

Respuesta del girasol (*Helianthus annuus*) a aplicaciones de clorhidrato de clorocolina (CCC)

H. SAUMELL¹

(Recibido: 29 de setiembre, 1970)

RESUMEN

El clorhidrato de clorocolina es un compuesto que actúa sobre el crecimiento de las plantas. Ensayado en numerosos cultivos ha producido distintas respuestas, dependiendo ello de la especie, de la dosis y del momento de aplicación elegidos; sin embargo, el mayor efecto se centraliza en la disminución de la altura y el aumento de vigor de las plantas tratadas.

Para conocer su acción sobre girasol se realizaron dos experimentos destinados preferentemente a comprobar el efecto de su aplicación sobre el follaje, la altura, la floración y el rendimiento en esta especie.

El primero realizado en el período agrícola 1967-68 fue de carácter orientativo, se utilizaron dosis de 2 kg de ingrediente activo por ha, parcelas abonadas y dos variedades. El segundo tuvo como objeto verificar los resultados prácticos de su aplicación y se realizó al año siguiente, utilizando dosis de 2, 4 y 8 kg/ha de i. a., aplicaciones únicas o dobles y una variedad.

Se observó clorosis en las hojas tratadas, pérdida de altura de la planta, atraso en la floración y disminución del rendimiento, tanto más evidentes cuanto mayores fueron las dosis utilizadas o cuando se efectuaron dos aplicaciones.

La clorosis y el efecto enanizante se pierden aproximadamente a los 30 días de efectuada la correspondiente aplicación, pasado ese término las hojas asperjadas retoman su color y las plantas siguen creciendo rápidamente.

SUMMARY

Chlorocholine chlorhydrate (CCC) is a compound which applied to plants provokes different responses, depending on the species, the dosage and the application time. Its main effect is connected with the diminution of height and the increasing of vigor of the treated plant.

Two experiments were made to know, specially, the CCC effect regards to foliage, height, flowering and yield on sunflower. The first one, made during the agricultural period 1967-68, was orientative and doses of 2 kg/ha of active agent, manured plots and two varieties were used. The second one, during the next year, tried to verify the practical results of its application, using doses of 2, 4 and 8 kg/ha of active agent, single or double applications, and one variety.

Chlorosis in the treated leaves, diminution of plant height, retardation in flowering and diminution of yield were observed and these aspects were more evident when the doses increased or when two applications were done.

Chlorosis and dwarfing effect disappeared about 30 days after the application, the sprinkle leaves had its natural color and the plants began to grow fast.

¹ Profesor adjunto interino del Departamento de Agricultura, orientación Cultivos Industriales, Facultad de Agronomía y Veterinaria, Universidad de Buenos Aires.

INTRODUCCION

El clorhidrato de clorocolina o cloruro de 2-cloroetiltrimetilamonio o cloromecuato o CCC, es un regulador del crecimiento de cuyos primeros resultados se tiene conocimiento a partir de experimentos realizados en 1960 (CYANAMID INTERNATIONAL, 1966).

Es un compuesto sólido, de color blanco, cristalino, higroscópico, soluble en agua y alcoholes bajos, insoluble en éter e hidrocarburos, de olor a amida, peso molecular 158,1, punto de fusión 245°C y fórmula química $\text{C}_5\text{H}_{13}\text{Cl}_2\text{N}$. Suele presentarse en soluciones acuosas al 12, 40 ó 50 % de ingrediente activo (i.a.) y en polvo al 65 % de i.a.

Se utiliza en semillas, esquejes o flores cortadas, en plantas o directamente en el suelo, mediante inmersión, absorción, aspersión o riego de soluciones acuosas respectivamente.

Si bien se lo conoce como regulador del crecimiento, distintos investigadores le han encontrado otros efectos complementarios, muy importantes a veces, que lo presentan como un producto útil para distintos objetivos en variadas especies.

Los experimentos realizados permiten enunciar los siguientes efectos comprobados: entrenudos cortos y más gruesos, pecíolos más cortos y hojas de color más intenso. Como consecuencia de estos efectos se logra una planta más pequeña y más fuerte, y como resultado práctico las siguientes ventajas: mayor resistencia al vuelco en cereales; mayor producción de macollos y espigas en monocotiledóneas; mayor tolerancia a condiciones de alcalinidad o salinidad en el suelo, a sequía o exceso de humedad y a temperaturas extremas; mayor resistencia al ataque de ciertas enfermedades y plagas, al exceso de fertilizantes y herbicidas, etc. Las principales especies de cereales, hortalizas, frutales y ornamentales han sido ensayadas con este producto.

Su modo de actuar luego de las experiencias de TOLBERT (1960), WITTWER y TOLBERT (1960), HALEVY (1963), KURAISHI y MUIR (1963), STODDAR (1964), CATHEY (1964), BALDEV y LANG (1965), PALEG, KENDE, NINNERMAN y LANG (1965), entre otros investigadores, si bien no ha quedado confirmado, está circunscripto a las siguientes hipótesis: a) destrucción de las giberelinas; b) bloqueo de la acción hormonal de las giberelinas; c) bloqueo a la respuesta de las plantas a las giberelinas; d) inhibición de las biosíntesis del com-

puesto sobre o con el cual actúan o reaccionan las giberelinas. De todas estas hipótesis la más aceptada hasta el momento es la última.

El poder residual y toxicidad, como su persistencia en el suelo y su efecto sobre los organismos vivos del mismo, deben ser tenidos en cuenta. Según JUNG y HENJES (1963) y KÜHN (1964) los residuos en ppm encontrados en productos cosechados han estado muy lejos de los límites de toxicidad conocidos y sus valores dependen de las dosis, número de aplicaciones y lapso entre éstas y la cosecha. En el suelo la descomposición es rápida y el efecto desaparece entre una cosecha y otra, dependiendo de las dosis empleadas, la humedad y temperatura del suelo y el tiempo transcurrido entre la aplicación y la siembra siguiente (LINSER, KÜHN y BOHRING, 1963 y KÜHN, 1964).

Si bien al CCC no se le conocen propiedades como insecticida, fungicida o bactericida, las plantas tratadas manifiestan menor susceptibilidad al ataque de diversas plagas y enfermedades. Su acción sería indirecta y resultante de producir una planta más vigorosa y, por consiguiente, con mayor resistencia a adversidades.

Con el conocimiento de estos antecedentes, se procedió a efectuar durante el período agrícola 1967-68 un ensayo orientador con girasol, y en 1968-69 un experimento completo sobre la base de los resultados obtenidos en el año precedente, para comprobar el efecto que producía sobre la planta de girasol.

MATERIALES Y METODOS

En el año 1967-68 se utilizaron dos variedades Guayacán INTA e Impira INTA, parcelas sin abonar y abonadas (100-100-140) y dos repeticiones para cada variedad y tratamiento (cuadro 1).

El CCC se aplicó a razón de 2 kg/ha de i.a. en aspersión total de plántulas, siendo ésta la menor dosis aconsejada, ya que se han utilizado hasta 16 kg/ha de i.a. (CYANAMID INTERNATIONAL, 1966).

Cada parcela tenía 20 plantas en 2 surcos distanciados a 0,70 m y 3 m de largo cada uno.

Previo fertilización se sembró y a los 6 días se generalizó el nacimiento. Pasados 23 días se aplicó el producto con pulverizador manual, mojando totalmente las plantitas que tenían entre 15 y 22 cm de altura.

CUADRO 1. — *Tratamientos realizados en girasol con CCC*
(Siembra 9-11-67)

Tratamiento	Variedad	Abonado	CCC-2 kg/ha i. a.
A.....	Guayacán INTA	no	si
B.....	»	si	si
C.....	»	no	no
D.....	»	si	no
E.....	Impira INTA	no	si
F.....	»	si	si
G.....	»	no	no
H.....	»	si	no

En el año 1968-69 se utilizó la variedad Guayacán INTA, tres dosis 2, 4 y 8 kg/ha de i.a., dos momentos de aplicación a los 13 y 41 días desde el nacimiento y cuatro repeticiones dispuestas en "bloques al azar". En cada una de esas fechas se dejaron plantas sin tratar o se aplicó nuevamente CCC según el tratamiento (cuadro 2).

CUADRO 2. — *Tratamientos realizados en girasol con CCC*
(Siembra 1-11-68)

Tratamiento N°	Dosis kg/ha i. a.	Aplicación : N° de días desde nacimiento
1.....	2	13
2.....	2	13 y 41
3.....	2	13 y 41 *
4.....	4	13
5.....	4	13 y 41
6.....	4	13 y 41 *
7.....	8	13
8.....	8	13 y 41
9.....	8	13 y 41 *
10.....	0	testigo

* Tratamientos anulados.

Se habían previsto 3 aplicaciones a los 10, 30 y 50 días desde el nacimiento de las plántulas, pero debido a malas condiciones del tiempo, viento y lluvias, sólo se pudieron realizar las dos primeras a los 13 y 41 días. La tercera aplicación, programada para los tratamientos 3, 6 y 9 no se realizó porque cuando ello hubiera sido posible algunas

plantas ya habían empezado a florecer. Admitiendo que las plantas de girasol en la fase de floración alcanzan su altura definitiva el tratamiento se consideró ineficaz; por tal motivo para evaluar los resultados cuantitativos sólo se tomaron los datos de los tratamientos 1, 2, 4, 5, 7, 8 y 10.

El nacimiento se generalizó 8 días después de la siembra y la primera aplicación se hizo 13 días más tarde cuando las plantitas tenían entre 15 y 20 cm de altura y 6 a 8 hojas cada una. La segunda se efectuó 28 días después de la primera, cuando las plantas tenían entre 80 y 110 cm de altura promedio según el tratamiento (fig. 1).

La relación entre la diferencia de altura y el rendimiento se cuantificó a través del coeficiente "r" de correlación y su correspondiente regresión. Los rendimientos obtenidos con los diferentes tratamientos se analizaron por medio del análisis de la variancia que respondió a un diseño de bloques al azar.

RESULTADOS

Año 1967-68

a) *Aspecto del follaje*: al día siguiente de la aspersión, las hojas de las plantas tratadas parecían quemadas por exceso de dosis y presentaban manchas amarillo blanquecinas, semejanado aspecto disciplinado en distintas tonalidades. Diez días después continuaba el mismo efecto, contrastando con el color verde natural del follaje de las plantas no tratadas y de las nuevas hojas nacidas posteriormente a la aplicación.

Es de hacer notar que el brote apical, que en girasol forma una pequeña concavidad con las hojas que están naciendo, y que el día de la aspersión había quedado llena de solución con CCC, no fue afectado. A los 15 días las hojas manchadas comenzaron a retomar el color verde propio, notándose algún tejido necrosado en los bordes de pocas hojas especialmente cerca del ápice.

b) *altura de plantas*: a los 15 días del tratamiento se notó una diferencia de altura de 10 a 15 cm entre plantas asperjadas y testigos. Sin embargo, a los 30 días se observó que todas las plantas del ensayo casi habían emparejado su altura, destacándose como más altas las pertenecientes a las parcelas abonadas.

c) *floración*: aunque con valores no muy diferentes, se notó atraso en la floración de las parcelas tratadas con CCC al considerar la fecha de apertura de los 5 primeros capítulos de cada tratamiento. Primero florecieron las no tratadas y abonadas, un día después las no tratadas y sin abonar, dos días más tarde las tratadas y abonadas y a cuatro días de esta última las tratadas sin abonar. Entre los primeros y los últimos comienzos de floración hubo 7 días de diferencia.

d) *rendimiento*: en este primer año de ensayo no se efectuó cosecha.

e) *observaciones generales*: en las parcelas tratadas con CCC se comprobó buen comportamiento sanitario, plantas robustas, follaje de color intenso en las hojas nacidas posteriormente a la aplicación y en aquellas asperjadas luego de pasados unos 30 días del tratamiento; además se notó semejanza en el grosor del tallo, el tamaño del capítulo y la altura de las plantas al final del ciclo vegetativo. En las parcelas abonadas algunas de estas características se vieron levemente incrementadas. No se apreciaron diferencias de comportamiento entre las dos variedades ensayadas.

Año 1968-69

a) *aspecto del follaje*: se manifestó en forma semejante al año anterior, es decir, formando manchas amarillo blanquecinas poco marcadas en dosis de 2 kg/ha de i.a., más marcadas y sin destrucción de tejidos con 4 kg/ha y muy notable y con el borde de algunas hojas necrosado con 8 kg/ha. Esta observación se hizo al día siguiente a la primera aplicación y se repitió luego de la segunda con los mismos resultados; a mayor dosis manchas más blanquecinas y a menor dosis manchas más amarillentas.

b) *altura de plantas*: se tomaron observaciones cada siete días desde nacimiento hasta floración. La figura 1 muestra la diferencia de alturas debido a la primera aplicación de CCC, y la figura 2 permite observar las nuevas diferencias logradas por la segunda aplicación. La primera aspersión se efectuó en todos los tratamientos menos el testigo, y la segunda solamente en el 2, 5 y 8.

c) *floración*: se tomaron los datos de comienzo, plenitud y fin de la floración (cuadro 3), obser-

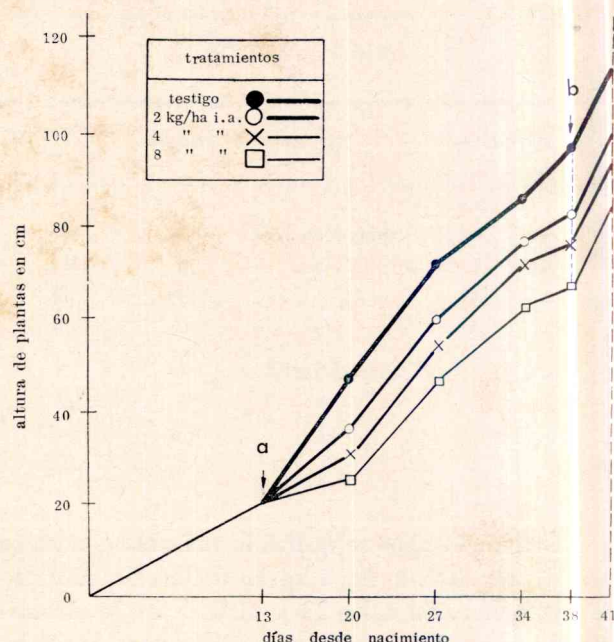


Fig. 1. — Altura en plantas de girasol luego de una sola aspersión: a, momento de la aplicación; b, diferencia máxima de altura.

CUADRO 3. — Días desde nacimiento hasta la fase de floración según los distintos tratamientos con CCC (1968-1969)

Tratamiento		Días hasta		
Kg/ha i. a.	Nº de veces	Comienzo	Plenitud	Fin
0	0	51	54	62
2	1	52	54	63
2	2	53	56	63
4	1	54	57	65
4	2	54	57	65
8	1	54	57	66
8	2	56	59	66

vándose diferencias máximas de cinco días entre el testigo y el mayor tratamiento.

d) *rendimiento*: en el momento de la cosecha se contaron los capítulos por parcela, se trillaron y se pesó la semilla obtenida (cuadro 4), obteniéndose disminución de los rendimientos en todos los tratamientos, que alcanzó hasta el 30 % en la dosis máxima. Efectuado el análisis de la variancia surgieron diferencias significativas entre los distintos tratamientos. Realizado el test de

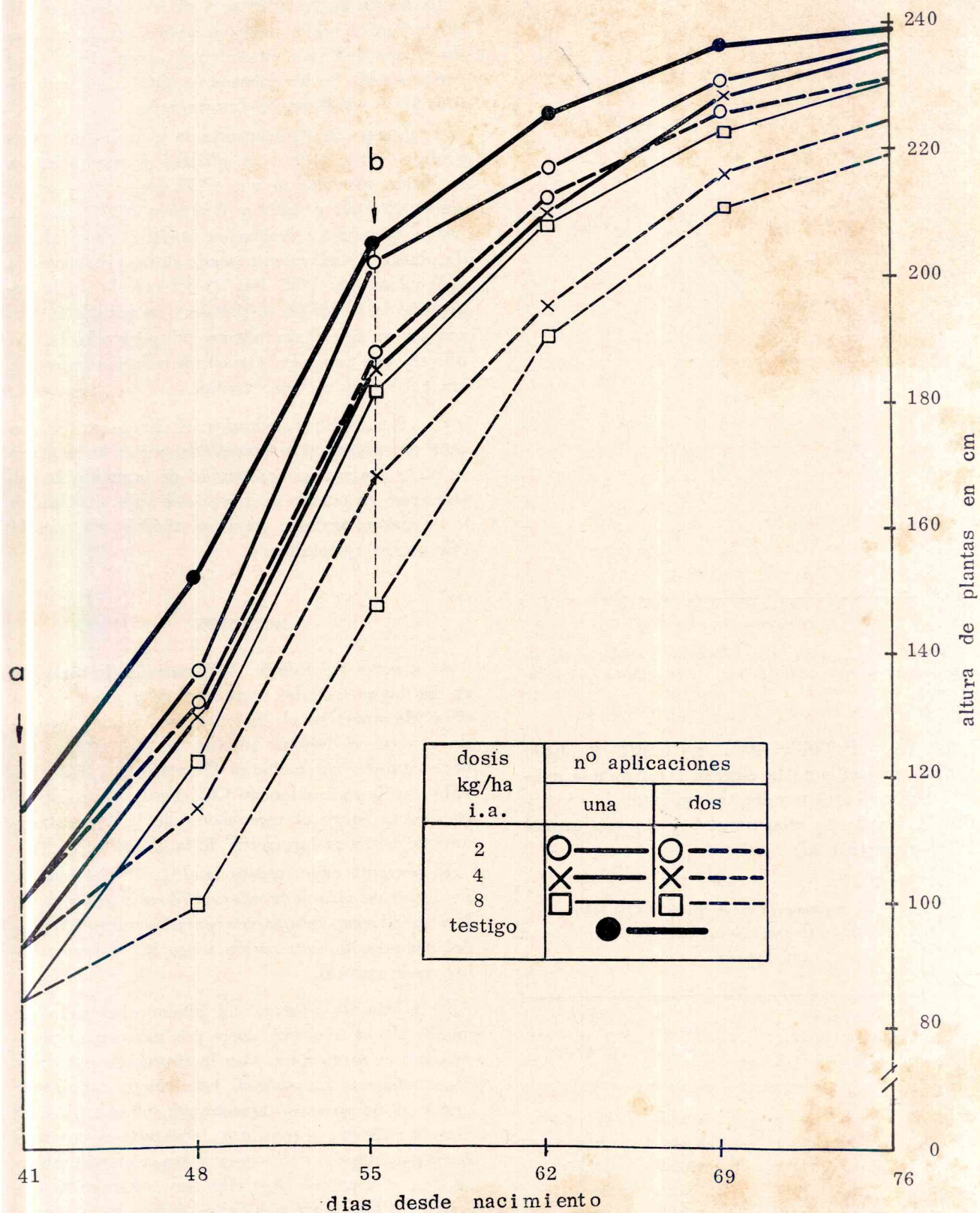


Fig. 2. — Altura en plantas de girasol luego de una o dos aplicaciones: a, momento de la segunda aspersión; b, diferencia máxima de altura

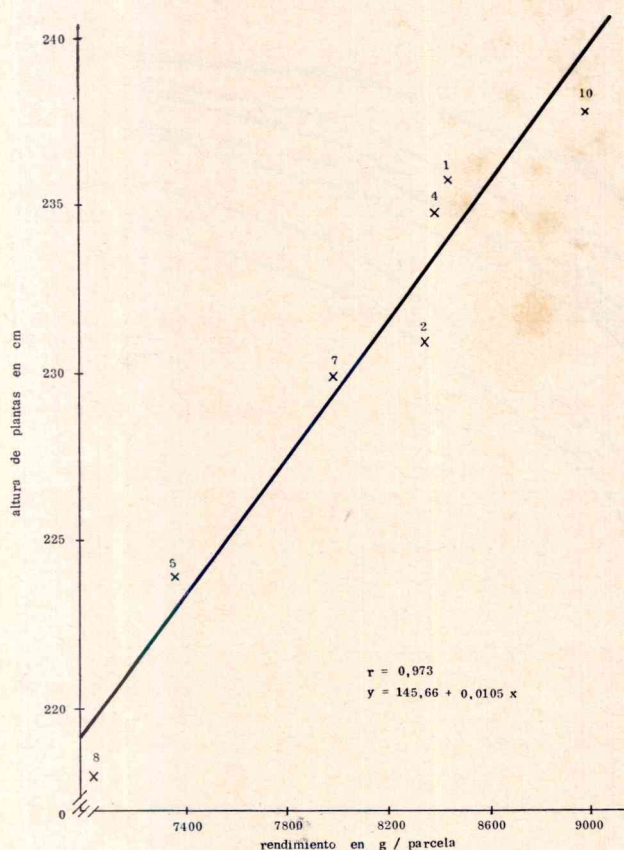


Fig. 3. — Regresión entre altura de plantas y rendimiento; los números sobre cada punto indican el tratamiento correspondiente.

TUKEY ($\Delta = P:0,01 = 905,77$ g y $P:0,05 = 730,56$ gramos) se confirmó la elevada significancia existente entre el testigo y los tratamientos 7, 5 y 8 y entre 1, 4 y 2 con relación al 5 y 8 y por último el 7 con respecto al 8.

CUADRO 4. — Rendimiento de Guayacán INTA sometido a diferentes tratamientos con CCC (1968-1969)

Número	Tratamientos		Peso total g/parcela	Peso promedio g/capítulo
	kg/ha i. a.	n° de veces		
10	0	0	8.930	98,13
1	2	1	8.420	91,52
2	2	2	8.320	87,58
4	4	1	8.380	88,21
5	4	2	7.350	77,36
7	8	1	7.970	80,50
8	8	2	7.050	69,80

La altura de las plantas y el rendimiento están directamente relacionados y ambos son el resultado de los distintos tratamientos efectuados; como consecuencia de los mismos se obtuvieron una altura y un rendimiento determinados.

Analizada estadísticamente la correlación y regresión entre altura de plantas y rendimientos se obtuvo un valor de $r = 0,973$, altamente significativo ($P:0,01 = 0,874$ y $P:0,05 = 0,754$), lo que indica una fuerte asociación positiva entre altura de planta y rendimiento según dosis y número de aplicaciones de CCC (fig 3) El cálculo de la regresión ($y = 145,66 + 0,0105 x$) corrobora lo expresado ya por el coeficiente "r" poniendo de manifiesto una vez más la marcada relación existente entre las variables en estudio.

e) *observaciones generales*: el ensayo no fue atacado por plagas ni enfermedades y por lo tanto no se pudo evaluar la posibilidad de aumento de resistencia; en cuanto al grosor del tallo, si bien no se tomaron medidas para su análisis no mostró diferencias apreciables.

DISCUSION

a) *aspecto del follaje*: la formación de manchas en las hojas tratadas, amarillentas a menores dosis y blanquecinas al aumentar las mismas, llegando a veces a destruir tejidos, no fue citada por otros autores, sin embargo HUMPHRIES (1963) señaló que la aplicación de CCC tiene efecto adverso directo sobre el mecanismo de la fotosíntesis, aunque no en la formación de la clorofila.

El presente experimento también indicó que en las hojas de girasol la clorosis observada al asperjar las plantas desaparece pasados unos 30 días del tratamiento, retomando luego las hojas su color verde natural.

b) *altura de plantas*: el efecto observado de menor altura a mayor dosis y/o número de aplicaciones es concordante con lo expresado por otros investigadores. En general este efecto enanizante tiende a desaparecer aproximadamente a los 30 días de aplicado el producto, lapso que es más breve cuanto menor es la dosis y más prolongado cuando ésta se aumenta o se efectúan tratamientos sucesivos. Para mantener una altura determinada deberán repetirse las aplicaciones cada 20 días aproximadamente.

c) *floración*: si bien el retraso en la floración no fue muy notable, permitió confirmar lo obtenido por RUDGER, QUALSET y SCHALLER (1965) en cebada. En girasol se observó 5 días de diferencia entre el tratamiento de mayor dosis y el testigo; en cebada se citan 1 ó 2 días solamente.

d) *rendimiento*: la disminución del rendimiento, ya sea por parcela o por planta es más notable a mayores dosis y/o número de aplicaciones, debido según HUMPHRIES (1963) a que el acortamiento de los entrenudos provoca mayor sombra mutua entre las hojas de una misma planta disminuyendo la asimilación neta.

El rendimiento está directamente correlacionado con la altura y ésta con el efecto causado por la aspersión de CCC, tal como se indicó al comentar los resultados (fig. 2).

e) *observaciones generales*: la mayor robustez o compacidad que se observó en las plantas tratadas confirma lo ya conocido al respecto. La aplicación de CCC en girasol corrobora en general lo logrado por otros investigadores en numerosas especies. Si bien la pérdida de rendimiento por planta tratada no ha sido mencionada anteriormente, ello puede deberse a que en los experimentos realizados sobre cereales y especies hortícolas el objetivo básico fue lograr un menor porcentaje de vuelco, con lo cual se aumenta el rendimiento por unidad de superficie al poder cosecharse mayor número de plantas. En los efectuados en especies florales, frutales u ornamentales la finalidad fue conseguir mejor producción de flores, frutos o porte vegetativo.

Por lo tanto, se estima que la aplicación de CCC en plantas de girasol no reportaría beneficios prácticos; sólo podría usarse si el suelo fuera muy fértil o fertilizado, donde las plantas por exceso de crecimiento podrían volcar.

CONCLUSIONES

Se considera que la aplicación de clorhidrato de clorocolina en girasol en dosis de 2, 4 y 8 kg/ha de ingrediente activo, en una o dos aplicaciones, provoca menor altura y rendimiento, atraso en la

floración y clorosis temporaria en las hojas tratadas, tanto más evidentes cuanto mayor es la dosis y el número de aplicaciones.

El efecto enanizante y la clorosis se pierden pasados aproximadamente 30 días de la correspondiente aspersión, siendo más rápida la pérdida del efecto cuando las dosis son menores. Pasado ese lapso las hojas afectadas retoman su color propio y las plantas siguen creciendo rápidamente hasta casi llegar a alcanzar la altura de las testigos.

BIBLIOGRAFIA

- BALDEV, B. and LANG, A., 1965. *Control of flower formation by growth retardants and gibberellin in Samolus parviflorus, a long-day plant*. Am. J. Bot. 52(4): 408-417.
- CATHEY, H. M., 1964. *Physiology of growth retarding chemicals*. Ann. Rev. Plant Physiol. 15: 271-302.
- CYANAMID INTERNATIONAL, 1966. *Cycocel, Regulador del crecimiento de las plantas*. Wayne, New Jersey, E.U.A. 102 p.
- HALEVY, A. H., 1963. *Interaction of growth-retarding compounds and gibberellin on indolacetic acid peroxidase and peroxidase of cucumber seedlings*. Plant Physiol., U.S.A. 38 (6): 731-737.
- HUMPHRIES, E. C., 1963. *Effects of (2-chloro-ethyl) trimethylammonium chloride on plant growth, leaf area, and net assimilation rate*. Ann. Bot. 27 (107): 517-531.
- JUNG, J. y HENJES, G. citado por CYANAMID INTERNATIONAL.
- KÜHN, H. citado por CYANAMID INTERNATIONAL.
- KURASHI, S. and MUIR, R. M., 1963. *Mode of action of growth retarding chemicals*. Plant Physiol., U.S.A. 38 (1): 19-24.
- LINSER, H., KÜHN, H. y BOHRING, J. citado por CYANAMID INTERNATIONAL.
- PALEG, L., KENDE, H., NINNEMANN, H. and LANG, A., 1965. *Physiological effects of gibberellic acid. VIII. Growth retardants on barley endosperm*. Plant Physiol., U.S.A. 40: 165-169.
- RUTGER, J. N., QUALSET, C. O. and SCHALLER, C. W., 1965. *Effects of seed application of two growth retardants on barley*. Crop. Sci. 5 (5): 481-482.
- STODDARD, J. L. citado por CYANAMID INTERNATIONAL.
- TOLBERT, N. E., 1960. *(2-chloroethyl)-trimethylammonium chloride and related compounds as plant growth substances. II. Effect on growth of wheat*. Plant Physiol., U.S.A. 35: 380-385.
- WITTWER, S. H. and TOLBERT, N. E., 1960. *(2-chloroethyl)-trimethylammonium chloride and related compounds as plant growth substances. III. Effect on growth and flowering of the tomato*. Am. J. Bot. 47 (7): 560-565.

