



---

Ministerio de Educacion y Cultura  
Universidad de la Republica  
FACULTAD DE AGRONOMIA

REGULADORES DE CRECIMIENTO  
Y FERTILIZACION NITROGENADA  
EN CEBADA CERVECERA

por

JUAN CARLOS CHANS

TESIS

1982

---

Montevideo

URUGUAY

---

MINISTERIO DE EDUCACION Y CULTURA  
UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA  
FACULTAD DE AGRONOMIA

REGULADORES DE CRECIMIENTO Y FERTILIZACION  
NITROGENADA EN CEBADA CERVECERA

por

*Juan Carlos* CHANS MEDINA

FACULTAD DE AGRONOMIA



DEPARTAMENTO DE  
DOCUMENTACION Y  
BIBLIOTECA

TESIS presentada como uno de los  
requisitos para obtener el título  
de Ingeniero Agrónomo (Orientación  
Granjera)

Montevideo  
URUGUAY  
1982

Tesis aprobada por:

Director:

AGUSTIN TRUJILLO

Nombre completo y firma

ARMANDO RABUFFETTI

Nombre completo y firma

MURRAY BIGO

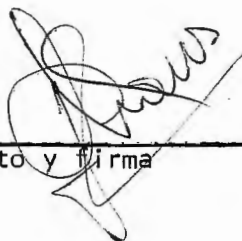
Nombre completo y firma

Fecha:

Autor:

JUAN CARLOS CHANS MEDINA

Nombre completo y firma



## AGRADECIMIENTOS

El autor desea expresar su agradecimiento a:

- . *Myriam Bigo de Grosso*
- . *Armando Rabuffetti*
- . *Francisco Terra*
- . *Agustín Trujillo*
- . *Daniel Vincent*

TABLA DE CONTENIDO

	<u>Página</u>
PAGINA DE APROBACION.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS.....	VIII
I. <u>INTRODUCCION</u> .....	
II. <u>REVISION BIBLIOGRAFICA</u> .....	4
II.A. CRECIMIENTO.....	4
II.A.1. <u>Características del</u> <u>crecimiento vegetal</u> .....	4
II.B. MORFOGENESIS.....	5
II.C. REGULACION DEL CRECIMIENTO.....	6
II.D. MECANISMOS DE ACCION DE LAS FITOHORMONAS.....	7
II.D.1. <u>Mensajero secundario</u> .....	8
II.E. FENOMENOS DE CORRELACION.....	9
II.E.1. <u>Multipliación celular</u> .....	9
II.E.2. <u>Alargamiento celular</u> .....	10
II.E.2.a. El proceso dentro de la célula.....	10
II.E.2.b. Hipótesis sobre el alar- gamiento celular.....	11
II.F. CRECIMIENTO EN LONGITUD DE LOS TALLOS	15
II.G. FITOHORMONAS.....	17
II.G.1. <u>Derivados de indol (auxinas)</u> .	17
II.G.2. <u>Giberelinas</u> .....	18
II.G.2.a. Interacción auxinas- giberelinas.....	21

Páginas

II.G.3.	<u>Citoquininas</u> .....	21
II.G.4.	<u>Abscisinas</u> .....	23
II.H.	ETILENO.....	24
II.H.1.	<u>Etileno y auxina</u> .....	26
II.I.	RETARDANTES.....	28
II.I.1.	<u>Definición e historia</u> .....	28
II.I.2.	<u>Clasificación</u> .....	29
II.I.3.	<u>Actividad</u> .....	30
II.I.4.	<u>Modo de acción</u> .....	30
II.K.	REGULADORES EN CEBADA.....	31
II.K.1.	<u>Cycocel o CCC</u> .....	31
II.K.2.	<u>Etephon</u> .....	32
II.K.3.	<u>Etephon + Cloruro de mepi-</u> <u>cuat (Terpal)</u> .....	33
II.K.3.a.	Generalidades.....	33
II.K.3.b.	Efecto sobre altura y vuelco.....	35
II.K.3.c.	Efecto sobre rendimien- to.....	38
II.K.3.d.	Efecto sobre la calidad.....	40
II.K.3.e.	Efecto sobre la proteí- na en grano.....	42
III.	<u>MATERIALES Y METODOS</u> .....	43
III.A.	UBICACION, SUELO Y LLUVIAS.....	43
III.B.	VARIABLES EXPERIMENTALES.....	44
III.B.1.	<u>Variedades</u> .....	44
III.B.2.	<u>Dosis de fertilización</u> <u>nitrogenada</u> .....	45
III.B.3.	<u>Dosis de reguladores de</u> <u>crecimiento</u> .....	45

III.C. DISEÑO.....	45
III.D. MANEJO DEL EXPERIMENTO.....	46
III.D.1. <u>Preparación y fertilización.</u> .....	46
III.D.2. <u>Siembra</u> .....	47
III.D.3. <u>Aplicación de herbicidas</u> .....	47
III.D.4. <u>Aplicación de Regulador</u> .....	48
III.D.5. <u>Cosecha</u> .....	48
III.E. EVALUACIONES EFECTUADAS.....	48
III.E.1. <u>Altura</u> .....	48
III.E.2. <u>Enfermedades</u> .....	49
III.F. ANALISIS DE LABORATORIO.....	49
III.F.1. <u>Pesada</u> .....	49
III.F.2. <u>Clasificación</u> .....	49
III.F.3. <u>Técnica para análisis de</u> <u>nitrógeno en grano</u> .....	50
III.F.4. <u>Técnica para análisis de</u> <u>nitratos en muestras de</u> <u>suelo</u> .....	50
III.F.5. <u>Análisis Estadístico</u> .....	50
IV. <u>RESULTADOS Y DISCUSION</u> .....	52
IV.A. CONSIDERACIONES GENERALES.....	52
IV.B. EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS SOBRE EL RENDIMIENTO.....	55
IV.B.1. <u>Efecto de las dosis de</u> <u>nitrógeno</u> .....	56
IV.B.2. <u>Efecto de las dosis de</u> <u>regulador de crecimiento</u> .....	58

IV.C. EFECTOS DE LOS TRATAMIENTOS	
SOBRE LA ALTURA.....	61
IV.C.1. <u>Efectos de las dosis de</u>	
<u>nitrógeno</u> .....	61
IV.C.2. <u>Efectos de las dosis de re-</u>	
<u>guladores de crecimiento</u> .....	63
IV.C.3. <u>Efecto de la variedad</u> .....	64
IV.D. EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS SOBRE EL	
PORCENTAJE DE 1ra. y 2da. CLASE.....	66
IV.D.1. <u>Efecto de las dosis de</u>	
<u>nitrógeno</u> .....	66
IV.D.2. <u>Efecto de las dosis de</u>	
<u>regulador</u> .....	68
IV.D.3. <u>Efecto de la variedad</u> .....	71
IV.E. EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS SOBRE EL	
PORCENTAJE DE N EN GRANO.....	71
IV.E.1. <u>Efecto de las dosis de Ni-</u>	
<u>trógeno</u> .....	71
IV.E.2. <u>Efecto de las dosis de re-</u>	
<u>gulador</u> .....	74
IV.E.3. <u>Efecto de la variedad</u> .....	76
IV.F. CORRELACIONES.....	76
V. <u>RESUMEN Y CONCLUSIONES</u> .....	78
VI. <u>APENDICE</u> .....	80
VII. <u>BIBLIOGRAFIA</u> .....	88



LISTA DE CUADROS

<u>Cuadro N°</u>		<u>Página</u>
1	Constitución química del AIA.....	17
2	Camino del AIA.....	18
3	Resumen de la síntesis de algunas gibe- relinas.....	20
4	Citoquininas sintéticas.....	22
5	Citoquininas naturales.....	23
6	Constitución química del ácido abscísico.	24
7	Crecimiento de segmentos y producción de etileno frente al aumento de la concentra- ción de AIA.....	27
8	Fórmula de los principales retardantes...	29
9	Evaluación de vuelco y rendimiento de la cebada variedad ATHENA.....	33
10	Formulación del cloruro de mepicuat y del etephon.....	34
11	Período de aplicación de TERPAL.....	35
12	Acortamiento del tallo mediante Terpal en diferentes años.....	36
13	Evaluaciones del vuelco (1-9) con y sin Terpal en diferentes años.....	36
14	Evaluaciones del vuelco (1-9).....	37

<u>Cuadro N°</u>		<u>Página</u>
15	Evaluaciones del vuelco (1-9) en dos tiempos.....	37
16	Rendimiento de cebada de invierno en 143 ensayos de 1975 a 1978 en tt/ha.....	38
17	Efecto de Terpal sobre rendimiento (tt/ ha) cuando la presión de vuelco va en aumento (cebada de invierno).....	39
18	Efecto de Terpal sobre rendimiento (tt/ ha) cuando la presión de vuelco va en aumento (cebada de verano).....	39
19	Rendimientos en tt/ha con y sin Terpal en diferentes intensidades de vuelco...	40
20	Rendimiento con y sin Terpal a diferen- tes dosis de nitrógeno.....	40
21	Fertilización nitrogenada contra porcen- taje de cebada completa con y sin Terpal	41
22	Fertilización nitrogenada contra porcen- taje de proteína en grano con y sin Terpal.....	42
23	Lluvias durante 1981 en el Campo Ex- perimental de las Fábricas Nacionales de Cerveza S.A.....	43
24	Diseño del experimento.....	46

Cuadro N°Página

25	Efecto de los tratamientos sobre el rendimiento, la altura, el porcentaje de 1a. y 2a. clase y el porcentaje de N en grano.....	53
26	Análisis de nitratos del suelo.....	55
27	Componentes de la suma de cuadrados para la regresión rendimiento sobre dosis de N.....	56
28	Recta de regresión para rendimiento y dosis de N.....	57
29	Componentes de la suma de cuadrados para la regresión rendimiento sobre dosis de regulador.....	58
30	Curva de regresión rendimiento sobre dosis de regulador.....	59
31	Componentes de la suma de cuadrados para la regresión altura sobre dosis de N.....	62
32	Recta de regresión de la altura sobre la dosis de N.....	62
33	Componentes de la suma de cuadrados de la regresión de la altura sobre la dosis de regulador.....	64
34	Curva de regresión de la altura sobre dosis de regulador.....	65

Cuadro N°Página

35	Comparación de las medias de alturas de las variedades.....	66
36	Componentes de la suma de cuadrados para la regresión del porcentaje de 1a. y 2a. clase sobre la dosis de N...	67
37	Recta de regresión del porcentaje de 1a. y 2a. clase sobre dosis de N.....	67
38	Componentes de la suma de cuadrados para la regresión del porcentaje de 1a. y 2a. clase sobre dosis de regulador.....	69
39	Recta de regresión del porcentaje de 1a. y 2a. clase sobre la dosis de regulador.....	70
40	Comparación de medias de porcentaje de 1a. y 2a. clase para las variedades.....	71
41	Componentes de la suma de cuadrados para la regresión del porcentaje de N en grano sobre dosis de N.....	72
42	Recta de regresión del porcentaje de N sobre dosis de N.....	72
43	Componentes de la suma de cuadrados para la regresión del porcentaje de N en grano sobre la dosis de regulador..	74

<u>Cuadro N°</u>	<u>Página</u>	
44	Curva de regresión del porcentaje de N en grano sobre la dosis de regulador.....	75
45	Comparación de medias de variedades para porcentaje de N en grano.....	76
46	Correlación rendimiento-altura para cada dosis de regulador.....	76
47	Correlación porcentaje de 1a. y 2a. clase-altura para cada dosis de regulador...	77
48	Resultados de rendimiento en kg/ha obtenidos por parcela bajo cada tratamiento..	80
49	Análisis de varianza para rendimiento....	81
50	Resultados de altura en mm obtenidos por parcela bajo cada tratamiento.....	82
51	Análisis de varianza para la altura.....	83
52	Resultados de porcentaje de 1a. y 2a. clase obtenidos por parcela bajo cada tratamiento.....	84
53	Análisis de varianza para porcentaje de 1a. y 2a. clase.....	85
54	Resultados de porcentaje de N en grano obtenidos por parcelas bajo cada tratamiento.....	86
55	Análisis de varianza para el porcentaje en grano.....	87

## I. INTRODUCCION

El vuelco, es un fenómeno adverso que afecta a los cereales, ocasionando pérdidas, por mal llenado de granos, y por dificultades en la cosecha.

Para la cebada cervecera, se pueden cuantificar, teniendo en cuenta una siembra normal, en fecha (julio) y una fertilización nitrogenada, que no supera los 27 - 30 kg /ha. Según el Ing. Agr. Agustín Trujillo, Asesor Técnico de Fábricas Nacionales de Cerveza S.A., su incidencia es diferente para las diferentes variedades.

Para BONITA, (la variedad más plantada en el país), el vuelco se da siempre en forma no violenta y en manchones. Una estimación porcentual de las pérdidas por vuelco sería de un 10 a 15 por ciento en peso y de un 5 a un 7 por ciento en calidad. Las pérdidas físicas en la cosecha son muy escasas, BONITA se cosecha toda, sin dificultad, probablemente debido a su espeso follaje, que evita que la planta se recueste totalmente. (\*)

Otras variedades con superficie de siembra importante, (LAURA y ANA) vuelcan en menor proporción que BONITA, pero tienen mayor probabilidad de pérdidas físicas en la cosecha de las zonas volcadas, debido probablemente a que estas variedades tienen menos follaje y son más macolladoras

---

(\*) Ing. Agr. A. Trujillo, com. pers.

que BONITA.

La estimación porcentual de las pérdidas por vuelco en estas variedades, en las condiciones normales ya descritas para BONITA, es de un 5 a 10 por ciento por llenado deficiente de granos y de un 5 a 10 por ciento en la cosecha (\*).

En la actualidad, la producción de cebada cervecera en el país, apunta a una variación en la fertilización nitrogenada y en las variedades a utilizarse.

En materia de fertilización nitrogenada, la investigación nacional llegó a obtener dosis económicamente óptimas del orden de los 70 kilos por hectárea, con variaciones según los años, pero que de todos modos, superan ampliamente a las dosis comunes usadas en el cultivo.

Por otro lado, se han producido variedades nacionales, adaptadas a nuestras condiciones, que tienen rendimientos promedios superiores a todas las variedades ensayadas en el país.

Frente a estas perspectivas, es de esperar que se va a ver incrementado el volumen de cebada perdida por vuelco.

En otros cereales, como en trigo, ya se están empleando en el país, reguladores de crecimiento que ayudan a con

---

(\*) Ing. Agr. A. Trujillo, com. pers.

trolar este fenómeno.

En otros países, el uso de reguladores de crecimiento, integra normalmente los programas de producción de cereales, incluyendo cebada cervecera, donde se obtienen buenos resultados con productos a base de Etephon y Etephon con Cloruro de mepiquat.

Este trabajo, tiene como objetivo evaluar el efecto de diferentes dosis de un regulador de crecimiento (Etephon + Cloruro de mepiquat) en el crecimiento y rendimiento y aspectos asociados a la calidad de dos variedades de cebada cervecera, bajo diferentes dosis de fertilización nitrogenada.



## II. REVISION BIBLIOGRAFICA

### II.A. CRECIMIENTO

Podemos definir al crecimiento, como un aumento irrevers<sup>u</sup>ible de volúmen de una célula, tejido, órgano o individuo, generalmente acompañado de un aumento de masa. CASO, O.H., 1980 (8).

Durante el crecimiento, la división celular es seguida por una expansión celular y por una ulterior diferenciación. CASO, O.H., 1980. (8).

En las células de las plantas superiores, podemos hablar de un crecimiento por división, (aumento del número de célula) y por alargamiento, siendo este alargamiento, una forma de diferenciación. HESS, D., 1980 (17).

#### I.A.1. Características del crecimiento vegetal

El crecimiento de los vegetales superiores, difere del de los animales, en varios aspectos. A nivel celular, las células vegetales están rodeadas de una pared de forma definida, y cierta elasticidad, que impide que la célula pueda desplazarse o cambiar de forma una vez que llega a la madurez. Por otra parte, en las células vegetales maduras, una vacuola ocupa la mayor parte de la célula.

Además, en los tejidos vegetales maduros, las células no se multiplican, salvo en los casos de actividad regenerativa o patológica.

A nivel individual, las diferencias más importantes son dos; Primero: el crecimiento vegetal es indefinido, salvo en algunos órganos que si tienen crecimiento definido. Segundo: el crecimiento en las plantas superiores se cumple en áreas localizadas, los meristemas.

Los meristemas, se clasifican en general según su posición en la planta. Así tenemos apicales y laterales, responsables del crecimiento en longitud y grosor. Además, tenemos también meristemas intercalares, muy importantes en las gramíneas, situados entre las regiones diferenciadas, y cuya actividad es de duración limitada. Un importante ejemplo de este tipo de meristemas, son los situados en los entrenudos, vainas y láminas de las gramíneas. Los primeros, son los responsables del crecimiento en longitud de la caña. CASO, O.H., 1980. (8).

## II.B. MORFOGENESIS

La morfogénesis, es la parte de la fisiología vegetal, que estudia la iniciación o génesis de la forma. Es decir, estudia todos los cambios que ocurren en un organismo desde el cigote hasta la muerte. Estos cambios, pueden darse a nivel celular, donde se los designa procesos de diferenciación celular, a nivel de los tejidos, histogénesis, o a nivel de los órganos, donde se los denomina organogénesis. CASO, O.H., y SANCHEZ, R. 1980 (9).

## II.C. REGULACION DEL CRECIMIENTO

Las distintas manifestaciones que caracterizan el crecimiento y desarrollo de las plantas, requieren la intervención de una serie de factores, que pueden agruparse en tres categorías, nutritivos, metabólicos y hormonales.

Los nutritivos, son los que contribuyen a la síntesis de compuestos estructurales, sustratos respiratorios, etc. estos son los macro y micronutrientes, el  $H_2O$ ,  $CO_2$  y el  $O_2$ .

Los metabólicos, fundamentalmente enzimas, son los que canalizan, regulan y ordenan, total o parcialmente, la intervención de los factores nutritivos.

Los hormonales, son factores internos, de funciones variadas y especializadas, que ordenan, aceleran o regulan la intervención e integración de los procesos vitales, en el tiempo y en el espacio y contribuyen a la manifestación de los fenómenos fundamentales de la vida de las plantas: crecimiento, desarrollo y reproducción.

Existe un cierto orden jerárquico entre los factores, las enzimas controlan muchos procesos vitales, a través de la redistribución de factores nutritivos, en tanto las hormonas lo hacen por medio de la regulación fisiológica del proceso.

Los requisitos que debe cumplir una sustancia orgánica para ser considerada hormona, son:

- a) originarse en el organismo.
- b) trasladarse de un sitio de síntesis o liberación, al sitio de acción.
- c) actuar en pequeñas dosis.
- d) inducir o afectar procesos fisiológicos definidos.

En general, todas las partes de la planta en crecimiento activo, son centros de producción de hormonas. TIZIO, R. M., 1980 (24).

Según BEAULIEU, R., 1973 (3) el crecimiento y desarrollo de una planta, depende del equilibrio que existe entre las diversas fitohormonas naturales (auxinas, giberelinas, citoquininas y abscisinas) no existiendo por lo tanto una especificidad absoluta de estas hormonas sobre determinado proceso. Además BEAULIEU nos habla de la posibilidad de alterar este equilibrio por medio de sustancias sintéticas como el 2-4 diclorofeniloxiacético retardantes como m-dimetilamino succinámico (B<sub>a</sub>).

#### II.D. MECANISMO DE ACCION DE LAS FITOHORMONAS

Toda teoría sobre el mecanismo de acción de las fitohormonas, debe tener en cuenta dos puntos; primero, acción inespecífica y segundo, activación del material genético. HESS, D, 1980, (17).

### II.D.1. Mensajero secundario

SUTHERLAND, citado por HESS, D. 1980, (17), en hormonas animales propuso esta hipótesis, según la cual las hormonas, mensajeros primarios, inducen la formación de los mensajeros secundarios, que serían los responsables de las "acciones hormonales".

En plantas superiores se ha planteado la hipótesis de que el Adenosín monofosfato cíclico ( $AMP_c$ ) fuera el mensaje ro secundario de muchas fitohormonas. Esta teoría se apoya en ensayos como los que demuestran que el  $AMP_c$  aplicado a la aleurona de cebada, tenía el mismo efecto que el ácido gibélico. Esta teoría choca con el hecho de que hay que de mostrar la existencia de  $AMP_c$  en otras plantas superiores.

Otro compuesto que se propone como mensajero secundario es el etileno, que en plantas superiores, podría ser activado por el ácido 3 indolacético (AIA). HESS, D., 1980 (17).

VARNER, J., 1976 (25) sostiene la necesidad de la existencia de sustancias receptoras de las hormonas. Es decir, sustancias que identifiquen a las hormonas como tales, se unan a ellas y de esta forma permitan su acción. Estas sustancias no han sido identificadas, pero se estima que se trata de sustancias proteicas.

HESS, D., 1980 (17), las hormonas o los mensajeros secundarios, actuarían a tres niveles probables, sobre los propios genes, activando o reprimiendo. Sobre las membranas, o sobre las enzimas.

## II.E. FENOMENOS DE CORRELACION

Una de las principales características de las hormonas, es la acción a distancia. Esta acción a distancia, trae aparejada la manifestación de fenómenos llamados de correlación. Estos fenómenos, son varios, por ejemplo, la producción de hormonas en la semilla en crecimiento y el desarrollo rápido de un fruto, la producción de raíces en una estaca y la producción de hormonas en las yemas. TIZIO, R., 1980. (24).

En este trabajo, trataremos de dos de estos fenómenos, el relacionado con la multiplicación celular y el relacionado con la elongación celular.

### II.E.1. Multiplicación celular

Las auxinas, pueden inducir multiplicación celular en algunos tejidos, especialmente en aquellos poco diferenciados, de tipo parenquimático. Esto se puso de manifiesto mediante el uso de la técnica de cultivo de materiales vegetales en medios sólidos, sintéticos, provistos principalmente de azúcares y sales minerales (cultivos in vitro de tejidos).

Una serie de tejidos reaccionaron in vitro a la aplicación de auxinas, con la formación de un callo, constituido por la multiplicación indiferenciada de las células del tejido, pero otros no tuvieron reacción, sino que se observó la proliferación de células voluminosas, pobremente unidas entre sí, llamadas células hiperhídricas.

Esto demostró que las auxinas no son el único precursor de la multiplicación celular. Más tarde se demostró que los tejidos que si reaccionaban a las auxinas, poseían otra hormona natural, la citoquinina.

Las auxinas estimularían la duplicación del ADN induciendo así la cariosínesis, mientras que la citoquinina, estimularía la formación del fragmoplasto en el plano ecuatorial de la célula, durante la telofase.

Al no formarse el fragmoplasto, en ausencia de citoquinina, la auxina sigue induciendo cariosínesis, sin división celular, lo que da lugar a la formación de células de gran tamaño, de tipo cenocítico. TIZIO, R.M., 1980 (24).

La acción de las giberelinas en la división celular se verá en plantas enteras.

## II.E.2. Alargamiento celular

II.E.2.a. *El proceso dentro de la célula.* La célula vegetal es un sistema osmótico, donde la presión de toda la célula " $S_z$ " es igual al valor osmótico del jugo celular " $S_i$ " menos la presión en sentido contrario de la pared " $W$ " más la presión externa de las células vecinas " $A$ ".

$$S_z = S_i - (W + A)$$

II.E.2.b. *Hipótesis sobre el alargamiento celular.* Durante el alargamiento celular, se produce un engrosamiento de las vacuolas, esto implica un aumento de la presión osmótica de la célula. Esto puede lograrse por dos caminos, o aumenta el valor osmótico o disminuye la presión de la pared.

Entre el valor osmótico y la intensidad de alargamiento no siempre hay una correlación, por lo tanto, sólo nos queda la presión de pared.

Esta disminución de la presión de la pared, permite que se eleve la capacidad de dilatación plasmática. Los puntos de adhesión entre las macromoléculas de los componentes de la pared celular se deshacen, la pared se dilata, y luego de esto, se fijan nuevos puntos de adhesión.

En un fuerte alargamiento, los diferentes tipos de fibrillas de la pared se separan tanto entre sí, que requieren un reforzamiento de la pared celular. En muy pocos casos, se deposita nuevo material entre las fibrillas. En general, el crecimiento es por aposición, que es una colocación de nuevas capas sobre la pared dilatada.

Por lo tanto, las etapas del alargamiento celular son:

- 1) Aumento de la capacidad de dilatación plástica de la pared, por afloramiento de los puntos de adhesión.
- 2) Entrada de agua en la vacuola y aumento de volumen por alargamiento celular.



- 3) Reforzamiento de la dilatada pared celular por aposición. HESS, D., 1980 (17).

A fin de explicar el afloramiento de los puntos de adhesión en la pared y el consiguiente aumento de plasticidad, se han propuesto varias teorías:

Heath y Clark (1956-1960), citados por TIZIO, R. 1980, (24) propusieron la teoría de la remoción del Ca de la lamina media, por parte de las auxinas, a través de un fenómeno de quelación. La idea surgió porque sustancias quelantes como el EDTA, la 8-hidroxiquinolina, el ácido uranil-dracético, etc., promovían el alargamiento de coleoptilos de trigo.

Esta teoría fue rebatida en el sentido de que la acción de los quelantes no implicaba la necesaria remoción del Ca. Actualmente se considera que estos agentes quelantes actúan a nivel enzimático, oxidando el AIA por quelación del catión  $Mn^{++}$  que actúa como cofactor de la enzima.

ORDIN et al (1955), citado por TIZIO, R, 1980 (24), opina que la auxina aumentaría la plasticidad de la pared por metilación de los ácidos pécticos que componen los pectatos de calcio.

CLELAND, citado por CORDOBA, C.V., 1976 (10) concluye que deberían existir enzimas que actuarían sobre los polímeros de la pared celular, cuyo efecto sería una despolimerización que causaría el reblandecimiento de la pared. La síntesis de estas enzimas, sería controlada por el AIA y

por un producto respiratorio cuya acción hasta ahora se desconoce.

HESS, D., 1980 (17) considera los tipos de acciones de AIA rápidas y lentas. Existen casos en que el alargamiento se produce muy rápidamente después de aplicar AIA. Estas acciones rápidas, no pueden asociarse a una inducción de enzimas u otras proteínas. También en estas acciones se llega a una disolución de los puntos de adhesión.

HAGER, citado por HESS, D., 1980 (17) basándose en la estructura de la pared expuesta por ALBERSHEIM en 1973, formuló una teoría, según la cual, debido a que los enlaces más débiles del sistema de la pared serían los puentes de hidrógeno que unen los xiloglucanos con las fibrillas de celulosa, y que estos puentes se romperían por aumento de la acidez o de la temperatura, expone que el AIA estimularía una bomba de H<sup>+</sup> unida a la membrana y en presencia de ATP, que suministraría los iones H<sup>+</sup> que romperían los enlaces de H, lo que permitiría el alargamiento.

En el crecimiento longitudinal de larga persistencia, según HESS, D., 1980 (17) el crecimiento tiene que estar acompañado de una síntesis proteica. Esta puede ser inducida por el AIA que puede actuar a nivel de la transcripción y traducción. Pero hasta ahora no se encontró ninguna relación directa entre el AIA y la síntesis de alguna enzima de capital importancia en el crecimiento longitudinal.

FACULTAD DE AGRONOMIA



DEPARTAMENTO DE  
DOCUMENTACION Y  
BIBLIOTECA

FAN y MACLACHLAN en 1967 citados por DEVLIN, R.M., 1975 (12), postulan que la auxina elimina la represión de un gen e genes, que liberan un segmento de ADN que actuará como matriz para la síntesis de ARN. Este ARN de nueva formación, probablemente mensajero permitiría la formación de una o varias enzimas nuevas, que incrementarían la plasticidad y la extensión de la pared. En por lo menos uno de los ensayos, se logró inducir la síntesis de una enzima, la celulosa, mediante aplicación de AIA al tejido de epicótilo de arveja.

Un determinado gen puede estar inhibido por la formación entre su ADN y proteínas básicas denominadas histonas, de un complejo llamado nucleohistona. La formación y disociación de complejos como éste, puede muy bien ser la forma natural de conectar y desconectar genes. Quizás la auxina, de algún modo elimina la represión de un gen determinado, al lograr el desacoplamiento de las nucleohistonas. Libera así ADN que queda activo para la síntesis de ARN<sub>m</sub>.

HELLER, R., 1977 (16). El AIA actúa a nivel del ARN<sub>m</sub> porque su efecto estimulante sobre el crecimiento es inhibido por los inhibidores de la transcripción (Actinomicina D, 6 metilpurina).

ROJAS GARCIDUEÑAS, M, 1972 (22) . La auxina a baja concentración produce una aceleración de la respiración, que repercute en un intenso metabolismo. Si la concentración pasa del óptimo, se reprime el proceso.

Actualmente se sabe que el contenido de ARN y el tipo de éste, varía con la adición de auxina; varían también la clase de proteína y de enzima. Puede decirse que estos 3 fenómenos, aumento en el alargamiento, incremento en la respiración y el metabolismo energético y cambio en el tipo de ARN enzimas y proteínas son la base de muchos otros efectos auxínicos que son los más notables a primera vista y los más importantes en agricultura.

Evidentemente, desde que SKOOG en 1953 citado por BIDWELL, R., 1974 (4) encontró la relación entre el AIA y la síntesis de ADN y ARN hasta ahora, no se ha podido explicar satisfactoriamente la forma en que la auxina opera en el aumento de la plasticidad de la pared y la nueva síntesis de material que la reforzará luego de producido el crecimiento.

## II.F. CRECIMIENTO EN LONGITUD DE LOS TALLOS

En general se acepta que el crecimiento del tallo es proporcional al logaritmo de la concentración de auxinas.

Las giberelinas, por su parte, actúan sobre las células del meristemo subapical, tanto en la mitosis como en el alargamiento celular.

Tratando una planta arrosada con ácido giberélico, se observa un aumento en el número de células de este meristemo, así como también un alargamiento de las mismas, lo que se traduce en entrenudos más largos. Existen evidencias circunstanciales de que auxinas y giberelinas interactúan en este proceso. Esto se probó, tomando segmentos de entrenudos

que no responden al tratamiento con auxinas, pero sí lo hacen al tratamiento con giberelinas y en grado aún mayor al tratamiento con ambas a la vez. Esto prueba que las giberelinas, al parecer, necesitan la presencia de las auxinas para ejercer mejor su función en el alargamiento de los entrenudos. CASO, O.H. y SANCHEZ, R., 1980 (9).

Recientemente, se encontró que el etileno también cumple alguna función en el crecimiento de los tallos. El tratamiento de plantas o entrenudos aislados con este regulador, dió como resultado, la inhibición del crecimiento, a la vez que un engrosamiento de los tallos. CASO, O.H. y SANCHEZ, R., 1980, (9).

En las plantas leñosas, caducifolias, se registra una detención del crecimiento de los tallos debida al ácido abscísico, y su reactivación en primavera está correlacionada con la presencia de giberelina endógena.

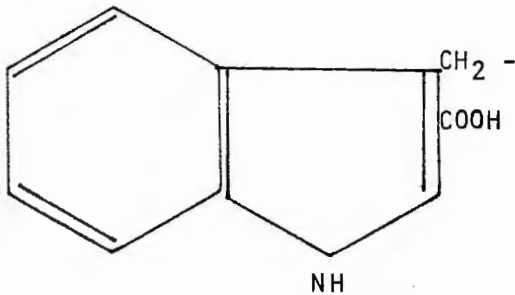
Además de los grupos hormonales citados, el crecimiento de las plantas está regulado por factores de tipo ambiental.

Así, encontramos que la ausencia de luz provoca el alargamiento de los entrenudos, el fotoperíodo, que influye por ejemplo en el engrosamiento de los tallos subterráneos en la papa, la temperatura en los frutales de invierno, etc. CASO, O.H. y SANCHEZ, R., 1980. (9).

## II.G. FITOHORMONAS

Fitohormonas u hormonas vegetales, son sustancias sintetizadas por la planta, que originadas en un lugar, se trasladan a otro para producir un efecto fisiológico definido. TIZIO, R.M., 1980 (24).

### II.G.1. Derivados del indol (auxinas)



En la planta se encuentra libre o combinado como glucoéster o mediante enlace peptídico combinado con ácido aspártico o ácido glutámico.

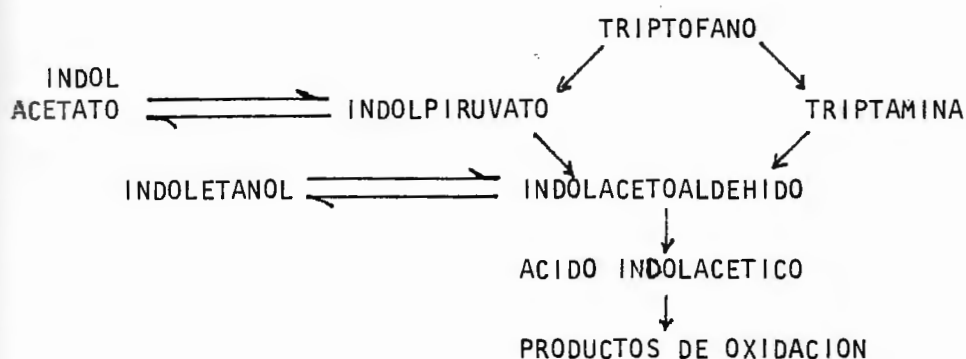
Cuadro N° 1. *Constitución química del AIA.*

---

A partir de los trabajos de Went en 1928 con coleoptilos de avena, se demostró que la fitohormona responsable del crecimiento en el coleoptilo, es el AIA. Como se vió en los trabajos de POHL, el AIA circula en forma inactiva desde el grano, hasta el ápice del coleoptilo, donde es activado y luego se transporta basalmente.

La síntesis del AIA se considera que se efectúa a partir del triptofano. HESS, D., 1980 (17).

Cuadro N° 2. Camino del AIA (extraído de Bidwell, R., 1974 (4),  
pág. 495.



### II.G.2. Giberelinas.

Los estudios sobre este grupo hormonal se remontan al año 1926 en Japón, cuando Murosawa, estudiando el gigantismo en arroz, producido por el hongo Ascomicete *Giberella fujikuroi* Saw F.A. descubrió que la enfermedad denominada "bakanae" era producida por una sustancia sintetizada por el hongo. En 1939, YABUTA y HAYASHI lograron aislarla y la llamaron GIBERELINA "A".

En 1954, CURTIS y CROSS determinaron su composición química y lo llamaron ácido giberélico.

Más tarde, RODLEY (1956) y PHIMEY et al (1957), demostraron la presencia del ácido giberélico (AG) en plantas superiores.

La síntesis se centraliza en los órganos jóvenes, preferentemente.

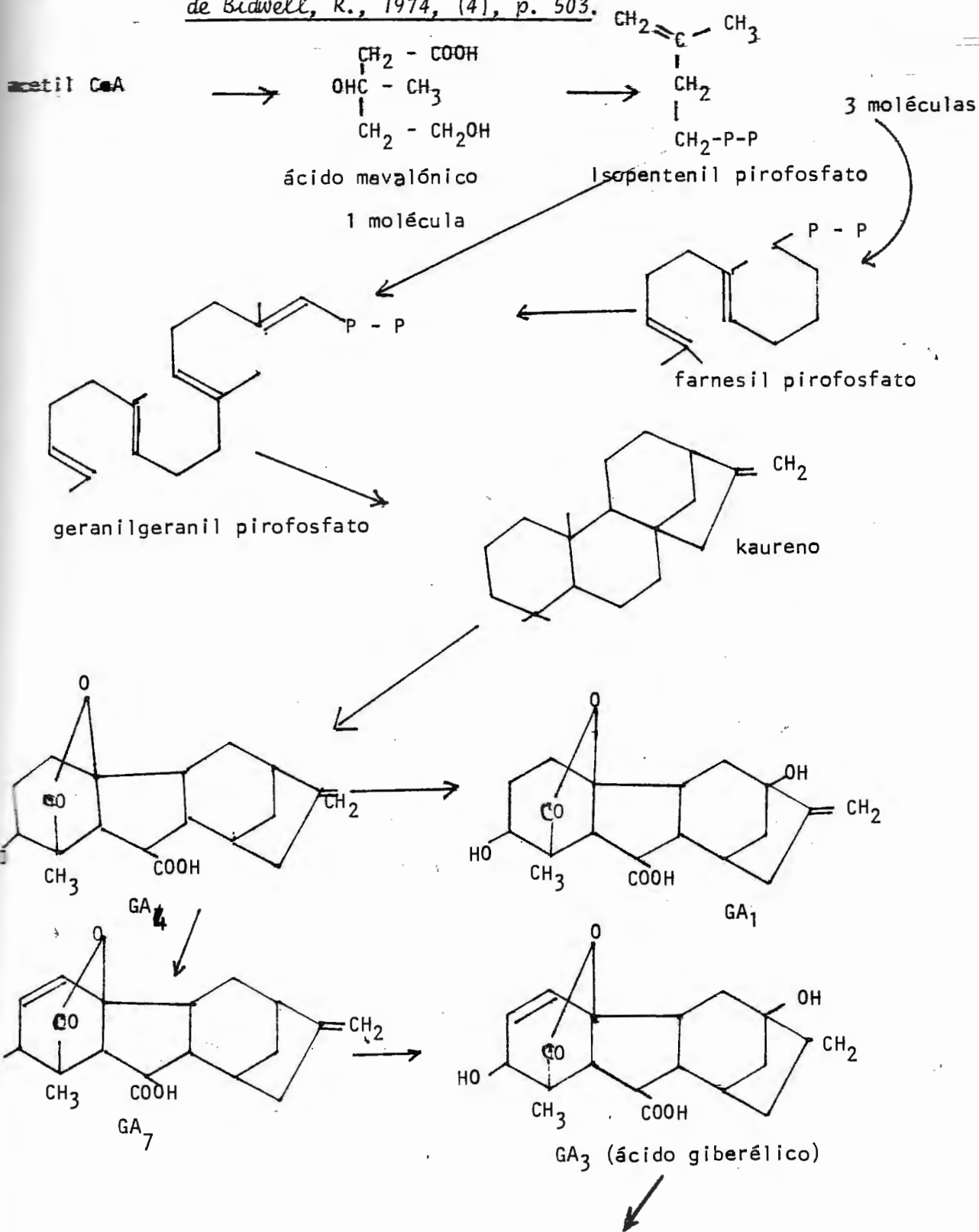
Bioquímicamente son diterpenoides, que poseen un esqueleto "gibano" y un grupo COOH. Ambos grupos son esenciales para la manifestación de la actividad.

Se ha supuesto que el ácido giberélico y quizás las restantes giberelinas, derivan de un esqueleto diterpénico ( - kaureno). Esto surgió de estudios con endosperma de *Echinocystis macrocarpa*, de donde se extrajo un sistema enzimático capaz de convertir el ácido mavelónico en (-) kaureno, que por reordenaciones del esqueleto carbonado, formaría ácido giberélico.

Todos estos precursores fueron incubados en cultivos de *G. fujikuroi*, obteniéndose también ácido giberélico. TI  
Z10, R.M., 1980 (24).



Cuadro N° 3. Resumen de la síntesis de algunas giberelinas. (extraído de Bidwell, R., 1974, (4), p. 503.



*II.G.2.a. Interacciones auxinas-giberelinas.* Se ha aceptado como un dogma, que las auxinas son el factor de elongación y división celular. Actualmente se establece que las giberelinas, según el material, tienen un efecto comparable.

Esto ha animado a pensar que estas dos hormonas podrían actuar una sobre la otra. Efectivamente, en varios casos, un tratamiento con giberelinas, provoca un cambio profundo en el tenor de auxinas de la planta. MOREL, G. 1967 (19).

HELLER, R., 1977(16), opina que las auxinas estimulan la elongación subapical y las giberelinas los meristemos intercalares. Son sustancias independientes estructuralmente, y actuarían en forma complementaria. Así vemos que en cultivos de tejidos de entrenudos, las giberelinas a veces no tienen efecto si no hay auxina presente.

### *II.G.3. Citoquininas*

Todas las citoquininas conocidas hasta ahora, son derivados purínicos, sobre todo de la adenina.

HABERLANDT en 1913, citado por HESS, D. 1980 (17) aportó indicios de que en el floema existían sustancias que podrían activar la división celular en el parénquima de la papa.

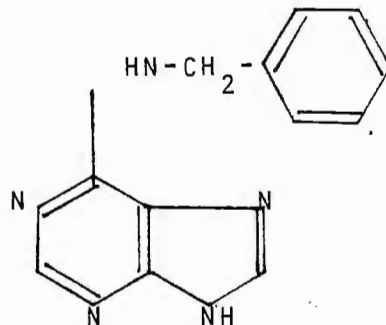
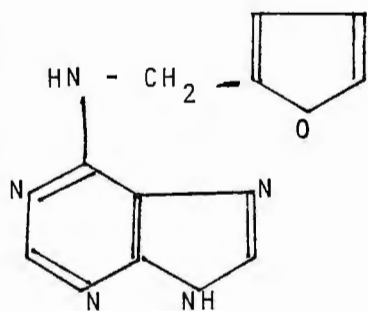
VAN OVERBECK en 1941 descubrió que la leche de coco, puede provocar divisiones celulares en embriones cultivados.

dos en medio artificial. Esto también fue estudiado por STE  
SARD, F.C. et al, pero en todos los casos había que combinar  
la leche de coco con derivados del indol para obtener res  
puesta.

El grupo de SKOOG, F, fue quien en 1955 aisló el prin  
cipio activo que se llamó quinetina. Luego se lograron otros  
compuestos, que como la quinetina, también estimulaban la di  
visión celular.

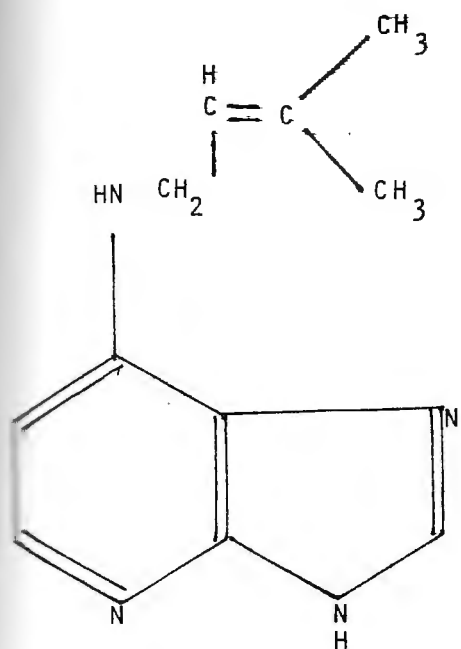
En 1964, se descubrió como primer citoquinina de origen  
vegetal, la ceatina en el maíz. HESS, D., 1980 (17).

Cuadro N° 4. Citoquininas sintéticas

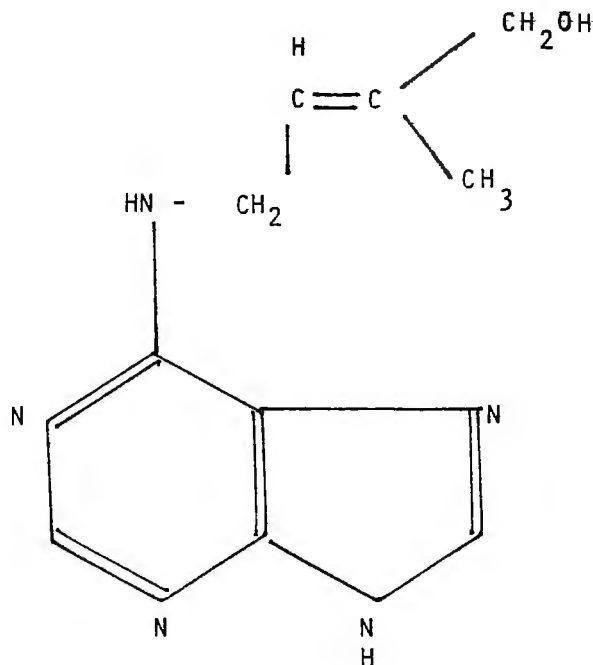


Las citoquininas no parecen moverse tan libremente  
en la planta como las auxinas y giberelinas, pero exis  
te evidencia de que se forman en las raíces y de allí  
son traslocadas a tallos y hojas. BIDWELL, R., 1974 (4)

Cuadro N° 5. Citoquininas naturales



-isopentenil aminopurina (IPA)



ceatina

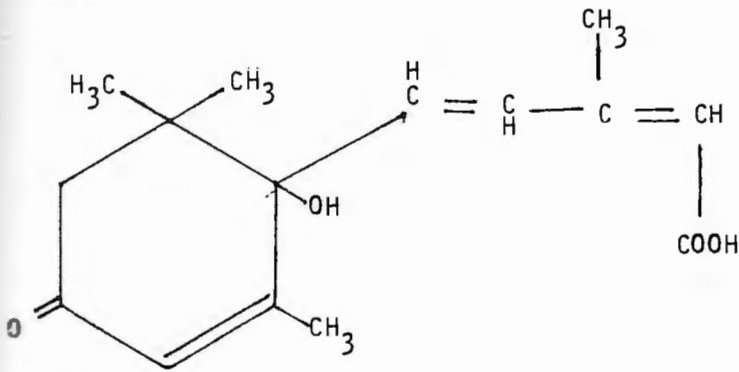
II.G.4. Abscisinas

El ácido abscísico es un terpenoide. Anteriormente, se le llamaba abscisina o dormina, debido a que causaba la abscisión de las hojas y el letargo invernal de las yemas. Existen sustancias emparentadoras, que tienen una acción en parte similar.

CARNS y ADDICOTT en 1963 aislaron una sustancia que estimulaba la caída de la cápsula de la semilla de algodón. En 1965 determinaron su estructura química. Al mis

En su tiempo, WAREING y CORNFORTH aislaron la sustancia que induce a las yemas del arce al letargo invernal. Esta sustancia, resultó ser la misma de CARNS y ADDICOTT. HESS, D., 1980. (17).

Cuadro N° 6. Constitución química del ácido abscísico



El ácido abscísico es un inhibidor del crecimiento, y su acción primordial parece ser la de inhibir la acción de las giberelinas y promover la dormancia. El ejemplo más común, es su acción inhibitoria sobre la  $\alpha$  - amilasa en el endosperma de cebada. El mecanismo de acción del ácido abscísico sería a nivel de la traducción del ARN. BIDWELL, R., 1974, (4).

## II.H. ETILENO

En 1934, GANE, lo reconoce como producto de los tejidos de la planta.

Actualmente se cree que todos los tejidos de la planta responden al etileno en algún estado de su desarrollo.

Su precursor más aceptado es la metionina VARNER, J. y TUAN-HUA HO, 1976 (25).

El etileno tiene un muy amplio rango de efectos, desde fuertemente estimulantes a poderosamente inhibitorios. Usualmente se la clasifica como una hormona inhibidora. Hay casos como el de la maduración de frutos y la abscisión de hojas, en las que el etileno actúa estimulando la producción de enzimas degradativas. Esta estimulación disminuye bajo el efecto del dióxido de carbono. BIDWELL, R., 1974, (4).

El completo control de la respuesta, de un tejido a una hormona, no sólo requiere el control de la síntesis de la hormona, sino también el control de su degradación.

En el caso del etileno, no existe control de la degradación ya que difunde a través de los tejidos, hacia la atmósfera. Básicamente, el nivel de etileno de un tejido puede sólo controlarse por el grado de síntesis.

Por lo dicho anteriormente, el grado de actividad de una hormona no se reduce a sólo dos posibilidades, sino a un grado infinito de intensidades de acción.

Esto no sería válido para el etileno, ya que éste se produce para cumplir una función y por una rápida difusión, asegura que todas las células del tejido responden en la forma esperada.

Este tipo de respuesta, sería imposible con un regulador menor volátil.

La ventaja de este tipo de regulador se ve por ejemplo cuando se activan los mecanismos de defensa contra un daño. El etileno activa sólo las células que rodean al daño, mientras el resto de la planta continúa sus funciones normales. VARNER, J. y TUAN-HUA HO, 1976 (25).

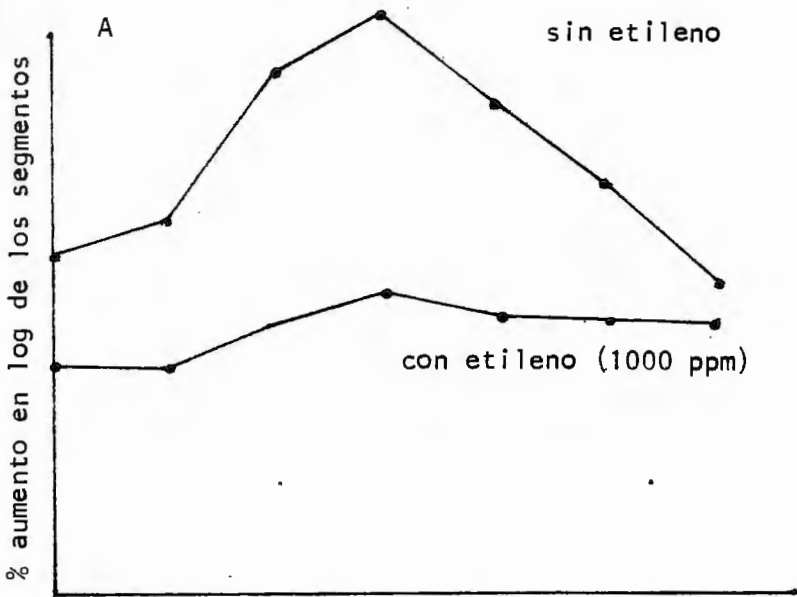
### II.H.1. Etileno y auxina

Burg y Burg en 1966 y 1968, descubrieron que la concentración de auxina necesaria para inhibir el crecimiento de segmentos de tallo de girasol y arveja, era precisamente la que producía un marcado incremento en la producción de etileno. Esta acción no se debería a una alteración metabólica u otro efecto tóxico, sino a la inducción de una enzima directamente vinculada a la producción de etileno. ABELES, 1966, citado por AUDUS, L, 1972 (1).

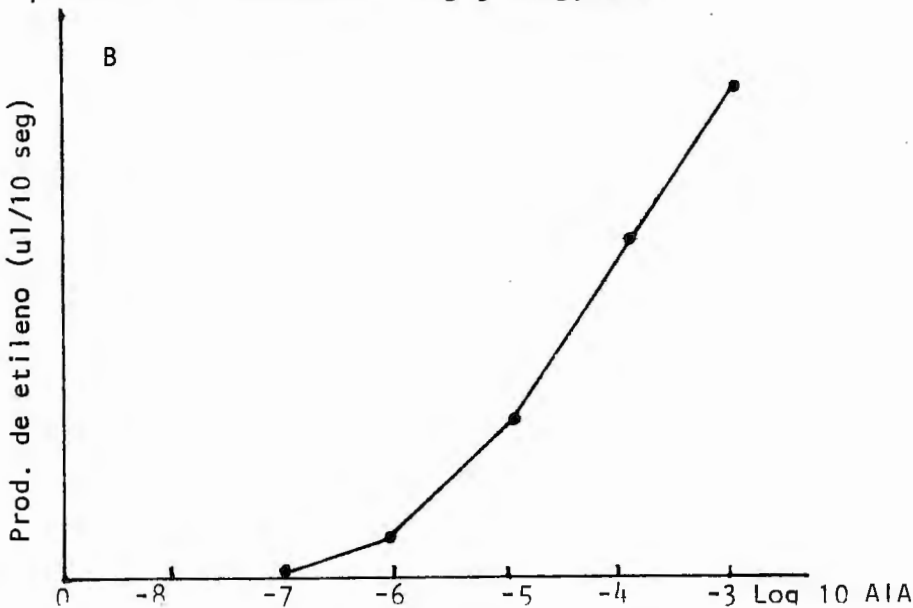
Estos últimos descubrimientos llevaron a revelar que muchos efectos adjudicados a las auxinas, son en realidad provocados por el etileno. Entre ellos, em primer o implicado fue la inhibición del crecimiento en longitud de los tallos y el engrosamiento de los mismos, que se pensaba se debía a una excesiva aplicación de auxina (Burg y Burg, 1966-1968) (WARREN y Leopold, 1967).

Figura N° 7. Crecimiento de segmentos y producción de etileno frente al aumento de la concentración de AIA

A. La respuesta a la auxina es casi eliminada por la aplicación de 1000 ppm de etileno.



B. La producción de etileno por los segmentos comienza a una concentración de auxina que da la máxima respuesta en crecimiento y el progresivo declinar de este coincide con el aumento en la producción de etileno (Burg y Burg, 1968)





Burg y Burg en 1966 encontraron que la inhibición del crecimiento por el etileno, era acompañada por un incremento en el grosor de los tallos, debido a un cambio en la orientación de la expansión de las células en la zona de elongación.

Apelbaum y Burg en 1972 demostraron la correlación entre la inhibición de la multiplicación de las células en el meristemo primario y la inhibición de la síntesis de ADN. DICKS, J.W., 1976 (13).

## II.1. RETARDANTES

### II.1.1. Definición e historia

Son reguladores sintéticos, no emparentados con las fitohormonas, que frenan la división y alargamiento celular en meristemas subapicales e intercalares de los ejes caulinares. Así regulan la altura de la planta sin causar efectos formativos sobre otros órganos. TIZIO, R.M., 1980(24).

CATHEY en 1964 citado por DICJS, J. 1976 (13) definió los retardantes del crecimiento como aquellas sustancias químico-orgánicas sintéticas, las cuales, aplicadas a las plantas, reducen la tasa de elongación de los tallos, sin producir sustanciales malformaciones.

Mitchell et al en 1949 descubrieron el efecto de los nicotinos sobre el tallo del poroto. Wirwille y Mitchell en 1950 demostraron el efecto de carbamatos cuaternarios de amonio sobre el crecimiento del poroto. Tolbet

en 1960 descubre la serie de análogos de la colina. El más activo resultó el CCC.

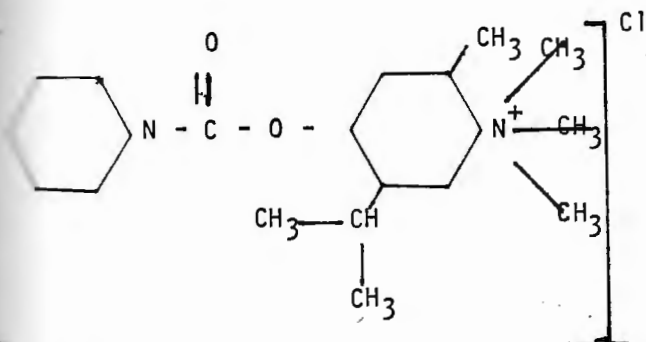
Riddeff et al en 1962 descubrió el efecto de los ácidos mealeámico y succinámico como retardantes del crecimiento en leguminosas, papas, trepadoras y de ornato.

En 1955 en forma anónima y en 1958 por Preston y Lurk se encontró el efecto de compuesto del tipo fosfonio, de los cuales el más activo resultó el Phosphon D que afecta el crecimiento de una variedad más amplia de especies que el Amo 1618. WEAVER, R.J., 1976 (27).

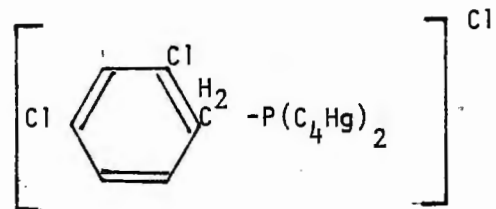
### II.1.2. Clasificación

- Derivados del carbamato de amonio cuaternario (Amo 1618)
- Derivados fosfónicos (Fosfon D)
- Análogos de la colina (CCC o Cycocel)
- Acidos succinámicos y maleánicos sustituidos (Alar)

Cuadro N° 8. Fórmula de los principales retardantes



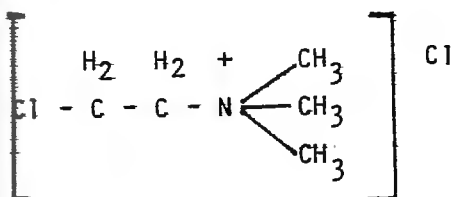
Amo 1618 (4 hidroxil-5 isopropil-2 metil-fenil trimetil<sup>o</sup> cloruro de amonio 1 carbilato de piperedina)



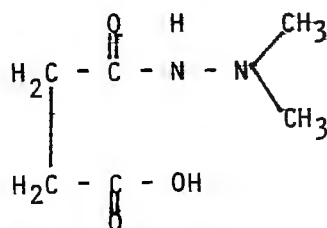
FosFon D. Cloruro de 2-4 diclorobenzil tributil fosfonio.

// sigue

(continuación Cuadro N° 8)



CCC o Cycocel (cloruro de 2-cloroetil trimetil amonio)



B9 o B995 (Alar) (ácido N-dimetil-amino succinámico)

### II.1.3. Actividad

La actividad de los carbamatos de amonio y de los análogos de la colina depende de la presencia de un grupo amonio trimetilado. En los fosfóricos, depende de la presencia de un núcleo fosfonio cuaternario tributírico. En el B9 la actividad no depende de ningún grupo de los mencionados anteriormente. TIZIO, R.M., 1980 (24).

Según AUDUS, L., 1972 (1), la actividad en los compuestos del tipo Amo 1618 no se ve reducida por la sustitución del grupo amonio trimetilado por un amonio dimetilado.

### II.1.4. Forma de acción

La principal forma de acción de los retardantes es a través del bloqueo de la síntesis endógena de las gibberelinas. Esto fue probado por Ruddet et al en 1965 en F.

moniliforme, tratada con CCC y con Amo 1618. Luego fue demostrado para Amo 1618 y FosFon D en Echinocytis macrocarpa por DENNIS et al en 1965.

El punto exacto en que actuarían los retardantes, sería en el paso entre los 2 geranil geranil pirofosfato y el (-) kaureno. La acción del CCC parece ser diferente, actuando más adelante en la síntesis, en el paso de (-) kaureno a ácido giberélico. En T. monifiliforme, el CCC inhibe la formación de (-) kaureno. Barnes et al, 1969, citado por AUDUS, L., 1972 (1). La acción del B9 difiere fundamentalmente de la de los otros retardantes cuaternarios. No inhibe la síntesis de giberelinas en F. moniliforme. NINNEMAN et al, 1964, citado por AUDUS, L., 1972 (1).

Los compuestos citados, no pueden considerarse antigiberelinas ya que su acción no es competitiva, como es la del ácido abscísico. Los retardantes sólo actúan sobre la síntesis endógena de giberelinas y no sobre las giberelinas aplicadas o exógenas. TIZIO, R.M., 1980 (24).

## II.K. REGULADORES EN CEBADA

### II.K.1. Cycocel o CCC

Lartes et al, citados por WEAVER, R., 1976 (27), detallaron el efecto del CCC sobre las variedades "Parkland" y "Harmchen" en condiciones de trabajo controladas. Se usó CCC en el suelo y en aplicaciones foliares, siendo más efectivo en el suelo. Cuando las condiciones eran de limitada humedad, no hubo aumento de peso de plantas ni de rendi

miento.

Más tarde, en 1967, Larter en pruebas de campo, encontró efecto del CCC en reducir las plantas de "Oakland" y "Harmchen", pero encontró también que la cebada es relativamente insensible al CCC y se requieren concentraciones muy altas y aplicadas durante todo el ciclo, para que manifieste su efecto. La aplicación de CCC en tres etapas (tres hojas, cinco hojas y hoja bandera) redujo la altura un 25%. La maduración se retrasó entre 2.5 y 4 días.

A nivel nacional, existen precedentes en trabajos con CCC en cebada. En los años 1975 y 1976, los Ingenieros Trujillo y Neuschul, llevaron adelante ensayos en este sentido. Estos se hicieron en el Campo Experimental de Fábricas Nacionales de Cerveza. En todos los casos, no se encontró efecto del CCC sobre la cebada. \*

#### II.K.2. Etephon

BATCH, J.J., 1981 (2) encontró que el etephon es efectivo en acortar el entrenudo superior.

Por su parte COUVREUR, F., 1982 (11), indica que el etephon tiene una mayor eficiencia con temperaturas de 13 a 14°C y en período de crecimiento activo. Desde la aparición de la última hoja a las primeras barbas de la espiga.

---

\* comunicación personal

Los siguientes resultados fueron encontrados por BATCH, J.J., 1981 (2) en variedad Athene en 1979.

Cuadro N° 9. Evaluación de vuelco y rendimiento de cebada var. Athene (extraído de Batch, J.J., 1981)

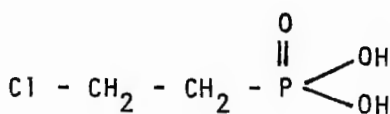
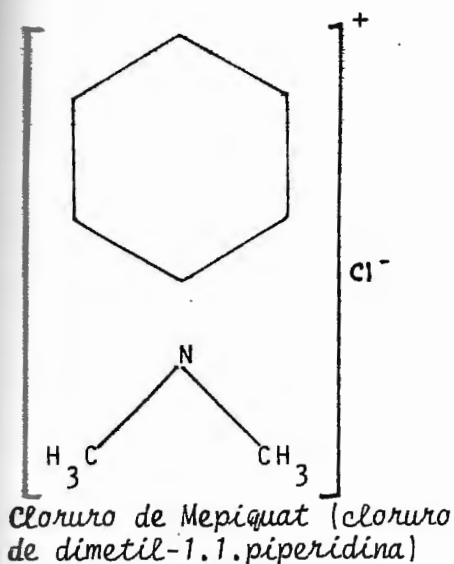
Nitrógeno kg/ha	Vuelco 0-10		Rend. ton/ha	
	Testigo	Etephon	Testigo	Etephon
0	0	-	3.6	-
80	1.3	0	6.6	6.6
120	1.7	0.3	7.1	7.2
160	2.7	0.7	6.9	7.5
200	3.3	0.3	7.0	7.8
PROMEDIO N	2.3	0.3	6.9	7.4

II.K.3. Etephon + Cloruro de Mepiquat (TERPAL)

II.K.3.a. Generalidades. En la revista L mburgerhof-aktuell, 1979 y 1980 (26) y (28) se publican una serie de indicaciones para el uso correcto de TERPAL en cebada de invierno.

Para el uso de TERPAL, el cultivo debe presentarse tupido y vigoroso, sin déficit de agua. Vale decir en aquellos cultivos en los que se espera vuelco temprano ya sea por la experiencia zonal, por la variedad, por la posición de la cebada en la rotación, o por la mineralización intensa del nitrógeno.

Cuadro N° 10. Formulación del cloruro de mepiquat y del etephon



Etephon (ácido 2-cloro etil fosfónico)

Las mismas recomendaciones se dan en el número 3/81 para cebada de verano - LIMBURGERHOF AKTUELL, 1981 (20).

En cuanto a las condiciones en las que no debe usar se TERPAL, los tres números hacen referencia a cultivos ralos, siembras tardías y sequía. Con referencia a este punto, explican que la carencia de agua, hace aumentar la producción de etileno dentro de la planta, y si a esto le sumamos el etileno producido por el etephon, se crea un doble efecto perjudicial. LIMBURGERHOF AKTUELL, 1980, (14).

El momento de aplicación está entre los estados 6 y 8 de la escala de Feeks.



Cuadro N° 11. Período de aplicación de TERPAL

En la práctica, este período se hace muy corto, ya que coincide con la "explosión" de la vegetación.

II.K.3.b. *Efecto sobre altura y vuelco.* El número 1/79 de *Lumburgerhof aktuell* resume los ensayos en el Campo Experimental de Lumburgerhof sobre TERPAL, en el período 1975 a 1978. Los resultados para 143 ensayos con cebada de invierno fueron los que se presentan en el Cuadro N° 12 de la página siguiente.



Cuadro N° 12. Acortamiento de tallo mediante TERPAL (en cm) en diferentes años

Año	1975	1976	1977	1978
Testigo	120	103	128	131
TERPAL 3 lt/ha	103	91	114	119
Acortamientos	17	12	14	12

Cuadro N° 13. Evaluaciones de vuelco (1 a 9) con y sin TERPAL, en diferentes años

Año	1975	1976	1977	1978
Testigo	6.6	1.7	5.6	6.2
TERPAL 3 lt/ha	2.4	1.2	4.4	4.4
Disminución de vuelco	4.2	0.5	1.2	1.8

(Extraído de Limburgerhof aktuell, 1979 (26)).

En el número 3/81 la misma revista resume 38 ensayos en 1978 y 1980 evaluando el efecto de TERPAL sobre el fortalecimiento del tallo en cebada de verano.

Cuadro N° 14. Evaluaciones del vuelco (1 a 9) (extraído de Limburgerhof aktuell, 1981 (20))

	<u>Año</u>	<u>1979</u>	<u>1980</u>	<u>Promedio</u>
TESTIGO		3,7	4,3	4,1
TERPAL 2,0 lt/ha		1,8	2,6	2,7
Disminución del vuelco		0,9	1,7	1,4

Finalmente, en el Cuadro N° 15, extraído del número 2/82 de la misma revista, se resumen ensayos de 1980 y 1981 en cebada de verano en dos tiempos: comienzo del empuje de la espiga (T<sub>1</sub>) y final de floración hasta madurez lechosa (T<sub>2</sub>). La dosis usada fue de 1.5 lt/ha.

Cuadro N° 15. Evaluación del vuelco (1 a 9) en 2 tiempos

	<u>1980</u>	<u>no tratado</u>	<u>tratado</u>	<u>1981</u>	<u>no tratado</u>	<u>tratado</u>
Vuelco T <sub>1</sub>		2.5	1.0		7.6	5.2
Vuelco T <sub>2</sub>		6.6	2.2		7.3	5.5
Rendimiento ton/ha		5.05	5.76		4.15	4.85

Extraído de Limburgerhof aktuell, 1982 (15)

II.K.3.c. *Efecto sobre rendimiento.* En Alemania, TERPAL se ensaya desde 1975. El número 1/79 de L. Aktuell publica los resultados de rendimientos en cebada de invierno y con una dosis de 3 lt/ha.

Cuadro N° 16. Rendimiento de cebada de invierno en 143 ensayos de 1975 a 1978 en tt/ha

Año	1975	1976	1977	1978
Testigo	6.30	5.86	6.12	6.17
TERPAL 3 lt/m	6.42	5.98	6.59	6.54
Rendimiento adicional	0.12	0.12	0.47	0.37

Extraído de Limburgerhof aktuell, 1979 (26)

En la CAMARA AGRICOLA KIEL, en experimentos con variedades, se examinó la acción de TERPAL a 3 lt/ha y abonado óptimo de nitrógeno (80 + 30 + 70 kg/ha N) frente al no empleo de TERPAL y una reducción en la dosis de nitrógeno de 40 kg/ha (80 + 0 + 60 kg/ha N)

El resultado fue que la estabilidad fue la misma con los dos tratamientos. De modo que el regulador le permitió a la cebada sin volcar, aprovechar la mayor oferta de nitrógeno, convirtiéndola en rendimiento. El rendimiento adicional medio de las 16 variedades fue de 1800 kg/ha (9.610 frente a 7.810 kg/ha). Limburgerhof aktuell, 1980 (14).

En L. Aktuell, 1/80, se muestran los resultados de 49 ensayos en que se midió el efecto de TERPAL con diferentes presiones de vuelco. (ver Cuadro N°17, en página siguiente).

Cuadro N° 17. Efecto de TERPAL sobre rendimiento (tt/ha) cuando la presión de vuelco va en aumento (cebada de invierno)

<u>Evaluación de vuelco</u>	<u>Baja</u>	<u>Media</u>	<u>Intensa</u>
No tratado	6.53	6.24	6.09
TERPAL	6.60	6.45	6.48
Rendimiento adicional	0.07	0.21	0.39

Extraído de L. Atkuell, 1980 (28)

Cuadro N° 18. Efecto de TERPAL sobre rendimiento (tt/ha) cuando la presión de vuelco va en aumento (cebada de verano)

<u>Evaluación de vuelco</u>	<u>Baja</u>	<u>Media</u>	<u>Intensa</u>
No tratado	4.91	4.47	4.53
TERPAL	4.89	4.51	4.88
Rendimiento adicional	-0.02	0.04	0.35

Extraído de L. Atkuell, 1981 (20)

En cebada de verano se obtuvieron rendimientos adicionales de 200 kg en promedio de los años 1979 y 1980, usándose una dosis de 2 lt/ha.

En el Cuadro N° 19 (página 40) se ven rendimientos (tt/ha) con y sin TERPAL, evaluándose además la intensidad del vuelco.

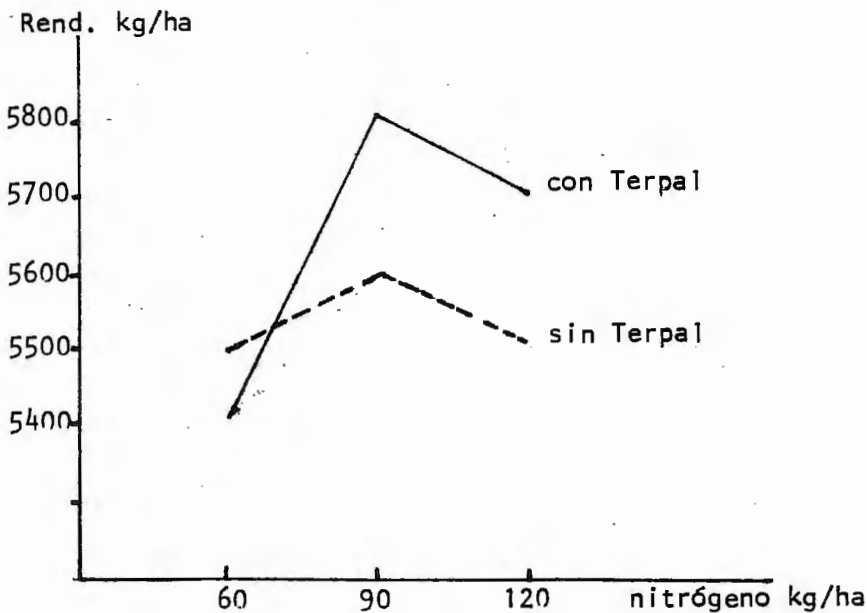
Cuadro N° 19. Rendimiento en tt/ha con y sin TERPAL a diferentes intensidades de vuelco

<u>Intensidad de vuelco</u>	<u>Intenso</u>	<u>Sin vuelco</u>
No tratado	4,72	4,61
TERPAL 2,0 lt/ha	5,35	4,69
Rendimiento adicional	0,63	0,08

Extraído de L. Atkuell, 1981 (20)

Por otro lado, SCHILDBACH, R., 1981 (23) encontró los siguientes resultados para dosis crecientes de nitrógeno. El Cuadro N° 20 resume los resultados.

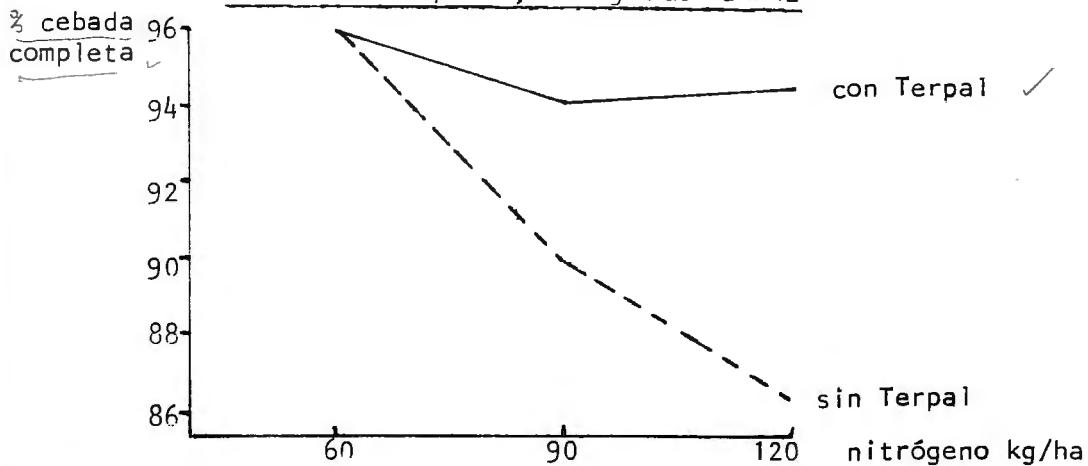
Cuadro N° 20. Rendimiento con y sin TERPAL a diferentes dosis de nitrógeno



II.K.3.d. *Efecto sobre la calidad.* El contenido de cebada de mayor calidad se vió aumentado en los años 1977 y 1978 por el uso de 3 lt/ha de TERPAL. La cebada plena pasó de 56,1% a 59,6%. El origen del aumento de rendimiento radica en una mejor formación del grano debida al vuelco demorado a disminuído en forma marcada, especialmente al haber al mismo tiempo un aumento en el uso del nitrógeno. Limburgerhof Artuell, 1979 (26).

SCHILDBACH en 1977 con cebada CARINA, encontró resultados similares resumidos en el Cuadro N° 21.

Cuadro N° 21. Fertilización nitrogenada contra porcentaje de cebada completa, con y sin TERPAL



Extraído de Schilbach, R., 1981 (23), pág. 5

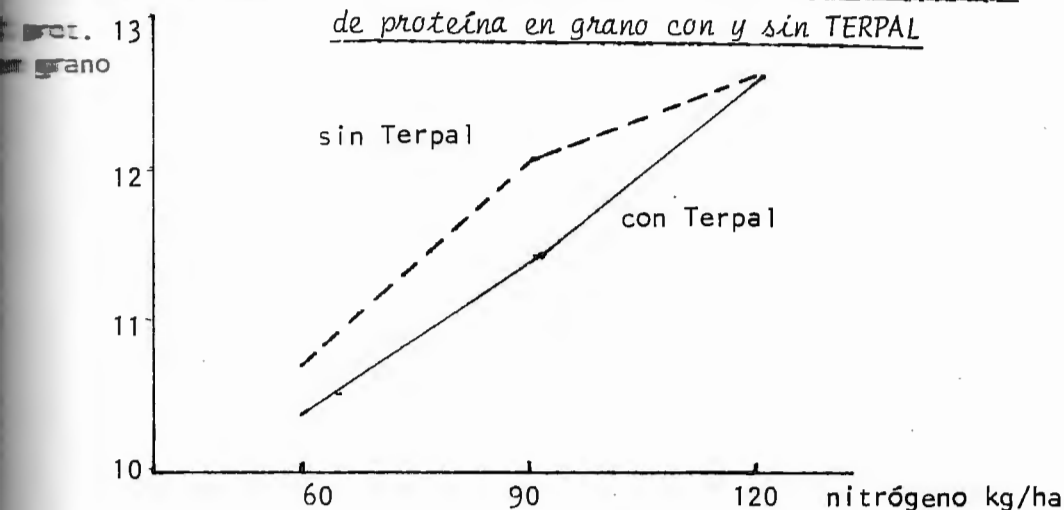
En los años 1979 y 1980 en Limburgerhof el porcentaje de cebada plena se vió aumentado en un 5,5% para la cebada de verano. Limburgerhof Aktuell, 1981 (20).

II.K.3.e. Efecto sobre la proteína  
en grano

Los resultados obtenidos por SCHILDBACH son coherentes con lo encontrado para calidad. La teoría de SCHILBACH es que al no producirse el vuelco, la asimilación es mucho mejor, y así, aumentan los carbohidratos que se depositan en el grano, aumentando su tamaño y también bajando la proporción de proteína del mismo. SCHILDBACH, R., 1981 (23).

Sus resultados se resumen en el Cuadro N° 22.

Cuadro N° 22. Fertilización nitrogenada contra porcentaje  
de proteína en grano con y sin TERPAL



Extraído de SCHILDBACH, R., 1981 (23), pág. 3.

### III. MATERIALES Y METODOS

#### III.A. UBICACION, SUELO Y LLUVIAS

El ensayo se realizó en el CAMPO EXPERIMENTAL DE CEBA DA CERVECERA DE FABRICAS NACIONALES DE CERVEZA S.A., ubicado sobre la Ruta 1, en el kilómetro 117.

El tipo de suelo predominante en dicho establecimiento es el brumosol éutrico típico, se trata de chacras con his toria agrícola intensa y de producción media.

Las lluvias caídas en el Campo Experimental durante 1981 están en el Cuadro N° 23.

Cuadro N° 23. Lluvias durante 1981 en el Campo Experimental de las Fábricas Nacionales de Cerveza S.A.

<u>Mes</u>									<u>Total</u>
ENERO	DIA	3	6	9	12	19	28		
	mm	20	28	2	10	19	47		125
FEBRERO	DIA	1	8	11	13	15	18	28	
	mm	15	9	7	8	11	20	2	72
MARZO	DIA	3	4	11	13	19	30		
	mm	40	22	50	2	8	3		131
ABRIL	DIA	3	11	22	26				
	mm	9	70	12	4				101
MAYO	DIA	5	9	11	13	16	18	19	25
	mm	2	21	3	110	3	3	22	20

// sigue



(continuación Cuadro N° 23)

<u>Mes</u>									<u>Total</u>
JUNIO	DIA	1	16	17	23	24			
	mm	30	10	2	3	2			47
JULIO	DIA	10	11	14	17	18	29	30	
	mm	3	10	10	30	3	12	12	80
AGOSTO	DIA	6	7	8					
	mm	72	42	2					116
SEPTIEMBRE	DIA	15	28						
	mm	110	32						142
OCTUBRE	DIA	3	6	26	31				
	mm	2	10	2	23				37
NOVIEMBRE	DIA	2	6	11	14	19	30		
	mm	2	31	10	23	22	11		99
DICIEMBRE	DIA	1	5	15	18	20	30		
	mm	10	13	30	10	52	15		130

### III.B. VARIABLES EXPERIMENTALES

#### III.B.1. Variedades

Se emplearon las dos variedades de mayor área de producción en el país en la actualidad, estas son BONITA y LAURA. BONITA se caracteriza por su rusticidad y gran regularidad de producción. Tiene grano grande, follaje es peso y es menos macolladora que LAURA, que es una variedad más susceptible a las situaciones adversas, pero con un techo de producción mucho más alto que BONITA.

### III.B.2. Dosis de fertilización nitrogenada

Fueron tres, 30, 75 y 120 kg por hectárea. Se desechó la posibilidad de usar el 0 porque se conoce la respuesta de la cebada y se trató de utilizar el tramo superior de esa respuesta.

### III.B.3. Dosis de regulador de crecimiento

Fueron cuatro, 0, 1.5, 2.0, 2.5 lt/ha. En este caso sí se incluye un testigo sin regulador. Las restantes dosis obedecen a las utilizadas internacionalmente.

## III.C. DISEÑO

Las variables fueron combinadas en un factorial completo en bloques al azar con cuatro repeticiones, según el Cuadro N° 24 (ver página N° 46).

Las dimensiones de las parcelas fueron de 7 metros por 1 metro. La distancia entre parcelas fue de 0.80 metros y entre bloques de 2 metros. Las líneas de bordura se sembraron a 0.40 mts.

Las fuentes de fertilizantes fueron urea para la fertilización nitrogenada y superfosfato para el fósforo.

Cuadro N° 24. Diseño del experimento

Variedad	B O N I T A											
Dosis de N en kg/ha	30				75				120			
Dosis de reg. en lt/ha	0	1.5	2	2.5	0	1.5	2	2.5	0	1.5	2	2.5

Variedad	L A U R A											
Dosis de N en kg/ha	30				75				120			
Dosis de reg. en lt/ha	0	1.5	2	2.5	0	1.5	2	2.5	0	1.5	2	2.5

Como regulador de crecimiento se utilizó Etephon con cloruro de mepiquat, en una formulación de 460 gr/lt, con un contenido de 350 gr de cloruro de mepiquat y 155 gr de Etephon.

### III.D. MANEJO DEL EXPERIMENTO

#### III.D.1. Preparación y fertilización

La preparación consistió en una arada con arado de rejas, una disqueada con rastra excéntrica y dos rastreadas con rastra de dientes.

La fertilización se realizó parcela por parcela, mezclando la dosis de fósforo con la correspondiente a la parcela de urea. La dosis de fósforo fue para todas las parcelas de 40 unidades por hectárea. Así se logró una aplicación más homogénea de la urea, sobre todo en las dosis bajas.

### III.D.2. Siembra

La siembra se realizó el día 23/8/81, con una sembradora manual de dos líneas, que sembraba 300 semillas viables por metro cuadrado aproximadamente. Se sembraron seis líneas por parcelas separadas por 20 cm.

La semilla para la siembra fue tratada previamente con USPULUN en dosis de 150 gr/100 kg.

### III.D.3. Aplicación de herbicidas

El día 14/10/81 se efectuó un tratamiento contra malezas de hoja ancha, a base de BUCTRIL. Previamente, los días 19/9 y 3/10 se habían efectuado carpidas, encontrándose poca incidencia de malezas.

El día de la aplicación de herbicidas, las plantas estaban macollando.

Para este tratamiento, así como para todos los restantes, se utilizó una pulverizadora de mochila, con una barra de mt. 1.50 y cuatro aspersores.

#### III.D.4. Aplicación de regulador

Se aplicó el día 17/10/81, hacia el fin del macollaje y comienzo del encañado.

#### III.D.5. Cosecha

Se efectuó a mano, parcela por parcela, el día 31/12/81. Con anterioridad a la cosecha, el 11/11, se había tratado con antipájaro usando MESUROL (5 kg/ha) con DUSILAN como adherente. Esto permitió que no se registrara daño de pájaro.

El mismo día de la cosecha, se efectuó la trilla, individualizándose los granos correspondientes a cada parcela.

### III.E. EVALUACIONES EFECTUADAS

#### III.E.1. Altura

Se midieron el día 13/12/81. La técnica empleada consistió en la medición promedio de la altura de las plantas en tres zonas de la parcela, dentro de las cuatro líneas centrales. Los datos obtenidos se anotaron en planillas, y constituyen una de las variables a estudiar.

### III.E.2. Enfermedades

Se evaluaron el 11/11/81, se midieron daños de las dos enfermedades principales de la cebada en nuestro país, las *Helmyntosporium teres* y *sativus*.

## III.F. ANALISIS DE LABORATORIO

### III.F.1. Pesada

Se pesaron los granos correspondientes a cada parcela, registrándose todos los pesos obtenidos, los que pasados a kg/ha, representan otra variable a estudiarse.

### III.F.2. Clasificación

De los granos de cada parcela, se tomaron dos muestras, por separados de muestras. De estas dos muestras se trabajó con una para clasificación, mientras la otra se utilizaría para medir porcentaje de nitrógeno.

La muestra para clasificación se pesó y luego se pasó por zarandas para obtener las cuatro clases de cebada comercialmente aceptadas: 1a. - 2.8 mm; 2a. - 2.4 mm; 3a. - 2.3 mm y 4a. menos de 2.3 mm. Cada una de estas fracciones se pesó y luego se ajustaron al peso de la muestra.

La suma de la 1a. y la 2a. clase, expresada como porcentaje de la muestra, constituyó otra variable estudiada.

III.F.3. Técnica para análisis del nitrógeno en grano

Se realizó determinación de N total mediante digestión con  $H_2SO_4$  concentrado, posterior decoloración con perhidrol 120 volúmenes y destilación de la muestra, recogiendo amoníaco en ácido bórico con indicador. Se valoró con HCl 0.1 N (Método modificado extraído de M.L. Jackson).

III.F.4. Técnica para análisis de nitratos en muestras de suelo

Se determinaron potenciométricamente con electrodo de actividad específica. La medición se realizó con potenciómetro ORION modelo 701/A. La extracción se realizó con sulfato de cobre 1.25 N a razón de 20 gotas con 125 cc de agua destilada.

III.F.5. Análisis estadístico

Los datos analizados corresponden a las siguientes variables.

- Rendimiento, expresado en kg/ha.
- Altura, expresada en mm.

- Porcentaje de 1a. y 2a. clase.
- Porcentaje de nitrógeno en grano.

Para cada una de estas variables, se realizó un análisis de varianza y un estudio de la regresión en base a modelos lineales y cuadráticos.

Finalmente se calcularon las correlaciones entre rendimiento y altura y entre porcentaje de 1a. y 2a. clase y altura.



## IV. RESULTADOS Y DISCUSION

### IV.A. CONSIDERACIONES GENERALES

Las condiciones en que se llevó a cabo el ensayo, no fueron las óptimas para lograrse un buen rendimiento general.

La siembra se realizó en forma tardía, el 23/8, luego de una preparación de tierras, no del todo adecuada.

El nacimiento de las plantas se demoró por ausencia de lluvias, que recién se registraron el día 15/9. Como consecuencia de esto, el nacimiento de plantas fue muy desparejo entre el 23/8 y 15/9, adelantándose los bloques tres y cuatro, debido a que la tierra estaba más húmeda y finamente preparada.

Luego del 15/9, el crecimiento fue normal, hasta que se ve afectado nuevamente por la falta de lluvias en el mes de octubre, donde se registraron solamente 37 mm, con un pico de 23 mm el día 31/10.

De allí hasta la cosecha, el crecimiento fue normal, aunque se debe consignar que este período de seca debe haber afectado el desarrollo de las plantas, que posiblemente no pudieron alcanzar un tamaño adecuado.

Estas condiciones climáticas unidas al trabajo de carpidas y herbicidas, hicieron que la incidencia de malezas fuera escasa.

También probablemente debido a ese período seco ocurrido en octubre, el ataque de enfermedades fue muy escaso, no pudiéndose observar diferencias entre las parcelas.

La maduración se vió afectada por el tratamiento con reguladores de crecimiento, al punto que todos los testigos (sin regulador) maduraron de 5 a 6 días antes que los trata dos.

El rendimiento general del ensayo fue de 1941 kg/ha , comparado con el rendimiento promedio para ese año, que fue de 1350 kg/ha, el rendimiento obtenido es alto, pero para las condiciones de ensayo, se puede tomar como un rendimien to medio.

No se registró vuelco en ninguna parcela.

Cuadro N° 25. Efecto de los tratamientos sobre el rendimiento, la altura, el porcentaje de 1a. y 2a. clase y el porcentaje de N en grano.

<u>Tratamientos</u>	<u>Rend. kg/ha</u>	<u>Altura mm</u>	<u>% 1a. y 2a.</u>	<u>% N en grano</u>
B 30N 0 R	1.911	793	93.4	1.959
B 30N 1.5 R	1.736	626	89.7	1.843
B 30N 2 R	1.810	577	89.6	1.843
B 30N 2.5 R	1.754	618	86.3	1.843
B 75N 0 R	2.224	729	93.0	1.950
B 75N 1.5 R	1.942	664	86.8	1.871
B 75N 2 R	1.784	625	85.7	1.822
B 75N 2.5 R	1.947	643	84.9	1.924

// sigue

(continuación Cuadro N° 25)

Tratamientos	Rend. kg/ha	Altura mm	% 1a. y 2a.	% N en grano
B 120N 0 R	2.139	766	91.0	2.022
B 120N 1.5 R	1.973	641	78.2	2.038
B 120N 2 R	1.981	657	81.6	1.979
B 120N 2.5 R	1.920	640	80.8	1.972
L 30N 0 R	1.850	654	91.0	1.866
L 30N 1.5 R	1.960	553	80.5	1.686
L 30N 2 R	1.543	550	80.5	1.693
L 30N 2.5 R	1.635	542	73.1	1.738
L 75N 0 R	2.148	675	85.8	1.893
L 75N 1.5 R	1.758	575	81.9	1.836
L 75N 2 R	2.069	560	78.0	1.772
L 75N 2.5 R	1.824	540	77.4	1.793
L 120N 0 R	2.359	689	85.4	2.057
L 120N 1.5 R	2.021	575	76.2	1.821
L 120N 2 R	2.174	554	69.3	1.950
L 120N 2.5 R	2.122	584	65.6	1.972

B y L = BONITA y LAURA

30N 75N y 120N = Dosis de N en kg/ha

0R, 1.5R, 2R y 2.5 R = Dosis de Reguladores en lt/ha

A los efectos de conocer el nivel de fertilidad del suelo se efectuaron análisis de nitratos cuyos resultados se resumen en el Cuadro N° 26.

Cuadro N° 26. Análisis de nitratos del suelo.

<i>Muestra</i>	<i>Profundidad</i>	<i>ppm NO<sub>3</sub></i>	<i>kg NO<sub>3</sub>/ha</i>
BLOQUE I	20 cm	2.25	5.625
BLOQUE I	40 cm	2.50	6.25
BLOQUES II, III, IV	20 cm	3.60	9.00
BLOQUES II, III, IV	40 cm	4.90	12.25

Se efectuó el análisis del bloque I por separado porque este bloque se encontraba en una chacra que el año anterior había tenido cebada, mientras los otros tres bloques no.

#### IV.B. EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS SOBRE EL RENDIMIENTO

En el Cuadro N° 25 se presentan los rendimientos promedio para cada tratamiento.

El análisis de varianza para rendimiento tuvo una alta significación para los tratamientos. Dentro de estos, tuvieron efecto significativo las dosis de nitrógeno y las dosis de regulador. No registrándose diferencias entre las variedades.

IV.B.1. Efecto de las dosis de nitrógeno

Fue positivo y siguió una tendencia prácticamente lineal como lo indican los Cuadros Nos. 27 y 28.

Cuadro N° 27. Componentes de la suma de cuadrados para la regresión rendimiento sobre dosis de nitrógeno

Fuente variación	SC	GL	CM	F	F <sub>0.05</sub>	F <sub>0.01</sub>
Nitrógeno	1.571.980	2	785.990	18.93**	3.13	4.92
Componente lineal	1.550.958	1	1.550.958	37.00**	3.98	7.01
Desvío lineal	21.022	1	21.022	-		

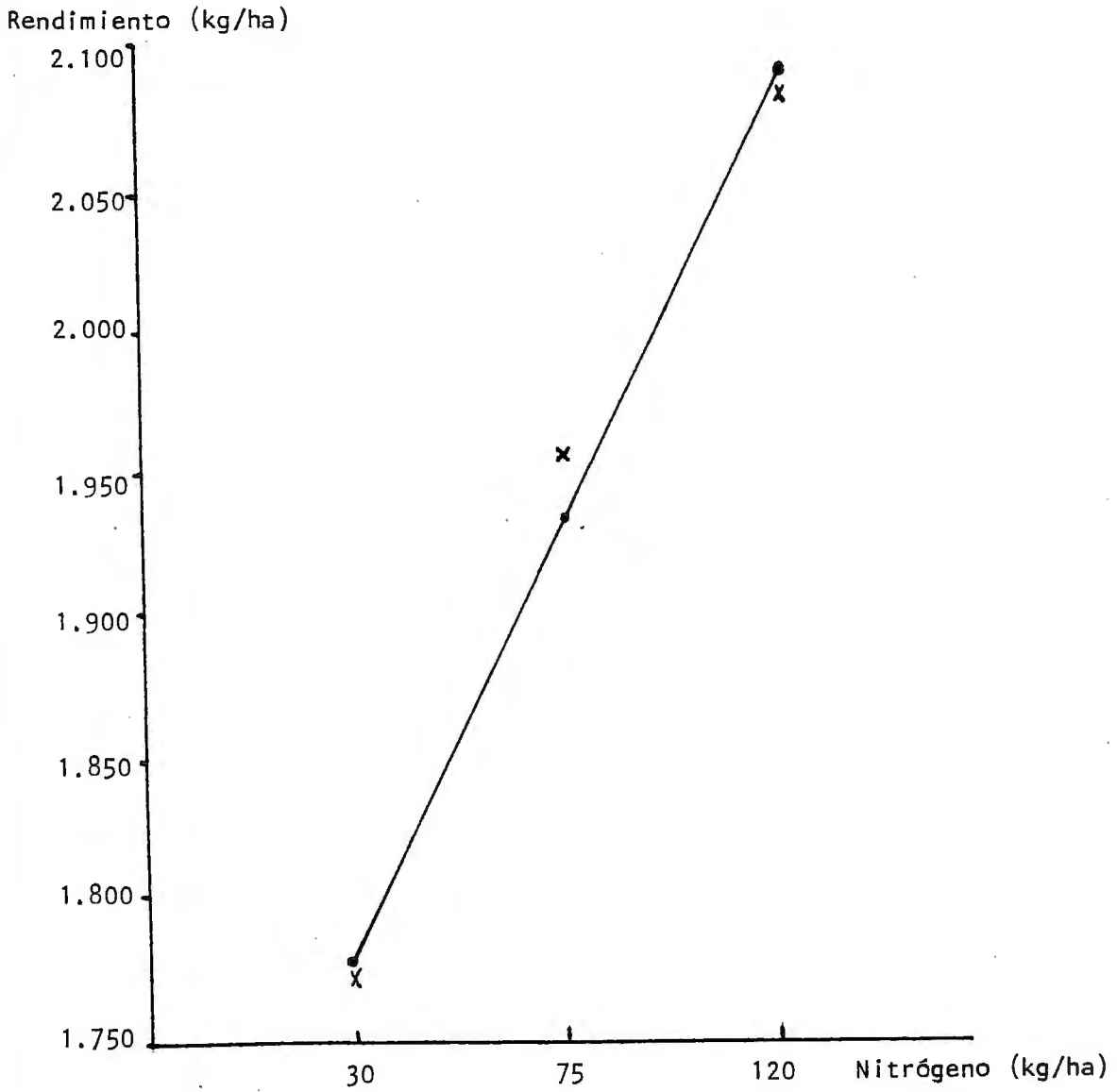
La ecuación lineal fue la siguiente:

$$Y_L = 1681.98 + 3.459X$$

donde  $Y_L$  es rendimiento en kg/ha y  $X$  es dosis de N en kg/ha. Lo que indica que por cada kilo de N suministrado por hectárea, por encima de los 30 kg/ha de N, el rendimiento se sigue aumentando en 3.459 kilos.

Los valores de rendimiento promedio para cada dosis de N, reales y estimados fueron los siguientes: (ver página 58)

Cuadro N° 28. Recta de regresión para rendimiento y dosis de N



	<i>Valor real</i>	<i>Valor estimado</i>
para 30 kg/ha N	1.775.28 kg/ha	1.785,75 kg/ha
para 75 kg/ha N	1.962,34 kg/ha	1.941,41 kg/ha
para 120 kg/ha N	2.086.62 kg/ha	2.097.06 kg/ha

IV.B.2. Efecto de las dosis de reguladores de crecimiento

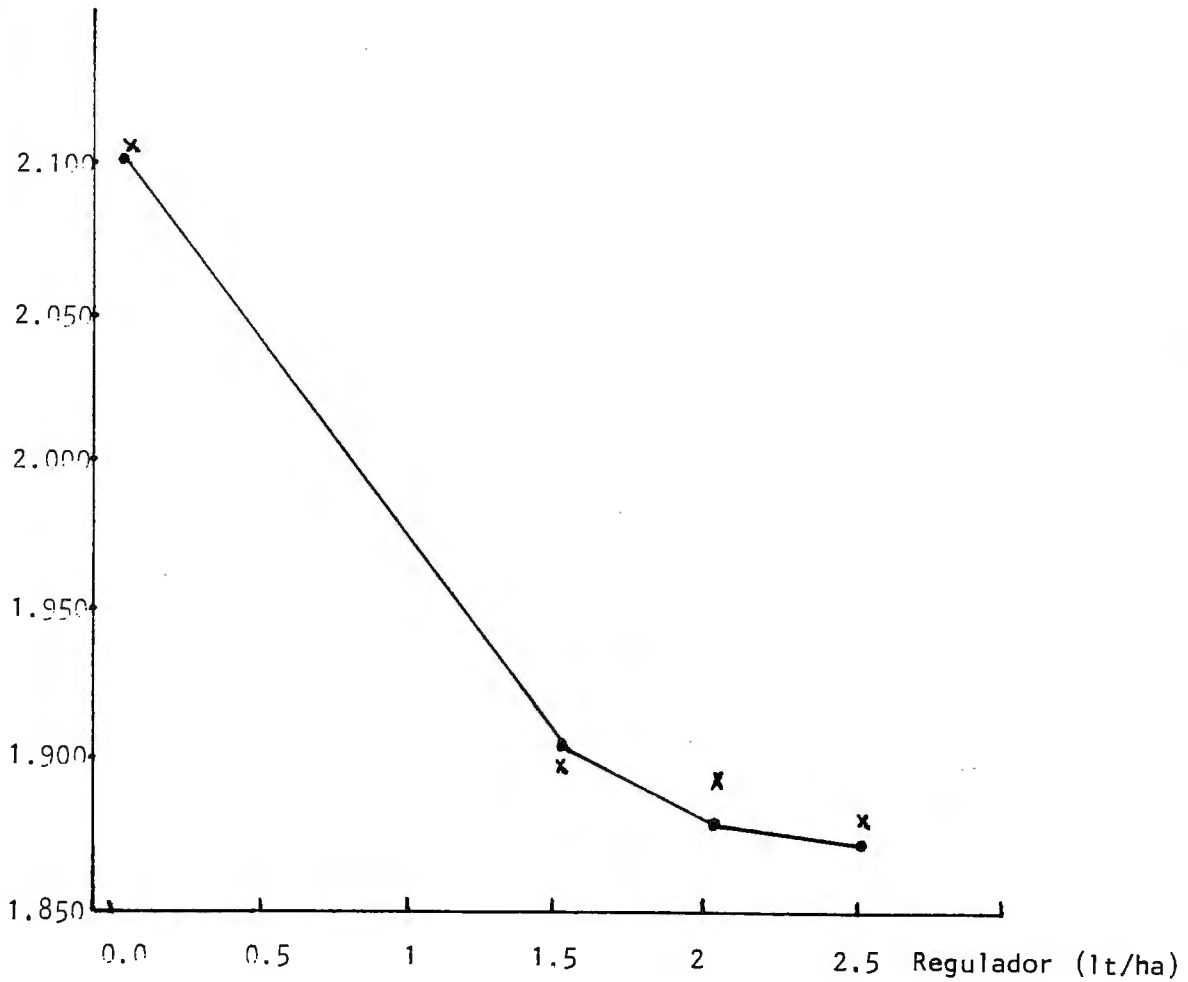
Fue negativo y siguió una tendencia cuadrática, de acuerdo a los Cuadros Nos. 29 y 30.

Cuadro N° 29. Componentes de la suma de cuadrados para la regresión rendimiento sobre dosis de regulador

<i>Fuente variación</i>	<i>SC</i>	<i>GL</i>
Total	36.542	3
Lineal	33.836,73	1
Desvío lineal	2.075.27	2
Cuadrática	2.408,36	1
Desvío cuadrático	296.91	1

El componente lineal explica un 92% de la variación, mientras que el cuadrático explica el 99%.

Cuadro N° 30. Curva de regresión RENDIMIENTO sobre dosis de regulador





La baja del rendimiento, obedece probablemente a varios factores:

- La siembra tardía, lo que impidió un desarrollo normal del cultivo, tanto en número de macollos, como en altura. Esto no permitió que los testigos volcaran.
- Durante el mes de octubre, las plantas sufrieron un período de sequía, que probablemente desencadenó la producción de etileno endógeno, que unido al etileno producido por el etephon del regulador aplicado, tuvo un efecto perjudicial, según Limburgerhof Aktuell, 1980, (14).
- Este doble efecto, habría reducido el tamaño de la planta, al punto de reducir su capacidad fotosintética, lo que habría provocado la baja del rendimiento final.

El modelo de regresión respondió a la siguiente ecuación cuadrática:

$$Y_Q = 2104,75 - 189,31X + 38,6X^2$$

donde  $Y_Q$  es el rendimiento en kg/ha y X es la dosis de regulador de crecimiento en litros/ha.

Los valores reales y los estimados de rendimiento para cada dosis de regulador fueron los siguientes: (ver página siguiente)

	<i>Valor real</i>	<i>Valor estimado</i>
para 0,0 lt/ha de regulador	2105,66 kg/ha	2104,75 kg/ha
para 1,5 lt/ha de regulador	1898,58 kg/ha	1907,63 kg/ha
para 2,0 lt/ha de regulador	1894,12 kg/ha	1880,53 kg/ha
para 2,5 lt/ha de regulador	1867,29 kg/ha	1872,72 kg/ha

Dado que las mayores diferencias se dan entre el testigo y los tratados (diferencia del orden de los 218 kg/ha en promedio), puede pensarse que el haber utilizado un modelo de rectas concurrentes discontinuas, hubiese caracterizado más adecuadamente el fenómeno biológico observado.

#### IV.C. EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS SOBRE LA ALTURA

Para la altura, tuvieron significación estadística los tres factores. Las alturas promedio para cada tratamiento están en el Cuadro N° 25.

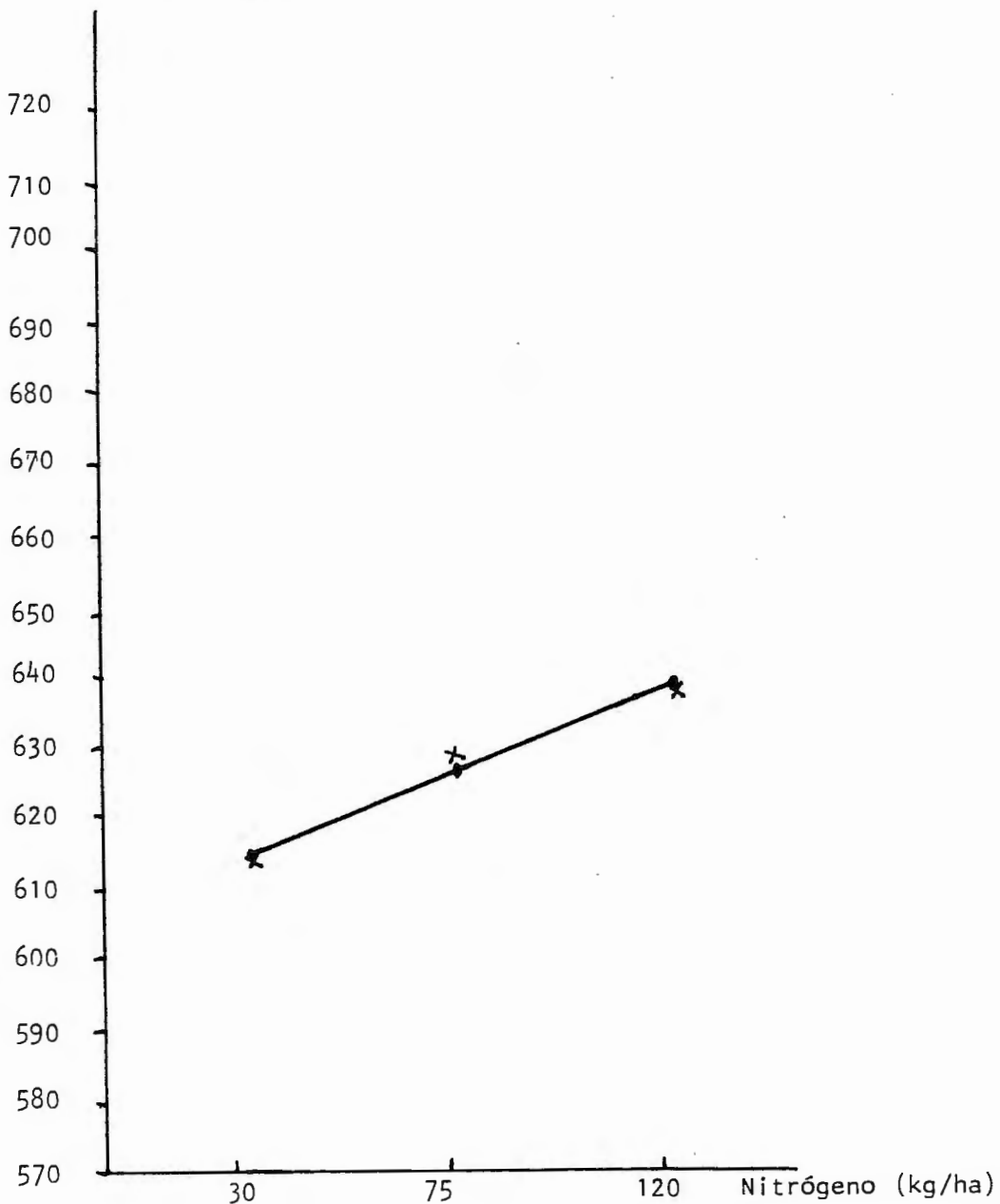
##### IV.C.1. Efecto de las dosis de nitrógeno

Fue positivo y lineal como lo ilustran los cuadros Nos. 31 y 32.

Cuadro N° 31. Componentes de la suma de cuadrados para la regresión altura sobre dosis de N

Fuente variación	SC	GL	CM	F	F <sub>0.05</sub>	F <sub>0.01</sub>
Nitrógeno	9290	2	4645	3.18*	3.13	4.92
Efecto lineal	9288	1	9288	6.37*	3.98	7.01
Desvío lineal	2	1	2	-		

Altura (mm) Cuadro N° 32. Recta de regresión altura sobre dosis de N



Los valores de altura observados y estimados para cada dosis de N fueron los siguientes:

	<i>Valor real</i>	<i>Valor estimado</i>
para 30 kg/ha	614,50	614,57
para 75 kg/ha	626,84	626,62
para 120 kg/ha	738,59	638,67

La ecuación lineal para esta regresión fue la siguiente:

$$Y_L = 606,54 + 0,2677X$$

donde  $Y_L$  es la altura en mm y X es la dosis de N en kg/ha.

Esta ecuación indica que la altura aumentó por efecto del N aplicado por encima de 30 kg/ha, 0.2677 mm.

#### IV.C.2. Efecto de la dosis de regulador de crecimiento

Fue cuadrático y negativo, no obstante, también en este caso las mayores diferencias se dan entre el testigo y los tratados (del orden de los 120 mm en promedio), por lo que también en este caso, puede pensarse en la utilización de un modelo de rectas concurrentes discontinuas para explicar más adecuadamente el fenómeno.

En los Cuadros Nos. 33 y 34 se detallan los resultados.

Cuadro N° 33 . Componentes de la suma de cuadrados para la regresión altura sobre dosis de regulador

<i>Fuente variación</i>	<i>SC</i>	<i>GL</i>
TOTAL	11.292,8	3
Componente lineal	10.137,54	1
Desvío lineal	1.155,26	2
Componente cuadrático	1.128,32	1
Desvío cuadrático	26,94	1

El componente lineal explicó el 89.8% de la variación mientras el cuadrático explicó el 99.76%.

La ecuación cuadrática fue la siguiente:

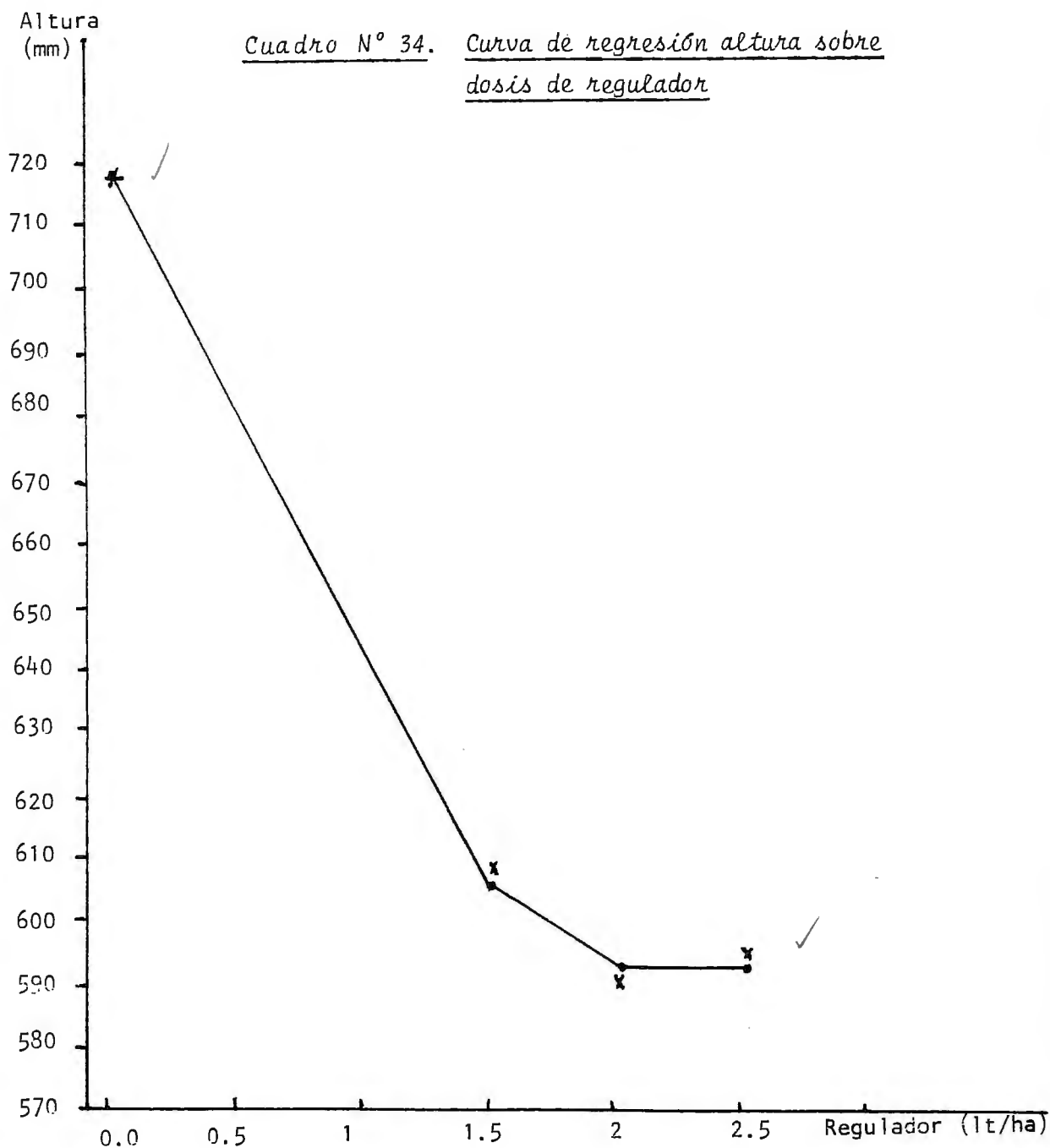
$$Y_Q = 718,22 - 116,07X + 26,41X^2$$

donde  $Y_Q$  es la altura en mm y X es la dosis de regulador en lt/ha.

Los valores observados y estimados para cada dosis de reguladores fueron los siguientes:

	<i>Valor real</i>	<i>Valor promedio</i>
para 0.0 lt/ha de regulador	717,95	718,22
para 1.5 lt/ha de regulador	606,25	603,53
para 2.0 lt/ha de regulador	587,62	591,72
para 2.5 lt/ha de regulador	594,75	593,10

Cuadro N° 34. Curva de regresión altura sobre dosis de regulador



IV.C.3. Efecto de la variedad

Bonita fue 77 mm más alta que Laura en promedio, en concordancia con toda la experimentación nacional.

La comparación de las medias está en el Cuadro N° 35.

Cuadro N° 35. Comparación de medias de altura de las variedades

<u>Variedad</u>	<u>Altura mm</u>	<u>0.05</u>	<u>0.01</u>
Laura	587,93	1	1
Bonita	665,35	1	1

IV.D. EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS SOBRE EL PORCENTAJE DE 1A. Y 2A. CLASE

En este caso, también todos los factores tuvieron efecto significativo. Los porcentajes de 1a. y 2a. clase obtenidos bajo cada tratamiento están en el Cuadro N° 25.

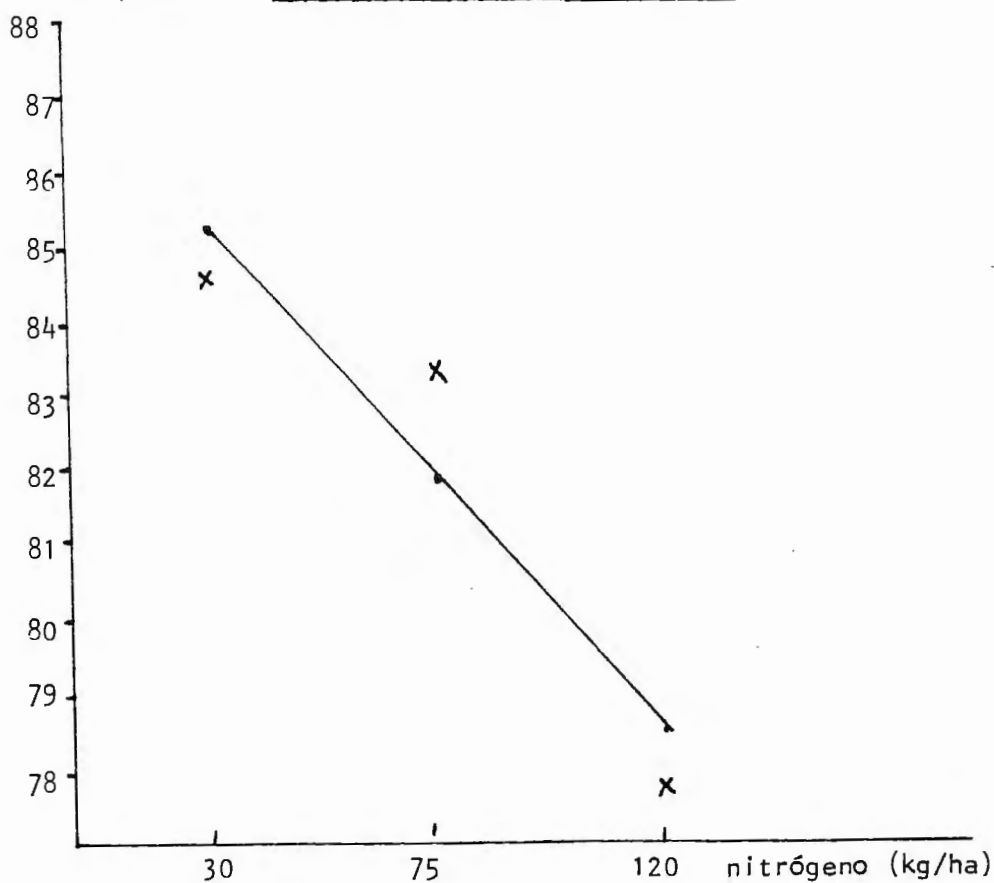
IV.D.1. Efecto de las dosis de nitrógeno

El aumento en la dosis de N, trajo aparejada una disminución de la calidad, en forma lineal como lo demuestran los Cuadros Nos. 36 y 37.

Cuadro N° 36. Componentes de la suma de cuadrados para la regresión porcentaje 1a. y 2a. clase sobre dosis de N

Fuente variación	SC	GL	CM	F	F <sub>0.05</sub>	F <sub>0.01</sub>
Nitrógeno	87939	2	43969	16,05**	3.13	4.92
Efecto lineal	77701	1	77701	28,36**	3.98	7.01
Desvío lineal	10238	1	10238	3,73NS	3.98	7.01

Cuadro N° 37. Recta de regresión porcentaje 1a. y 2a. clase sobre dosis de N





Esta disminución respondió a la siguiente ecuación:

$$Y_L = 88.588 - 0.0774X$$

donde  $Y_L$  es el porcentaje de 1a. y 2a. clase y  $X$  es la dosis de N en kg/ha.

Lo que indica que el porcentaje de 1a. y 2a. clase disminuyó un 0,0774 por ciento por cada kilo de nitrógeno agregado por encima de 30 kg/ha.

Los valores observados y estimados para cada dosis de nitrógeno fueron los siguientes:

	<i>Valor real</i>	<i>Valor estimado</i>
Para 30 kg/ha de N	85,54%	86,26%
para 75 kg/ha de N	84,24%	82,78%
para 120 kg/ha de N	78,56%	79,29%

#### IV.D.2. Efecto de la dosis de regulador

Fue lineal y negativo como lo muestran los Cuadros Nos. 38 y 39.

Cuadro N° 38. Componentes de la suma de cuadrados para la regresión porcentaje 1a. y 2a. clase sobre dosis de regulador

<i>Fuente variación</i>	SC	GL
Total	78,325	3
Componente lineal	77,801	1
Desvío lineal	0,4449	2
Componente cuadrático	0,0909	1
Desvío cuadrático	0,354	1

El componente lineal explicó el 99.43% de la variación mientras que el cuadrático sólo explicó un 0.12%.

Los valores observados y estimados para cada dosis de regulador fueron los siguientes:

	<i>Valor real</i>	<i>Valor estimado</i>
para 0.0 lt/ha de regulador	89.98%	89.86%
para 1 lt/ha de regulador	82.26%	82.78%
para 1.5 lt/ha de regulador	80.82%	80.42%
para 2.0 lt/ha de regulador	78.05%	78.06%

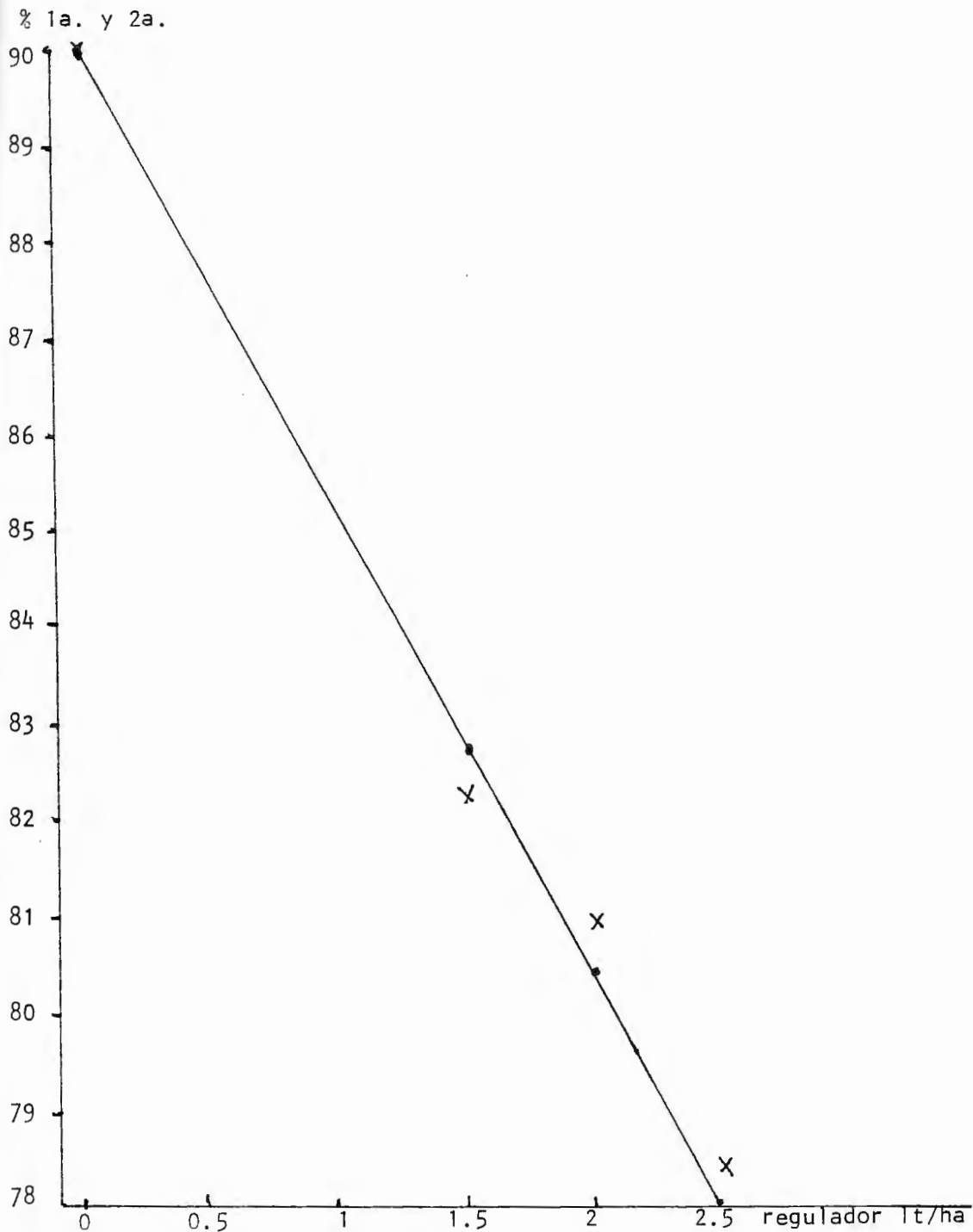
La ecuación lineal fue la siguiente:

$$Y_L = 89.86 - 4.72X$$

donde  $Y_L$  es el porcentaje de 1a. y 2a. clase y X es la dosis de regulador en lt/ha.

Esto indica que el porcentaje de 1a. y 2a. clase descendió un 4.72% por cada litro/ha de regulador aplicado.

Cuadro N° 39. Recta de regresión del porcentaje 1a. y 2a. clase sobre la dosis de regulador



IV.D.3. Efecto de la variedad

La Bonita tuvo un 8% más de 1a. y 2a. clase que la Laura, esto era de esperarse dada las características varietales de ambas y las condiciones de ensayo.

En el Cuadro N° 40 se expresan los resultados de la comparación de medias.

Cuadro N° 40. Comparación de medias de 1a. y 2a. clase para las variedades

<u>Variedad</u>	<u>% 1a. y 2a. clase</u>	<u>0.05</u>	<u>0.01</u>
Laura	78.781 %	1	1
Bonita	86.785 %	1	1

IV.E. EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS SOBRE  
EL PORCENTAJE DE N EN GRANO

También en este caso, los tres factores tuvieron efecto significativo. Los porcentajes para cada tratamiento están en el Cuadro N° 25.

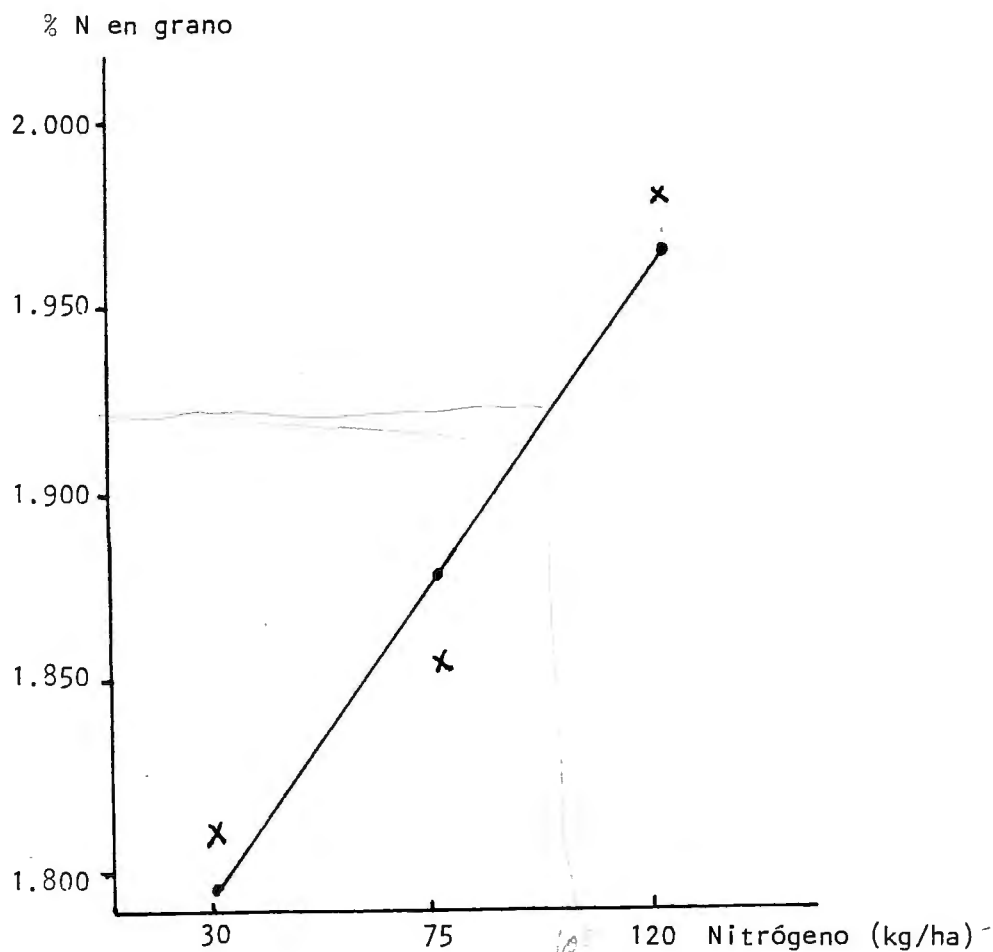
IV.E.1. Efecto de las dosis de nitrógeno

La fertilización nitrogenada, provocó el aumento lineal del porcentaje de N en grano como lo muestran los Cuadros Nos. 41 y 42.

Cuadro N° 41. Componentes de la suma de cuadrados para la regresión porcentaje N en grano sobre dosis de N

Fuente variación	SC	GL	CM	F	F <sub>0.05</sub>	F <sub>0.01</sub>
Nitrógeno	480058	2	240029	33.43**	3.13	4.92
Efecto lineal	454782	1	454782	63.33**	3.98	7.01
Desvío lineal	25276	1	25276	3.51NS	3.98	7.01

Cuadro N° 42. Recta de regresión % N en grano sobre dosis de N



Este efecto de la fertilización nitrogenada es muy conocido y resulta uno de los obstáculos de la misma en la cebada cervecera, ya que el aumento de la proteína en el grano, va en contra de la calidad para el malteo.

A pesar de esto, este problema se está reconsiderando, dados los resultados de ensayos de fertilización, incluido este trabajo, que demuestran que a pesar de aumentar, la proteína no llega en general a niveles críticos por efecto de la fertilización nitrogenada.

En este trabajo, el aumento del porcentaje N respondió a la siguiente ecuación:

$$Y_L = 1,7398 + 0,00187X$$

donde  $Y_L$  es el porcentaje N en grano y X es la dosis de N.

Esto indica que el %N aumentó 0,00187% por cada kilo/ha de N aplicado por encima de los 30 kg/ha.

Los valores observados y estimados fueron los siguientes para cada dosis de N.

	<i>Valor real</i>	<i>Valor estimado</i>
para 30 kg/ha de N	1.808%	1.796
para 75 kg/ha de N	1.857%	1.880
para 120 kg/ha de N	1.976%	1.965

#### IV.E.2. Efecto de la dosis de regulador

La respuesta al regulador fue cuadrática y negativa como lo muestran los Cuadros Nos. 43 y 44.

Cuadro N° 43. Componentes de la suma de cuadrados para la regresión % N sobre dosis de regulador

<i>Fuente variación</i>	<i>SC</i>	<i>GL</i>
Total	0,008477	3
Componente lineal	0,007516	1
Desvío lineal	0,000961	2
Componente cuadrático	0,000916	1
Desvío cuadrático	0,000045	1

El componente lineal explica el 88,66% de la variación, mientras el cuadrático explica el 99,47%.

La ecuación cuadrática es la siguiente:

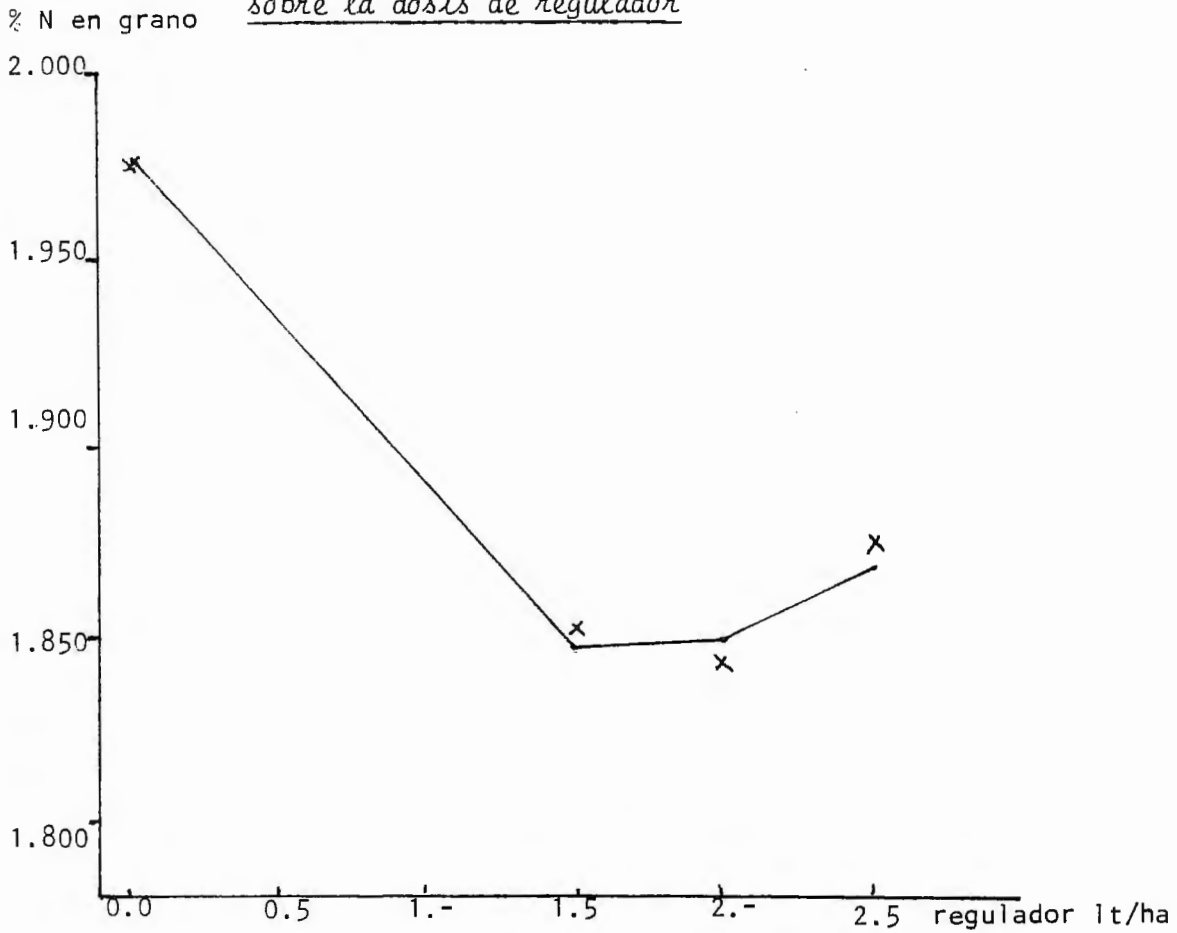
$$Y_Q = 1,959 - 0,133X + 0,0389 X^2$$

donde  $Y_Q$  es el % N en grano y  $X$  es la dosis de regulador en lt/ha.

Los valores observados y estimados para cada dosis de regulador fueron los siguientes.:

	Valor real	Valor estimado
para 0,0 lt/ha de regulador	1,958%	1,959%
para 1,5 lt/ha de regulador	1,849 %	1,847%
para 2,0 lt/ha de regulador	1,843%	1,849%
para 2,5 lt/ha de regulador	1,872%	1,870%

Cuadro N° 44. Curva de regresión para % de N en grano sobre la dosis de regulador





IV.E.3. Efecto de la variedad

El porcentaje de BONITA fue mayor que el de LAURA (ver Cuadro N° 45), lo que está de acuerdo con la experiencia nacional.

Cuadro N° 45. Comparación de medias de variedades para % N en grano

<i>Variedad</i>	<i>% N en grano</i>	<i>0.05</i>	<i>0.01</i>
Laura	1.839	1	1
Bonita	1.922	1	1

## IV.F. CORRELACIONES

Se efectuaron las correlaciones entre rendimiento y altura y porcentaje de 1a. y 2a. y altura, los datos están en los Cuadros Nos. 46 y 47.

Cuadro N° 46. Correlación rendimiento altura para cada dosis de regulador

TERPAL	(X) Rend.kg/ha	(Y) Alt. mm	(x)x- $\bar{x}$	(y) y-y	$x^2$	$y^2$	xy
0.0	2106	718	164	91	26896	8281	14924
1.5	1899	606	- 43	-21	1849	441	903
2.0	1894	588	- 48	-39	2304	1521	1872
2.5	1867	595	- 75	-32	5625	1024	2400
Total	7766	2507	-	-	36674	11267	20099
Promedio	1942	627	-	-	-	-	-
$r = 0.98$							

Cuadro N° 47. Correlación porcentaje 1a. y 2a. altura para cada dosis de regulador

TERPAL	(X) 1a. y 2a. %	(Y) alt.mm	(x) $x-\bar{x}$	(y) $y-\bar{y}$	$x^2$	$y^2$	$xy$
0.0	89.99	718	7.2	91	51.84	8281	655.2
1.5	82.27	606	- 0.52	-21	0.27	441	10.92
2.0	80.83	588	- 1.96	-39	3.84	1521	76.44
2.5	78.05	595	- 4.74	-32	22.47	1024	151.68
Total	331.14	2507	-	-	78.42	11267	894.24
Promedio	82.79	627					

$$r = 0.95$$

Estos resultados indican que existe una estrecha relación entre la disminución del rendimiento y la disminución de la altura de las plantas y entre la disminución del porcentaje de 1a. y 2da. clase y la disminución de la altura lo que nos permite afirmar que la disminución de la altura de las plantas provocó la disminución del rendimiento y la calidad, probablemente por una disminución de la capacidad fotosintética.

## V. RESUMEN Y CONCLUSIONES

- Este ensayo se llevó a cabo para evaluar el efecto de un regulador de crecimiento (etephon + cloruro de mepiquat) sobre el crecimiento, rendimiento y aspectos asociados a la calidad, de dos variedades de cebada cervecera, a dosis corrientes de fertilización nitrogenada.
- El diseño empleado fue un factorial con bloques al azar y cuatro repeticiones. En este factorial se combinaron tres dosis de fertilizante que fueron 30; 75 y 120 kg/ha . Cuatro dosis de regulador de crecimiento que fueron 0; 1.5; 2; y 2.5 lt/ha y dos variedades que fueron Laura y Bonita.
- Se estudiaron estadísticamente cuatro variables, mediante análisis de varianza, regresión y correlaciones. Estas variables fueron: Rendimiento, altura, porcentaje de 1a. y 2a. clase y porcentaje de nitrógeno en grano.
- El rendimiento se redujo por la aplicación del regulador de crecimiento.
- La altura disminuyó en promedio unos 12 cm por efecto del regulador.

- La correlación de  $r = 0.98$  entre rendimiento y altura implica que el rendimiento se habría reducido como consecuencia de una disminución en el tamaño de la planta.
- Dadas las condiciones adversas en el régimen hídrico (octubre muy seco) y dada también una siembra tardía (fines de agosto) con nacimiento desperejado de plantas, se concluye que no fue un año apropiado para la aplicación de reguladores de crecimiento, ya que estos estarían provocando su efecto reductor, sobre plantas ya de por sí no muy desarrolladas.
- Frente a lo expuesto anteriormente, se debe seguir ensayando el regulador, para lograr medir su efecto en años normales.
- En cuanto al efecto de la dosis de nitrógeno, se dió una respuesta positiva y lineal, con un aumento de 3.459 kg de cebada por kilo de nitrógeno aportado, a partir de los 30 kg de nitrógeno por hectárea.
- Las variedades no mostraron diferencias en su rendimiento.

## VI. APENDICE

Cuadro N° 48. Resultados de rendimiento en kg/ha obtenidos por parcela bajo cada tratamiento

VARIEDAD	B O N I T A											
NITROGENO kg/ha	30				75				120			
REGULADOR lt/ha	0.0	1.5	2.0	2.5	0.0	1.5	2.0	2.5	0.0	1.5	2.0	2.5
BLOQUE I	1842	1421	2280	1842	2140	2122	2070	2035	1771	1999	2315	1842
BLOQUE II	1754	1631	1438	1649	2017	1701	1701	1729	2280	1807	1894	2210
BLOQUE III	1964	1736	1789	1684	2284	1842	1438	1789	2070	2157	1964	1754
BLOQUE IV	2087	2157	1736	1842	2456	2195	1929	2035	2438	1929	1754	1877
TOTALES	7647	6945	7243	7017	8897	7770	7138	7788	8559	7892	7927	7683
PROMEDIOS	1911	1736	1810	1754	2224	1942	1784	1947	2139	1973	1981	1920

VARIEDAD	L A U R A											
NITROGENO kg/ha	30				75				120			
REGULADOR lt/ha	0.0	1.5	2.0	2.5	0.0	1.5	2.0	2.5	0.0	1.5	2.0	2.5
BLOQUE I	1982	1842	1578	1403	2192	1526	2368	1666	2280	1473	2385	2052
BLOQUE II	1877	1982	1403	1631	2140	1666	1666	1631	2333	2210	2017	2087
BLOQUE III	1789	2017	1543	1859	2087	1929	2035	1912	2403	2175	1964	2368
BLOQUE IV	1754	1999	1649	1649	2175	1912	2210	2087	2421	2228	2333	1982
TOTALES	7402	7840	6173	6542	8594	7033	8279	7296	9437	8036	8699	8489
PROMEDIOS	1850	1960	1543	1635	2148	1758	2069	1824	2359	2021	2174	2122

	TOTALES	PROMEDIO
BLOQUE I	46426	1934
BLOQUE II	44654	1860
BLOQUE III	46552	1937
BLOQUE IV	48744	2031
TOTALES	186376	7765
PROMEDIOS	46594	1941

Cuadro N° 49. Análisis de varianza para rendimiento

<i>Fuente variación</i>	SC	GL	CM	F	F <sub>0.05</sub>	F <sub>0.01</sub>	
Tratamientos	3:510.727	23	152.640	3.68	1.67	2.07	**
Bloques	350.671	3	116.890	2.81	2.74	4.08	*
Error	2:865.498	69	41.528				
Total	6:726.896	95					
Nitrógeno	1:571.980	2	785.990	18.93	3.13	4.92	
Variedad	19.380	1	19.380	-			
Nitrógeno x Variedad	229.883	2	114.941	2.77	3.13	4.92	NS
Regulador	877.051	3	292.350	7.03	2.74	4.08	**
Regulador x Variedad	21.010	3	7.003	-			
Regulador x Nitrógeno	253.616	6	42.269	1.02	2.23	3.07	NS
Nitrógeno x Variedad x Regulador	537.807	6	89.634	2.16	2.23	3.07	NS

Cuadro N° 50. Resultados de altura en mm obtenidos por parcela bajo cada tratamiento

VARIEDAD	B O N I T A											
NITROGENO kg/ha	30				75				120			
REGULADOR lt/ha	0.0	1.5	2.0	2.5	0.0	1.5	2.0	2.5	0.0	1.5	2.0	2.5
BLOQUE I	760	623	617	683	777	663	713	660	687	607	653	623
BLOQUE II	783	637	553	570	677	653	610	590	790	607	677	647
BLOQUE III	790	657	587	610	743	693	583	667	787	680	623	597
BLOQUE IV	840	590	553	610	720	650	597	657	803	670	677	693
TOTALES	3173	2507	2310	2473	2917	2659	2503	2574	3067	2564	2630	2560
PROMEDIOS	793	626	577	618	729	664	625	643	766	641	657	640

VARIEDAD	L A U R A											
NITROGENO kg/ha	30				75				120			
REGULADOR lt/ha	0.0	1.5	2.0	2.5	0.0	1.5	2.0	2.5	0.0	1.5	2.0	2.5
BLOQUE I	637	543	590	510	727	590	623	543	754	540	540	600
BLOQUE II	667	497	513	517	603	547	540	527	643	620	537	577
BLOQUE III	630	547	550	553	630	613	553	560	690	543	607	587
BLOQUE IV	683	627	547	590	740	553	527	530	670	600	533	573
TOTALES	2617	2214	2200	2170	2700	2303	2243	2160	2757	2303	2217	2337
PROMEDIOS	654	553	550	542	675	575	560	540	689	575	554	584

	TOTALES	PROMEDIOS
BLOQUE I	15263	635
BLOQUE II	14582	607
BLOQUE III	15080	628
BLOQUE IV	15233	634
TOTALES	60158	2506
PROMEDIOS	15039	626,62

Cuadro N° 51. Análisis de varianza para la altura

Fuente variación	SC	GL	CM	F	F <sub>0.05</sub>	F <sub>0.01</sub>	
Tratamientos	451.466	23	19.628	13.46	1.67	2.07	**
Bloques	12.430	3	4.143	2.84	2.74	4.08	*
Error	100.658	69	1.458				
Total	364.554	95					
Nitrógeno	9.290	2	4.645	3.18	3.13	4.92	*
Variedad	143.840	1	143.840	98.66	3.98	7.01	**
Regulador	271.054	3	90.351	61.97	2.74	4.08	**
Regulador x Variedad	1.897	3	632	-			
Regulador x Nitrógeno	9.093	6	1.515	1.04	2.23	3.07	NS
Nitrógeno x Variedad	50	2	25	-			
Nitrógeno x Variedad x Regulador	16.242	6	2.707	1.86	2.23	3.07	NS



Cuadro N° 52. Resultados de porcentaje de 1a. y 2a. clase obtenidos por parcela bajo cada tratamiento

VARIEDAD		B O N I T A											
NITROGENO kg/ha		30				75				120			
REGULADOR lt/ha		0.0	1.5	2.0	2.5	0.0	1.5	2.0	2.5	0.0	1.5	2.0	2.5
BLOQUE I		925	887	923	846	911	746	864	826	863	687	819	808
BLOQUE II		952	901	919	881	911	870	823	859	921	726	822	844
BLOQUE III		915	926	836	876	971	870	875	855	932	861	806	816
BLOQUE IV		945	874	907	849	930	989	867	858	926	855	820	764
TOTALES		3737	3588	3585	3452	3723	3475	3429	3398	3642	3129	3267	3232
PROMEDIO		934	897	896	863	930	868	857	849	910	782	816	808

VARIEDAD		L A U R A											
NITROGENO kg/ha		30				75				120			
REGULADOR lt/ha		0.0	1.5	2.0	2.5	0.0	1.5	2.0	2.5	0.0	1.5	2.0	2.5
BLOQUE I		886	744	769	728	870	754	798	774	855	699	551	698
BLOQUE II		924	829	777	801	895	801	776	797	906	791	742	655
BLOQUE III		905	848	840	568	751	891	737	776	856	842	709	567
BLOQUE IV		926	801	835	829	919	833	801	751	802	719	773	707
TOTALES		3641	3222	3221	2926	3435	3279	3121	3098	3419	3051	2775	2627
PROMEDIO		910	805	805	731	858	819	780	774	854	762	693	656

	TOTALES	PROMEDIO
BLOQUE I	19231	801
BLOQUE II	20123	838
BLOQUE III	19829	826
BLOQUE IV	20289	845
TOTALES	79472	3311
PROMEDIO	19868	827

Cuadro N° 53. Análisis de varianzas para el porcentaje de 1a. y 2a. clase.

<i>Fuente variación</i>	<i>SC</i>	<i>GL</i>	<i>CM</i>	<i>F</i>	<i>F<sub>0.05</sub></i>	<i>F<sub>0.01</sub></i>	
Tratamientos	481.897	23	20.952	7.65	1.67	2.07	**
Bloques	27.065	3	9.021	3.29	2.74	4.08	*
Error	189.052	69	2.739				
Total	698.014						
Nitrógeno	87.939	2	43.969	16.05	3.13	4.92	**
Variedad	153.760	1	153.760	56.14	3.98	7.01	**
Nitrógeno x Variedad	1.702	2	851	-			NS
Regulador	188.081	3	62.693	22.89	2.74	4.08	**
Regulador x nitrógeno	15.568	6	2.594	-			NS
Regulador x variedad	20.436	3	6.812	2.48	2.74	4.08	NS
Regulador x variedad x nitrógeno	14.411	6	2.401	-			NS

Cuadro N° 54.

Resultados de producción de H en gran cebadilla  
por parcela bajo cultivos

VARIEDAD	E S C U I T A											
	30				75				120			
NITROGENO kg/ha	0.0	1.5	2.0	2.5	0.0	1.5	2.0	2.5	0.0	1.5	2.0	2.5
REGULADOR lt/ha	0.0	1.5	2.0	2.5	0.0	1.5	2.0	2.5	0.0	1.5	2.0	2.5
BLOQUE I	1971	1800	1810	1828	1943	1943	1800	1828	1854	2086	2000	1943
BLOQUE II	1828	1714	1857	1800	1886	1828	1800	1980	1943	2008	1914	1886
BLOQUE III	2057	1857	1800	1828	1914	1971	1300	1857	2057	1943	2000	1800
BLOQUE IV	1980	2000	1914	1914	2057	1742	1886	2029	2229	2114	2000	2257
TOTALES	7836	7371	7371	7370	7800	7383	7286	7694	8086	8151	7914	7886
PROMEDIOS	1959	1843	1843	1843	1950	1871	1822	1924	2022	2038	1979	1972

VARIEDAD	L A U R A											
	30				75				120			
NITROGENO kg/ha	0.0	1.5	2.0	2.5	0.0	1.5	2.0	2.5	0.0	1.5	2.0	2.5
REGULADOR lt/ha	0.0	1.5	2.0	2.5	0.0	1.5	2.0	2.5	0.0	1.5	2.0	2.5
BLOQUE I	1828	1600	1600	1714	1886	1686	1857	1686	2114	1771	2000	1943
BLOQUE II	1923	1600	1571	1742	1886	1828	1629	1800	1943	1828	1886	2000
BLOQUE III	1857	1686	1714	1686	1800	1800	1714	1914	2057	1857	1914	2057
BLOQUE IV	1857	1857	1886	1771	2000	2029	1886	1771	2114	1828	2000	1886
TOTALES	7465	6743	6771	6913	7542	7343	7086	7171	8228	7284	7800	7886
PROMEDIOS	1866	1686	1693	1728	1893	1836	1772	1793	2057	1821	1950	1972

	TOTALES	PROMEDIOS
BLOQUE I	44484	1854
BLOQUE II	44080	1837
BLOQUE III	44940	1873
BLOQUE IV	47007	1959
TOTALES	18511	45128
PROMEDIOS	45128	1880

Cuadro N° 55. Análisis de varianza para el porcentaje de N en grano.

<i>Fuente variación</i>	<i>SC</i>	<i>GL</i>	<i>CM</i>	<i>F</i>	<i>F<sub>0.05</sub></i>	<i>F<sub>0.01</sub></i>	
Tratamientos	997.216	23	43.357	6.04	1.67	2.07	**
Bloques	211.626	3	70.542	9.82	2.74	4.08	**
Error	495.545	69	7.181				
Total	1.704.387						
Nitrógeno	480.058	2	249.029	33.43	3.13	4.92	**
Variedad	165.585	1	165.585	23.06	3.98	7.01	**
Nitrógeno x Variedad	25.775	2	12.888	1.79	3.13	4.92	NS
Regulador	203.110	3	67.703	9.43	2.74	4.08	*
Regulador x Nitrógeno	30.158	6	5.026				NS
Regulador x Variedad	29.462	3	9.820	1.37	2.74	4.08	NS
Regulador x Nitrógeno x Variedad	63.068	6	19.511	1.46		3.07	NS

## VII. BIBLIOGRAFIA

1. AUDUS, L.J. Plant growth substances. 3ed. London, Leonard Hill, 1972. 533 p.
2. BATCH, J.J. Recent development in growth regulators for cereal crops. Outlook on Agriculture 10(8): 371-378. 1981.
3. BEAULIEU, R. et al. Reguladores de crecimiento. Barcelona, Oikos-tau, 1973. 245 p.
4. BIDWELL, R.G.S. Plant physiology. New York, Macmillan, 1974. 643 p.
5. BLACK, C.A. Relaciones suelo-planta. México, CRAT, 1975. 2 v.
6. \_\_\_\_\_. Braugerste, Hopfen und Malz. Limburgerhof Aktuell no. 2:16. 1982.
7. CAPURRO, E. et al. Rendimiento y respuesta a NPK de cebada cervecera. Uruguay. Centro de Investigaciones Agrícolas Alberto Boerger. Estación Experimental La Estanzuela. Miscelánea no. 43. 1982. 21 p.
8. CASO, O.H. Crecimiento. In Sívori, E.M., Montaldi, E.R. y Caso, O.H. Fisiología vegetal. Buenos Aires, Hemisferio Sur, 1980. pp.391-406.
9. \_\_\_\_\_. y SANCHEZ, R. Morfogénesis, fotomorfogénesis. In Sívori, E.M., Montaldi, E.R. y Caso, O. H. Fisiología vegetal. Buenos Aires, Hemisferio Sur, 1980. pp.407-440.

10. CORDOBA, C.V. *Fisiología vegetal*. Madrid, Blume, 1976. 439 p.
11. COUVREUR, F. *Les raccomrçisseurs de paille*. Cultivar no. 147:74. 1982.
12. DEVLIN, R.M. *Fisiología vegetal*. 2ed. Barceloma, Omega, 1975. 468 p.
13. DICKS, J.V. *Chemical restriction of stern growth in ornamentals, cereals and tobacco*. Outlook on Agriculture 9(2):69-75. 1976.
14. \_\_\_\_\_. *Ertragsvermogen voll ausnutzen*. Limburgerhof Aktuell no. 3:5-6. 1980.
15. \_\_\_\_\_. *Getraide; standfest un ertragstrev*. Limburgerhof Aktuell no. 2:13-15. 1982.
16. HELLER, R. *Abrégé de physiologie végétale*. Paris, Masson, 1977. v.2.
17. HESS, D. *Fisiología vegetal*. Barcelona, Omega, 1980. 388 p.
18. LITTLE, T.M. y HILLS, F.J. *Métodos estadísticos para la investigación en la agricultura*. México, Trillas, 1976. 270 p.
19. MOREL, G. *Propriétés physiologiques et mode d'action des auxines et gibberellines*. In *Journée d'Etudes et d'Information*, Paris, 1967. *Les substances de croissance*. Paris, A.C.T.A., 1968. pp.21-42.
20. \_\_\_\_\_. *Nes; Terpal in Sommergerste*. Limburgerhof Aktuell no. 3:6-7. 1981.

21. \_\_\_\_\_. Pflanzenschutz in Produktions; system. Limburgerhof Aktuell no. 2:10-11. 1981.
22. ROJAS GARCIDUEÑAS, M. Fisiología vegetal aplicada. México, McGraw-Hill, 1972. 252 p.
23. SCHILDBACH, R. Estabilidad y abono nitrogenado de la cebada cervecera. Asociación Latinoamericana de Fabricantes de Cerveza. Lima, Perú. Serie Materias Primas no. 117. 1981. 7 p.
24. TIZIO, R.M. Reguladores del crecimiento. In Sívori, E. M., Montaldi, E.R. y CASO, O.H. Fisiología vegetal. Buenos Aires, Hemisferio Sur, 1980. pp.441-534.
25. VARNER, J.E. and TUAN-HUA HO. Hormones. In Bonner, J. and Varner, J.E. Plant biochemistry. 3ed. New York, Academic Press, 1976. pp.714-765.
26. \_\_\_\_\_. Wachstrumsregulator fur Wintergerste. Limburgerhof Aktuell no. 1:4-7. 1979.
27. WEAVER, R.J. Reguladores del crecimiento de las plantas en la agricultura. México, CRAT, 1976. 622 p.
28. \_\_\_\_\_. Wintergerste. Lumburgerhof Aktuell no. 1:12. 1980.