

# RESPUESTA DEL MAIZ AL TRATAMIENTO DE SUS SEMILLAS CON LOS ACIDOS $\beta$ -INDOLACETICO Y $\alpha$ -NAFTALENACETICO

por

ERNESTO VICITEZ

Entre las diversas aplicaciones prácticas de las fitohormonas, figura el tratamiento de las semillas antes de ser sembradas al objeto de favorecer su germinación, especialmente en el caso de semillas viejas, obtener plantas más vigorosas o para tratar de incrementar el rendimiento de ciertas cosechas. No cabe la menor duda que las fitohormonas tienen muy variadas propiedades, alguna de las cuales se vienen aplicando en las prácticas agrícolas con notorio éxito. Sin embargo, también hay otras propiedades que aplicadas a dichas prácticas no parece permitir obtener resultados tan halagüeños, como sucede en otros casos o, por lo menos, los resultados parecen contradictorios. Esto es lo que sucede cuando se aplican las fitohormonas a las semillas antes de ser sembradas para tratar de incrementar el rendimiento de las cosechas. La bibliografía que conocemos sobre este problema nos habla de resultados que distan de ser unánimes.

En 1936, Cholodny (3) llamó la atención sobre la posibilidad de aplicar las fitohormonas con los fines que apuntamos antes. Sus primeros estudios fueron realizados en avena tratada durante veinticuatro-cuarenta y ocho horas, con soluciones que tenían de 1 a 2 p. p. m. de ácido  $\beta$ indolacético, afirmando haber obtenido resultados tan interesantes como lograr un incremento

de la cosecha de grano superior en un 55 por 100 a la producida por el control. En 1938, Thimann y Lane (9) repiten los ensayos en avena y trigo, tratándolos con concentraciones relativamente elevadas de la misma sustancia hormonal, y también logran incrementar la producción del peso seco en un orden del 50 por 100 sobre el control. En experiencias realizadas en 1937 por Amlong y Naundorf (1a) sobre diversas especies tratadas durante veinticuatro horas con soluciones hormonales, cuya concentración osciló entre 0,01 y 0,001 N, obtuvieron un notable incremento en el porcentaje de germinación. En trabajos (1b) realizados posteriormente por estos mismos autores en semillas de remolacha azucarera tratadas con una solución de 0,01 N de heteroauxina, afirman haber obtenido un incremento del 157 por 100, por lo que se refiere al peso de la cosecha, y un 123 por 100 de aumento en el contenido en azúcar. Veldstra (10), indica que es posible incrementar la cosecha de tomates previo tratamiento de las semillas con ácido *β*-indolacético. Bouillenne-Walrand (2), después de haber aplicado 100 p. p. m. de heteroauxina a cuatro clases diferentes de maíces, antes de ser sembrado, indican haber obtenido un incremento del 30-40 por 100 en el peso de las espigas maduras. Asimismo Zica (12), en ensayos realizados también en 1943 sobre cebada con diversos tratamientos de la misma hormona, logró mejorar el valor de sacarificación del malte.

Hasta aquí hemos hecho referencia a algunos trabajos que nos hablan de resultados francamente positivos en la aplicación de tratamientos hormonales a las semillas antes de ser sembradas. Veamos ahora otros que dan resultados negativos o indiferentes a dichos tratamientos.

En 1937, Davies, Atking y Hudson (4), ensayaron la aplicación de diversas concentraciones de heteroauxina a semillas de *Avena sativa* y *Brassica alba*, y afirman que su efecto sobre la germinación, así como sobre el subsiguiente crecimiento de las plántulas fué contraproducente, habiendo observado que fueron retardados con todas las concentraciones ensayadas. Dos años más tarde, Templeman (8) también obtuvo resultados negativos al tratar semillas de mostaza blanca, por espacio de veinticuatro horas antes de

ser sembradas, con 50, 100, 200 y 500 p. p. m. de la sal sódica del ácido  $\beta$ indolacético, así como también cuando empleó 5, 10, 20 y 50 p. p. m. de la sal sódica del ácido  $\alpha$ naftalenacético. En 1940, Lafferty (6) trató durante cinco minutos semillas de cebada con concentraciones de 2 a 100 p. p. m. de heteroauxina y de ácido  $\alpha$ naftalenacético, de 2 a 8 p. p. m., secándolos en corriente de aire caliente antes de ser sembradas, afirmando que estos tratamientos no afectan a la producción ni a la composición química de la cebada. Tampoco Stewar y Hamner (7) indican haber obtenido resultados positivos en sus numerosos ensayos. Y, finalmente, Kiesselbach (5), después de haber tratado diversos híbridos y variedades de maíz con soluciones que contenían concentraciones variables de ácido  $\beta$ indolacético, ácido  $\alpha$ naftalenacético, ácido  $\beta$ indolbutírico, así como también diversos preparados hormonales comerciales, indica no haber obtenido resultados significativos sobre el tiempo de maduración ni sobre la producción.

La contradicción a que conducen la mayoría de los trabajos que hemos citado, claramente indica que la acción de las fitohormonas sobre las semillas antes de ser plantas y su ulterior efecto sobre la producción no aparece claramente definida. Por esta causa hemos creído de utilidad el estudiar los posibles efectos de dos sustancias de acción fitohormonal de uso muy generalizado; tales son el ácido  $\beta$ indolacético y el ácido  $\alpha$ naftalenacético, empleando como semillas objeto de ensayo las de maíz, por considerar que el hallar un efecto positivo sobre la producción tiene mucho interés desde el punto económico.

#### MATERIAL Y MÉTODO

Para llevar a cabo los estudios que se describen en el presente artículo hemos utilizado semilla de un híbrido de maíz de la colección de la Misión Biológica de Galicia procedente de la cosecha de 1951. Las semillas empleadas para cada tratamiento fueron previamente seleccionadas, al objeto de uniformizarlas en lo más que se pudo.

Los tratamientos ensayados fueron los siguientes:

*Control en agua destilada*

Acido $\beta$ indolacético	Acido $\alpha$ naftalenacético
Tto. 1.º 25 p. p. m.	Tto. 6.º 25 p. p. m.
Tto. 2.º 50 p. p. m.	Tto. 7.º 50 p. p. m.
Tto. 3.º 100 p. p. m.	Tto. 8.º 100 p. p. m.
Tto. 4.º 150 p. p. m.	Tto. 9.º 150 p. p. m.
Tto. 5.º 200 p. p. m.	Tto. 10.º 200 p. p. m.

que fueron aplicados por espacio de veinticuatro horas, en la oscuridad y a temperatura de 17° C.

Para preparar las soluciones que constituyeron los distintos tratamientos, respectivamente, se partió de una solución al 1 por 100 de ácido  $\beta$ indolacético y ácido naftalenacético recientemente preparadas, al objeto de evitar errores debidos a la posible inactivación de la sustancia fitohormonal.

Antes de proceder a la siembra, los distintos tratamientos fueron lavados varias veces con agua destilada.

La siembra se realizó con arreglo a un ensayo de bloques aleatorizados con cinco frecuencias por tratamiento, que fueran dispuestas distribuidas al azar en los campos de experimentación de la Misión Biológica de Galicia. Cada bloque estaba constituido por parcelas de 12,8 m<sup>2</sup>, habiéndose efectuado la siembra en dos hileras de 10 golpes cada una, depositando seis semillas por golpe. En la primera escarda se aclararon, dejando tres plantas por golpe. Para facilitar el estudio ulterior de los resultados hemos designado a los bloques de cada repetición, respectivamente, por las letras X, Y, Z, W y R.

Los fertilizantes aplicados, así como las labores que se hicieron en el experimento, fueron las que normalmente se emplean en este Centro para el cultivo del maíz.

## RESULTADOS

Teniendo presente que el objeto que se persigue en el actual estudio, es conocer el efecto de las fitohormonas aplicadas a las

semillas antes de ser sembradas, sobre la producción de grano seco, sólo tendremos en cuenta los datos de producción en verde y desecados, número de espigas, humedad, etc., no habiendo tenido en consideración posible efecto sobre la germinación, vigor de las plantas, etc.

Para una mayor facilidad en el estudio de los datos obtenidos, exponemos los resultados, agrupándolos por repeticiones de cada tratamiento:

*Cuadro de los resultados de los tratamientos con ácido a naftalenactico*

Surco	Tratamiento	Número plantas	Peso cosecha Kgs.	N.º espigas	Golpes fallados	Muestra de 10 espigas			Humedad %
						Peso bruto	Peso grano verde Kgs.	Peso grano seco Kgs.	
W 4...	25 ANA	50	14	47	1	* 2,900	2,372	1,810	8,5
Z 3...	25 ANA	56	13,8	54	0				
R 3...	25 ANA	56	16,3	56	0				
Y 1...	25 ANA	46	15,1	49	2				
X 8...	25 ANA	48	15	48	0				
W 6...	50 ANA	52	12,5	53	0	2,940	2,302	1,785	9,6
Z 10...	50 ANA	54	15,6	58	0				
R 3...	50 ANA	56	14,7	52	1				
Y 8...	50 ANA	42	14	45	3				
X 10...	50 ANA	32	11	46	4				
W 11...	100 ANA	51	12,4	50	1	2,840	2,175	1,712	10,5
Z 5...	100 ANA	55	17,4	57	0				
R 6...	100 ANA	56	16	58	0				
Y 4...	100 ANA	57	15,8	51	3				
X 3...	100 ANA	33	11,9	32	2				
W 2...	150 ANA	48	14,4	46	2	3,210	2,495	1,923	10,2
Z 11...	150 ANA	49	14,8	53	1				
R 11...	150 ANA	38	15,6	40	4				
Y 3...	150 ANA	44	14,4	49	2				
X 11...	150 ANA	35	12,2	37	6				
W 10...	200 ANA	48	8,9	48	0	2,565	1,975	1,525	9,6
Z 4...	200 ANA	50	13,4	49	0				
R 10...	200 ANA	38	12,3	38	1				
Y 9...	200 ANA	33	14,2	47	7				
X 5...	200 ANA	36	13,7	50	1				

(\*) Estos datos se refieren a una muestra compuesta de 10 espigas representativas de las cinco repeticiones.

Cuadro de los resultados de los tratamientos con ácido  $\beta$  indoláctico

Surco	Tratamiento	Número plantas	Peso cosecha Kgs.	N.º espigas	Golpes fallados	Muestra de 10 espigas			Humedad %
						Peso bruto	Peso grano verde Kgs.	Peso grano seco Kgs.	
W 9...	25 AIA	51	12,8	52	0	* 2,975	2,283	1,829	12
Z 8...	25 AIA	44	14	43	3				
R 4...	25 AIA	59	14,4	54	0				
Y 2...	25 AIA	47	14,7	48	1				
X 6...	25 AIA	45	13,6	44	0				
W 3...	50 AIA	48	15,1	50	0	2,960	2,283	1,778	10
Z 6...	50 AIA	51	12,8	52	0				
R 7...	50 AIA	54	16,8	55	0				
Y 10...	50 AIA	29	11,7	35	6				
X 7...	50 AIA	44	14,5	53	1				
W 5...	100 AIA	55	13,2	57	0	2,850	2,188	1,654	9
Z 1...	100 AIA	54	13,9	53	1				
R 9...	100 AIA	43	15,2	44	3				
Y 11...	100 AIA	42	14,7	48	1				
X 2...	100 AIA	38	15,4	42	4				
W 1...	150 AIA	49	16	54	2	3,220	2,388	1,855	9,7
Z 7...	150 AIA	56	13,5	52	0				
R 1...	150 AIA	51	17	55	0				
Y 6...	150 AIA	46	17	52	2				
X 1...	150 AIA	42	15,9	43	3				
W 8...	200 AIA	49	13	48	1	2,950	2,330	1,773	9
Z 2...	200 AIA	55	13,9	54	0				
R 5...	200 AIA	55	16	60	0				
Y 7...	200 AIA	38	13	40	5				
X 4...	200 AIA	40	15,3	48	4				

Cuadro de los resultados del control

Surco	Número plantas	Peso cosecha Kgs.	Número espigas	Golpes fallados	Muestra de 10 espigas			Humedad %
					Peso bruto	Peso grano verde Kgs.	Peso grano seco Kgs.	
V 7....	39	15,3	45	5	2,710	3,655	1,634	10
Z 9....	49	13,3	49	0				
R 8....	40	12,9	40	2				
X 9....	47	16	44	2				

## D I S C U S I Ó N

Si observamos los cuadros con los resultados obtenidos con los cinco tratamientos a base de ácido  $\beta$ indolacético y ácido anafalenacético, a primera vista es fácil apreciar que las respuestas, tanto en el peso de la cosecha en total, número de espigas producidas, peso de los valores medios correspondientes a 10 espigas, grano verde y grano seco, apenas difieren de los resultados obtenidos en el tratamiento control. Tanto en las repeticiones que alcanzan un valor inferior, como en aquellas en que hay valores superiores al control, la diferencia es prácticamente muy pequeña.

La aparente falta de respuesta a los tratamientos hormonales se hace patente al hacer el análisis estadístico de los resultados. Para conocer la producción de cada parcela es necesario realizar una «corrección de densidad», esto es, una compensación de los golpes totalmente fallados, utilizando la conocida fórmula:

$$P_c = P_1 \frac{G - 0.3 F}{G - F}$$

en la cual,  $P_c$  = peso corregido;  $P_1$  = peso del grano en el campo;  $G$  = número de golpes de cada parcela;  $F$  = número de golpes totalmente fallados, no haciéndose corrección alguna cuando los fallos fueron de una o dos plantas por golpe. Mediante esta fórmula se aumentó en 0,7 la producción media de cada golpe, admitiéndose que el 0,3 restante, lo compensa el aumento que experimentan los golpes que rodean al que falta.

El control bloque Y, debido al grande número de fallos, se considera totalmente perdido, y sus datos de producción se calcularon por la fórmula de Allan y Wishart, modificada por Yates (11):

$$\bar{x} = \frac{tT + bB - S}{(t-1)(b-1)}$$

en la que  $t$  = número de tratamientos aplicados;  $b$  = número de bloques;  $T$  = suma de las parcelas con igual tratamiento que el

que falta; B = suma de las parcelas del mismo bloque en que se perdió la parcela; S = suma de todas las parcelas observadas. Hechas las salvedades anteriores, el análisis de la varianza para la producción es el siguiente:

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Error típico	F
Bloques.....	4	18,58	4,645	—	1,943
Tratamientos.....	10	35,06	3,506	—	1,525
Error.....	39	89,66	2,299	1,51	—
<b>Total ...</b>	<b>53</b>	<b>143,30</b>			

lo que nos permite decir que  $P = 0,05$ , ni los bloques ni los tratamientos resultan en sus respuestas significativos. Este análisis de los resultados nos confirma nuestra primera impresión de que no había respuesta a los 10 tratamientos hormonales a base de heteroauxina y ácido anaftalenacético.

Los resultados que hemos obtenido, y que muestran una indiferencia a los tratamientos aplicados, están de acuerdo con las conclusiones de carácter negativo de algunos autores como Davies, Atking y Hudson (4), Templeman (8), Lafferty (6), Stewart y Hamner (7), aunque, claro está, no se pueden generalizar los resultados negativos que nosotros hemos obtenido con los de estos autores, pues en su mayoría ensayaron semillas distintas a las que nosotros sometimos a estudio, ni tampoco las sustancias fitohormonales que empleamos lo fueron a concentraciones idénticas a las suyas, y, como es bien sabido, la acción de las sustancias de crecimiento puede variar mucho con tal que sea modificada ligeramente su concentración, modo de aplicación, temperatura, etc. Pero hay un trabajo de Kiesselbach (5) que es más comparable que los anteriores, por cuanto este autor utilizó para sus ensayos la misma semilla que nosotros, maíz que sometió a la acción de numerosas fitohormonas, entre las que están el ácido  $\beta$ indolacético y ácido anaftalenacético, empleados por nosotros, y los resul-



tados que obtuvo dicho autor, al igual que los nuestros, carecen de todo valor significativo, indicando claramente una falta de respuesta del maíz a estos tratamientos hormonales, por lo que se refiere a un intento de incrementar la producción en grano.

Asimismo, nuestros resultados discrepan de los obtenidos por Bouillenne-Walrand (2), a pesar de haber trabajado con material similar. Dichos autores afirman haber obtenido aumentos del orden de 30-40 por 100 en el peso de las espigas de maíz, cuyas semillas habían sido tratadas con 100 p. p. m. de heteroauxina.

### CONCLUSIONES

1.ª Se ha estudiado la acción de los ácidos  $\beta$  indolacético y naftalenacético sobre las semillas de maíz, aplicadas en dilución acuosa y a concentraciones de 25, 50, 100, 150 y 200 p. p. m. durante veinticuatro horas en la oscuridad a 17° C.

2.ª Hecho el análisis estadístico de los resultados (producción por cosecha, número de espigas, peso del grano verde y seco, humedad, etc.), se obtiene un valor que claramente indica la ausencia de toda respuesta significativa.

3.ª No parece recomendable la aplicación de las citadas fitohormonas, empleadas a dichas concentraciones, a las semillas de maíz antes de ser sembradas para pretender incrementar la producción en grano del mismo.

*Misión Biológica de Galicia. Pontevedra  
Sección de Fisiología Vegetal.*

### RESUMEN

Durante el año 1952 se han realizado estudios sobre la influencia de los ácidos  $\beta$  indolacético y  $\alpha$  naftalenacético, en las semillas de maíz antes de ser sembradas. Para ellos se utilizó semilla de un híbrido de la colección de la Misión Biológica de Galicia, que fué tratado por espacio de veinticuatro horas en la oscuridad a 17° C, con dichas sustancias en solución acuosa a concentraciones de 25, 50, 100, 150 y 200 p. p. m., respectivamente. Para cada tratamiento se hicieron cinco repeticiones, siendo sembrados en surcos, formando parcelas de 12.8 m.<sup>2</sup> que se dispusieron al azar.

Para realizar el análisis estadístico hemos tenido en cuenta el número de plantas por parcela, peso de la cosecha de la misma, número de espigas, siendo tomada una muestra de 10 espigas en las que se determinó su peso, el de su grano verde y seco y humedad.

En análisis de la varianza para la producción nos lleva a obtener un valor de  $P = 0,05$ , que indica que no hubo respuesta significativa a los tratamientos estudiados.

#### SUMMARY

During 1952, the response for maize seed treatment with  $\beta$  indolyacetic acid and a naphthaleneacetic acid applied at concentrations 25, 50, 100, 150 and 200, p. p. m., respectively was studied. To carry out this work a hybrid maize seed from the Mision Biologica's collection was employed. Treatments were applied 24 hours immediately before sowing at 17° C and in darkness. The seeds were washed with distilled water and were sown in rows at random at the fields of the Mision Biologica. For each treatment five replications were made.

For purposes of statistical analysis, no. of plants per plot, yields and no. of ears were determined together with estimates of undried and dried weight of grain and moisture content.

No significant response was obtained from the different treatments applied.

#### BIBLIOGRAFÍA

- (1) AMLONG, H. V. y NAUNDOR, G. a 1937. Über einige praktische Anwendungen der pflanzlichen Streckungswuchsstoffe. Forschungsdients, 4: 417-23. b 1938. The effect of treatment of sugar beet seed with plant hormones. Angew. Bot., 23: 289-303.
- (2) BOUILLENNE-WALRAND, M. 1943. The effect of a treatment with 3-indoleacetic acid on the yield of ears from Zea Mays. Bull. Soc. roy. Sti. Liege, 12: 161-175.
- (3) CHOLONNY, N. G. 1936. Hormonisation of Grains. C. R. Acad. Sci. U. R. S. S., 8: 399.
- (4) DAVIES, W., ATKINGS, G. A. y HUDSON, P. C. B. 1937 The effect of ascorbic acid and certain indole-derivatives on the regeneration and germination of plants. Ann. Bot. Lond. 1 (N. S.): 329-51.
- (5) KIESSELBACH, T. A. 1943. Crop response to hormone seed treatment. J. Amer. Soc. Agron. 35: 321-31.
- (6) LAFFERTY, F. 1932. The effect of certain hormones on barley. Proc. intern. Seed. Test. Ass. 12: 10-21.
- (7) STEWART, W. S. y HAMNER, C. L. 1942. Treatment of seed with synthetic growth regulating substances. Bot. Gaz. 104: 338-347.

- (8) TEMPLEMAN, W. G. 1939. The effect of some plant growth substances on dry matter production in plants. *Emp. J. exp. Agric.* 7: 76-88.
- (9) THIMANN, K. V. y LAKE, R. H. 1938. After-effects of the treatment of seed with auxin. *Amer. J. Bot.* 25: 535-43.
- (10) VELSTRA, H. 1943. Plant Growth substances and their practical use. *Chem. Weekbl.* 40: 158-166.
- (11) YATES. 1933. *The Empire Journal of Experimental Agriculture.* 1: 126.
- (12) ŽICA, M. 1941. Hormonization of sugar beet. *Z. Zuckèrindustr. Csl. Repub.* 64: 237-241.