

DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA VEGETAL  
UNIVERSIDAD DE GRANADA

ALTERACIONES EN LA BIOMASA DE PLANTAS DE CEBADA EN  
RESPUESTA A DIFERENTES REGULADORES DEL CRECIMIENTO

Díaz-Miguel, M.

RESUMEN

Se han estudiado los efectos del ácido giberélico, quinentina, ácido abscísico y ethrel sobre la biomasa de plantas de cebada (*Hordeum distichon* L. cv. Pallas) durante el periodo de preantesis. Los diferentes tratamientos fueron aplicados por vía radical y el cultivo se llevó a cabo bajo dos diferentes condiciones de fotoperiodo (10h y 16h.).

El ethrel produjo los mayores incrementos bajo ambas condiciones de fotoperiodo, seguido del ácido giberélico en condiciones de día corto. El ácido abscísico aumentó ligeramente el crecimiento en los dos experimentos efectuados. La quinentina, tanto con día largo como corto y el ácido giberélico con fotoperiodo largo provocaron una disminución de la cosecha biológica.

SUMMARY

The effects of gibberellic acid, kinetin, abscisic acid and ethrel on the biomass of barley plants (*Hordeum distichon* L. cv. Pallas) during the preanthesis period has been observed. The various treatments were applied via the roots and two photoperiods (10 and 16h) were experimented with.

Ethrel produced the highest increases under both photoperiod conditions, followed by gibberellic acid in the short photoperiod. Abscisic acid enhanced growth slightly under both conditions. Kinetin, under both photoperiod conditions, and gibberellic acid in the long photoperiod provoked a fall in plant growth.

## INTRODUCCION.-

La acumulación de biomasa es un factor importante para determinar la cosecha grano en los cereales (10), dado que la mayor parte de la materia seca del grano proviene de los carbohidratos producidos por las hojas después de la emergencia de la espiga. La cantidad de fotosintatos disponibles durante este periodo depende, entre otros factores, de las dimensiones del sistema de asimilación y de su duración. No obstante, en trigo se ha observado que el aumento en peso seco de la espiga está más relacionado con la duración del área de la última hoja después de la anthesis que con el incremento del área total (16).

El crecimiento de las plantas está controlado por la interacción de un grupo de hormonas junto con diferentes factores externos tales como la temperatura, luz, agua y aporte de nutrientes. De este modo, la luz y la temperatura afectan al encañado y al consiguiente crecimiento de las hojas (5). El fotoperiodo, por otra parte, afecta al inicio de la floración y al desarrollo reproductivo, aunque el crecimiento vegetativo no parece ser tan dependiente de la longitud del día (8). Sin embargo, el número de hojas del tallo principal, en la cebada, parece depender del fotoperiodo (1). Por otra parte, existen evidencias que muestran que el fotoperiodo actúa sobre los niveles de fitohormonas endógenas presentes en las plantas.

En este trabajo, se estudian los efectos de diferentes reguladores del crecimiento sobre la biomasa de plantas de cebada creciendo tanto en condiciones de fotoperiodo corto (10 horas de luz) como de fotoperiodo largo (16 horas de luz).

## MATERIAL Y METODOS.-

Plantas de cebada (*Hordeum distichon* L. cv. Pallas) fueron cultivadas en macetas de plástico de 17 cm. de diámetro, siendo el número de plantas de 15 por maceta, conteniendo estas una mezcla de grava y arena de cuarzo.

El cultivo fue llevado a cabo en un fitotrón bajo las siguientes condiciones ambientales: 22°C de temperatura diurna y 10°C de temperatura nocturna. La intensidad luminosa, dentro del rango comprendido entre 400nm y 700nm, era de  $350\mu\text{Em}^{-2}\text{seg}^{-1}$ , siendo suministrada por tubos fluorescentes y lámparas incandescentes. Los nutrientes fueron administrados en solución (2) mediante subirrigación a intervalos semanales.

Cada tipo de experimento fue llevado a cabo con dos fotoperiodos: 10 y 16 horas; siendo los compuestos aplicados, de forma independiente, ácido giberélico ( $\text{GA}_3$ ), quinetina, ácido abscísico (ABA) y etileno en forma de ethrel (ácido 2-cloroetilfosfónico), todos ellos a través de las raíces, 250ml por maceta y aplicación, cuando las plantas estaban en estado vegetativo y de nuevo al inicio del estado floral ---estado de doble arruga—. Bajo ambas condiciones de fotoperiodo, sólo se ensayó una concentración de cada sustancia:  $10^{-5}\text{M}$ . Se utilizaron cuatro repeticiones de cada tratamiento y otras cuatro de plantas sin tratar.

Aproximadamente cada tres días, en el caso de fotoperiodo largo, o sema-

nalmente con fotoperiodo corto, se recogieron muestras de cada tratamiento y se midió el peso seco de la parte aérea de las plantas, tras ser secadas en una estufa con corriente de aire forzado a 70°C durante 24 horas.

Los resultados fueron sometidos a un análisis de varianza de dos vías y las diferencias entre medias fueron comparadas utilizando el test de mínimas diferencias significativas (19).

## RESULTADOS Y DISCUSION.-

El efecto del ácido giberélico sobre el crecimiento de las plantas de cebada parece ser dependiente del fotoperiodo (Fig. 1); así, en condiciones de día largo (16h), las plantas tratadas con GA<sub>3</sub> presentan un menor peso seco (-14%) sobre las plantas control. A este respecto, hay que aludir al efecto inhibitor

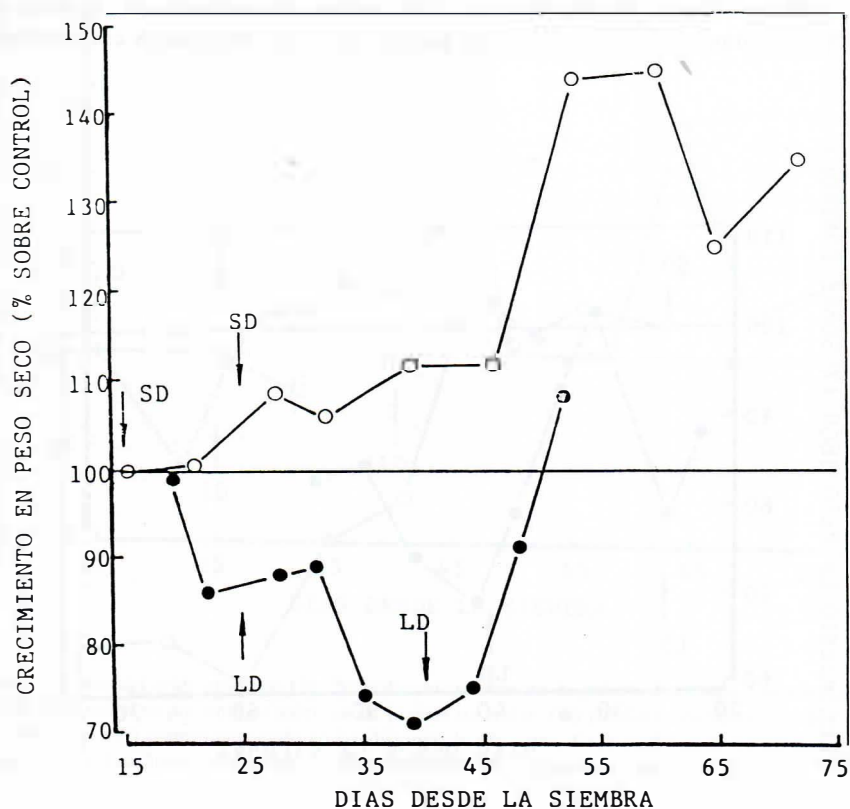


Fig. 1.- Efecto del ácido giberélico ( $10^{-5}M$ ) sobre el crecimiento de plantas de cebada. Los resultados están expresados en porcentajes sobre los de plantas sin tratar. (●) plantas creciendo en condiciones de día largo. (○) plantas creciendo en condiciones de día corto. Cada punto es la media de cuatro repeticiones. Las flechas indican los momentos en que los tratamientos fueron aplicados.

de estas fitohormonas sobre el ahijamiento de la cebada. No obstante, al final del experimento se aprecia un incremento en el peso de las plantas tratadas, fundamentalmente debido a que las giberelinas inducen un mayor número de tallos hijos foliares (6, 14). En condiciones de día corto, las GAs promueven el crecimiento vegetativo (28%,  $p=0.05$ ) y este efecto hay que atribuirlo al fuerte efecto que estas sustancias tienen sobre la elongación tanto del tallo principal, como de los secundarios. Por otra parte, se ha observado que la aplicación de  $GA_3$  afecta positivamente a la longitud de la vaina y de la lámina foliar (3, 12), lo que implica un incremento del área foliar y por ende un aumento de la cosecha biológica.

La quinetina inhibe el crecimiento de las plantas en un 23.5% ( $p<0.001$ ) bajo condiciones de fotoperiodo largo y en un 38% ( $p<0.001$ ) en condiciones de día corto (Fig. 2). En este sentido se ha visto que las citoquininas disminuyen el área foliar de plantas de trigo (13), aparte de que estas fitohormonas inhiben el número de tallos hijos por planta (6). Estos resultados concuerdan

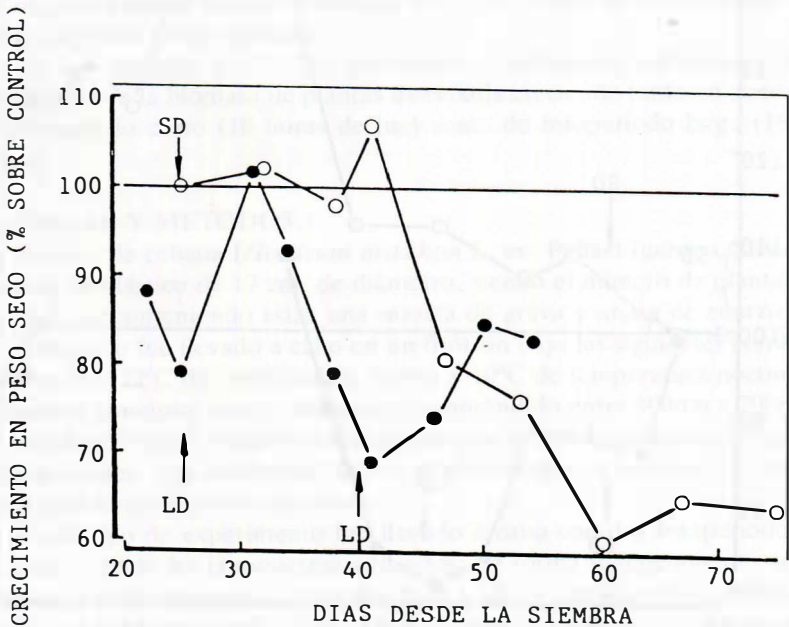


Fig. 2.- Efecto de la quinetina ( $10^{-5}M$ ) sobre el crecimiento de plantas de cebada. Los resultados están expresados en porcentaje sobre los de plantas sin tratar. (●) plantas creciendo en condiciones de día largo. (○) plantas creciendo en condiciones de día corto. Cada punto es la media de cuatro repeticiones. Las flechas indican los momentos en que los tratamientos fueron aplicados.

con los encontrados por otros autores (17) quienes observaron que plantas de cebada con un suministro adecuado de nutrientes presentaban un menor peso seco tanto de las raíces, como de la parte aérea, al serles aplicadas citoquininas. En plantas de trigo (18) se ha visto que si bien la quinetina no sólo incrementaba la absorción de nitratos por el sistema radical sino también la incorporación de nitrógeno en las raíces y en los brotes, esto no comportaba consecuencia alguna sobre la producción de materia seca en la parte aérea.

En la Figura 3 se puede ver que cuando las plantas son tratadas con ácido abscísico hay una inicial caída en la velocidad de crecimiento durante los primeros diez días de cultivo pero esta pauta de crecimiento es revertida y las

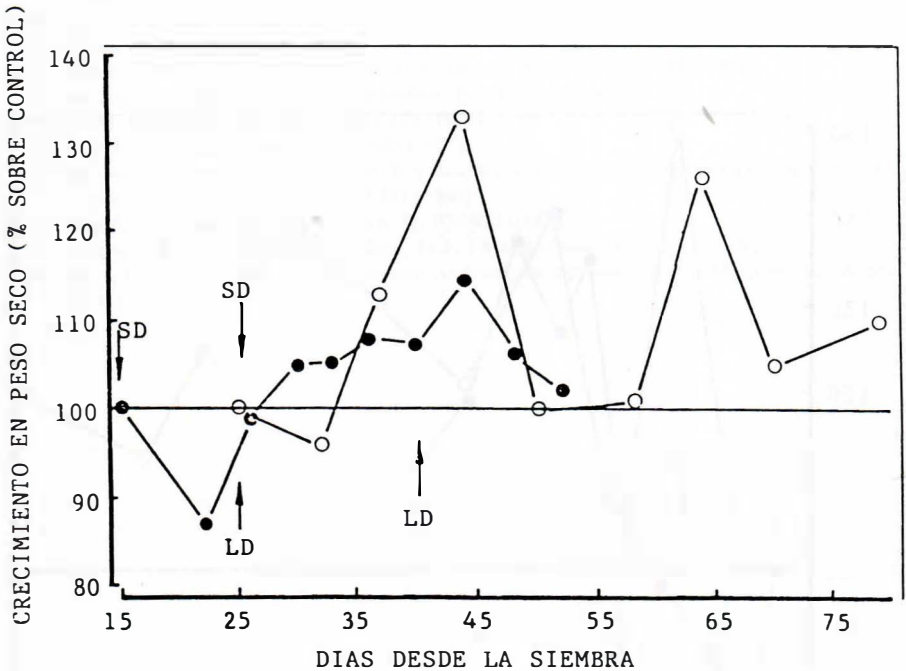


Fig. 3.- Efecto del ácido abscísico ( $10^{-5}$ M) sobre el crecimiento de plantas de cebada. Los resultados están expresados en porcentajes sobre los de plantas sin tratar. (●) plantas creciendo en condiciones de día largo. (○) plantas creciendo en condiciones de día corto. Cada punto es la media de cuatro repeticiones. Las flechas indican los momentos en que los tratamientos fueron aplicados.

plantas tratadas muestran al final del experimento un incremento en la biomasa en comparación con las plantas sin tratar, aunque no estadísticamente significativo. Bajo condiciones de día corto, se produce un aumento del 9.8% en el crecimiento ( $p < 0.05$ ). En estas condiciones, el ABA incrementa el número de ahijamientos por planta y la altura de estos tallos (7). Por otra parte, el ácido

abscísico puede estar involucrado en el control de la acumulación de materia seca en distintos tejidos.

El ethrel y otros compuestos liberadores de etileno son utilizados, entre otros cultivos, en los cereales con la finalidad de evitar el encamado lo cual se traduce en un incremento de la cosecha (10). En los experimentos aquí mostrados, el ethrel, aunque produjo una inicial inhibición del crecimiento, finalmente produjo un incremento sustancial en la biomasa bajo ambas condiciones de fotoperiodo (18%,  $p < 0.05$  en fotoperiodo largo y 23.5%,  $p < 0.01$  en día corto). Estos resultados pueden ser explicados en base al incremento en el ahijado como consecuencia de la aplicación de etileno (4, 7 y 9).

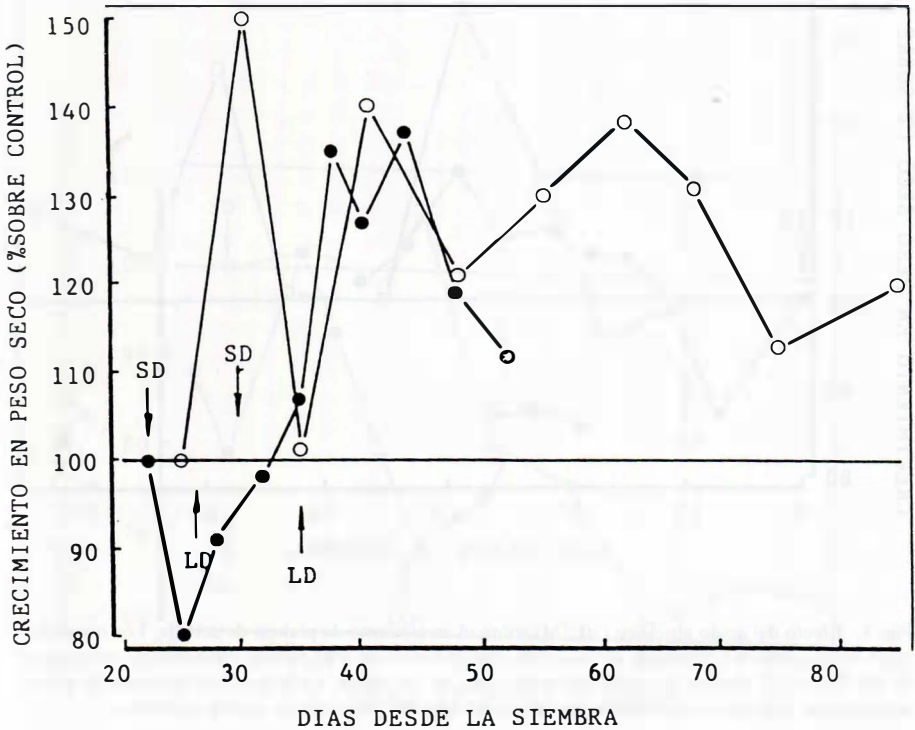


Fig. 4.- Efecto del Ethrel ( $10^{-5}M$ ) sobre el crecimiento de plantas de cebada. Los resultados están expresados en porcentajes sobre los de plantas sin tratar. (●) plantas creciendo en condiciones de día largo. (○) plantas creciendo en condiciones de día corto. Cada punto es la media de cuatro repeticiones. Las flechas indican los momentos en que los tratamientos fueron aplicados.

## BIBLIOGRAFIA

- (1) Batch, J.J. y Morgan, D.G. *J. Exp. Bot.* 26: 596-608 (1975).
- (2) Bently, M. *Commercial Hydroponics*. Bendon Books ed. Johannesbourg. pp 605. (1959).
- (3) Cottrell, J.E.; Dale, J.E. y Jeffcoat, B. *Z. Pflanzenphysiol.* 112: 123-130 (1983).
- (4) Dahnous, K.; Vigue, G.T.; Law, A.G.; Konzak, C.F. y Miller, D.G. *Agron. J.* 74: 580-582 (1982).
- (5) Dale, J.E. y Milthorpe, F.L. *The growth and functioning of leaves*. Eds. J.E. Dale and F.L. Milthorpe, Cambridge University Press. Cambridge. pp 151-178 (1982).
- (6) Díaz-Miguel, M. *Agrochimica*. 33:330-337 (1989).
- (7) Díaz-Miguel, M. *Agrochimica*. 34:50-58 (1990).
- (8) Friend, D.J.C.; Helson, V.A. y Fisher, J.E. *Can. J. Bot.* 45: 117-131 (1967).
- (9) García del Moral, L.F.; de la Morena, I. y Ramos, J.M. *Agric. Mediterránea*. 117: 163-170 (1987).
- (10) Green, C.F. *J. Nat. Inst. Agric. Bot.* 16: 453-463 (1984).
- (11) Green, C.F. y McDonald, H.G. *J. Agric. Sci. Camb.* 105: 731-734 (1985).
- (12) Heide, O.M.; Bush, M.G. y Evans, L.T. *Physiol. Plant.* 65: 135-145 (1985).
- (13) Herzog, H. y Geisler, G. *Z. Pflanzenbau*. 151: 128-136 (1982).
- (14) Kirby, E.J.M. *J. Exp. Bot.* 22: 411-419 (1971).
- (15) MacDowall, *Can. J. Bot.* 55: 639-643 (1977).
- (16) Martínez-Carrasco, R. Pérez-Pérez, P. y Sánchez de la Puente, L. *Anuario del Centro de Edaf. y Biol. Apl. de Salamanca*. 7: 307-323 (1980).
- (17) Sharif, R. y Dale, J.E. *J. Exp. Bot.* 31: 921-930 (1980).
- (18) Simpson, R.J.; Lamber, H. y Dalling, M.J. *Physiol. Plant.* 56: 430-435 (1982).
- (19) Steel, R.G.D. y Torrie, J.H. *Bioestadística: Principios y procedimientos*. McGraw-Hill. Bogotá (1985).