology of grain filling in barley. Nature, 240, 416-417.
294. WARDLAW, I.F. (1965). The velocity and pattern of assimilate translocation in wheat plants during grain development. Aust. J. biol. Sci., 18, 269-281.
295. WARDLAW, I.F. (1970). The early stages of grain development in wheat: Response to lighth and temperature in a single variety. Aust. J. biol. Sci., 23, 765-774.
296. WARDLAW, I.F., CARR, D.J. y ANDERSON, M.J. (1965). The relative supply of carbohydrate and nitrogen to wheat - grains, and assessment of the shading and defoliation techniques used for these determinations. Aust. J. - agric. Res., 16, 893-901.
297. WARRINGTON, I.J., DUNSTONE, R.L. y GREEN, L.M. (1977). Temperature effects at three development stages on the wheat ear. Aust. J. agric. Res., 28, 11-27.
298. WATSON, D.J. (1937). The estimation of leaf area in field crops. J. agric. Sci., Camb., 27, 474-483.
299. WATSON, D.J. (1947a). Comparative physiological studies on the growth of field crops. I. Variation in net assimilation rate and leaf area between species and varieties, and within and between years. Ann. Bot., XI, 41-76.
300. 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., XI, 375-407.
301. WATSON, D.J. (1952). The physiological basis of variation in yield. Adv. Agron., 4, 101-145.
302. WATSON, D.J. (1956). Leaf growth in relation to yield. In The Growth of Leaves, F.L. Milthorpe (ed.), pp. 178-191, London, Butterworths.
303. WATSON, D.J. (1958). The dependence of net assimilation rate on leaf-area index. Ann. Bot., 22, 37-54.

304. WATSON, D.J. (1971). (Cit. por THORNE, 1974). Size, structure, and activity of the productive system of - crops. In Potential Crop Production, J.P. Cooper y P.F. Wareing (eds.), pp. 76-88, London, Heinemann.
305. 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.
306. 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.
307. WATSON, D.J., WILSON, J.H., FORD, M.A. y FRENCH, S.A.W. (1966). Changes with age in the photosynthetic and respiratory components of the net assimilation rates of sugar beet and wheat. *New Phytol.*, 65, 500-508.
308. WELBANK, P.J., FRENCH, S.A.W. y WITTS, K.J. (1966). Dependence of yields of wheat varieties on their leaf - area durations. *Ann. Bot.*, 30, 291-299.
309. 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.
310. WELBANK, P.J., GIBB, M.J., TAYLOR, P.J. y WILLIAMS, E.D. (1974). Root growth of cereal crops. Rothamsted exp. Stn. Report for 1973, part 2, 26-66.
311. 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, London, Butterworths.
312. WEST, C., BRIGGS, G.E. y KIDD, F. (1920). Methods and significant relations in a quantitative analysis of - plant growth. *New Phytol.*, 19, 200-207.
313. WHYTE, R.O. (1946). Crop production and environment. London, Faber and Faber, 426 p.
314. WIDDOWSON, F.V. y PENNY, A. (1968). Results of an experiment at Rothamsted testing farmyard manure and N, P and K fertilizers on five arable crops and permanent grass. III. Yields 1961-1965. *J. agric. Sci., Camb.*, 70, 53-58.
315. 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 monourea phosphate. *J. agric. Sci., Camb.*, 73, 125-132.

316. WILLEY, R.W. y HOLLIDAY, R. (1971a). Plant population and shading studies in barley. *J. agric. Sci., Camb.*, 77, 445-452.
317. WILLEY, R.W. y HOLLIDAY, R. (1971b). Plant population, shading and thinning studies in wheat. *J. agric. Sci., Camb.*, 77, 453-461.
318. WILLIAMS, R.F. (1946). The physiology of plant growth with special reference to the concept of net assimilation rate. *Ann. Bot.*, X, 41-72.
319. WILLIAMS, R.F. (1955). Redistribution of mineral elements during development. *Ann. Rev. Plant Physiol.*, 6, 25-42.
320. WINKLER, V. y SCHÖN, W.J. (1980). Amino acid composition of the kernel proteins in barley resulting from nitrogen fertilization at different stages of development. *Z. Acker-und Pflanzenbau*, 149, 503-512.
321. YAP, T.C. y HARVEY, B.L. (1972). Relations between grain yield and photosynthetic parts above the flag leaf node in barley. *Can. J. Plant Sci.*, 52, 241-246.
322. YOSHIDA, S. (1972). Physiological aspects of grain yield. *Ann. Rev. Plant Physiol.*, 23, 437-464.