



EFFECTOS DE ALGUNOS REGULADORES EN EL CRECIMIENTO Y DESARROLLO DE MAZORCAS EN MAICES PROLIFICOS Y NO PROLIFICOS

Jesús Norato Rodríguez (1)

RESUMEN

Con el propósito de determinar los efectos de diferentes reguladores sobre el crecimiento y desarrollo de mazorcas en el maíz prolífico MB 510 y en el no prolífico MB 513, se realizaron cuatro ensayos bajo un diseño de bloques completos al azar, con tres réplicas.

Se emplearon tres concentraciones de: AIA e HM; AG₃ y CCC; Ethrel y Kinetina. Las plantas recibieron cuatro aplicaciones del tratamiento hormonal respectivo, en las edades en las que se efectuaban: La diferenciación de la espiga, diferenciación de mazorcas, emergencia de la espiga y pistilos respectivamente.

En la mayoría de los ensayos se comprobó la capacidad de los reguladores para aumentar el número de mazorcas desarrolladas totalmente como fueron: la segunda, tercera y cuarta en el maíz prolífico y la segunda y tercera en el no prolífico. En ambos genotipos se desarrollaron mazorcas "secundarias" diferenciadas sobre el pedúnculo de las mazorcas principales. El efecto general fue el incremento del grado de prolificidad, así: en MB 510, AIA (100 ppm), aumentó 0.82; HM(100 ppm), 0.85; AG₃ (600 ppm), 1.13; CCC (200 ppm), 0.65; Ethrel+(100 ppm), 0.33 mazorcas por planta. En MB 513, AIA (200 ppm), aumentó 0.66; AG₃ (30 ppm), 0.66; Ethrel (500 ppm), 0.39 mazorcas por planta.

(1) Biólogo, M.Sc. Profesor Departamento de Biología.

Los diferentes tratamientos también modificaron el número de granos por planta y la acumulación de biomasa en ellos. Sin embargo, la falta de significancia en la mayoría de los resultados, se relaciona con la regularidad en las respuestas de las plantas a los tratamientos o que quizá se presentó una redistribución de los asimilados entre el total de los granos y mazorcas formadas sin que se incrementara significativamente la materia seca en ellos acumulada.

Tal vez, las respuestas similares obtenidas con los diferentes tratamientos se relacionan con la modificación que estos últimos pudieron haber ejercido sobre el contenido de auxina en las plantas.

SUMMARY

With the purpose of establishing the effects of various plant regulators on the growth and development of the ear shoots in, both, the prolific corn MB 510 and the non prolific one MB 513, four experiments were carried out at random blocks design with three replica.

Three doses of the regulators IAA, MH, GA₃, CCC, Ethrel and Kinetine were used. Each plant received four applications of the hormonal treatment at the following development stages: Tassel differentiation, ear shoot differentiation, tassel emergence and silk emergence.

The regulator capacity to induce increment on the development of the second, third and fourth ear shoots in the prolific corn as well as on the second and third ear shoot of the non prolific corn was studied. In the two genotypes "secondary" ear shoots were completely developed which were differentiated on the peduncle of the main ear shoot. The general effect was an increment of the prolificity as follows: In the MB 510 corn: IAA (100 ppm) resulted in an increment of 0.82; MH (100 ppm), 0.85; GA₃ (600 ppm), 1.13; CCC (200 ppm), 0.65; Ethrel (100 ppm), 0.33 ear shoots per plant. In the MB 513 corn: IAA (200) increased 0.66; Ethrel (500 ppm), 0.39; GA₃ (30 ppm) 0.66 ear shoots per plant.

The various treatments also modified the grain numbers per plant and the accumulation of biomass in them. However, the absence of significance in the majority of results is believed to be related to the degree of regularity in the plant responses to the various treatments or, perhaps a redistribution of the accumulated matter among the grains and the formed ear shoots took place without a significant increase of accumulated dry matter. It is possible to assume that the similar responses to different treatments are related to the modification that those treatments could have produced on the auxin content of the plant.

Palabras claves: Maíz, prolificidad, reguladores del crecimiento.

INTRODUCCION

Los diferentes procesos de crecimiento y desarrollo de las plantas, además de estar determinados por factores genéticos y ambientales, son activados o inhibidos por las fitohormonas (Leopold y Kriedermann, 1975).

Gracias a su acción en la regulación de la producción y en el ajuste que hacen ante condiciones ambientales extremas (Thomas, 1976, Wareing, 1976), desde la década del 30 se inició la aplicación de fitohormonas en especies agrícolas.

Torregroza (1975), Duncan (1975), designaron como prolíficos, los híbridos o variedades de maíz que desarrollan completamente más de una mazorca por planta y no prolíficos, los que sólo desarrollan una mazorca.

Como diferencias morfológicas y fisiológicas entre maíces prolíficos y no prolíficos, Norato (1981), determinó una serie de caracteres y resaltó que los genotipos se distinguían por el número de mazorcas desarrolladas completamente y no por el número de aquellas que diferenciaban. Además observó que sobre el pedúnculo de las mazorcas desarrolladas se diferenciaban mazorcas secundarias y que de éstas la basal alcanzaba el mayor crecimiento.

Ramírez (1980), en el maíz prolífico MB 510 observó que todas las mazorcas diferenciadas sobre los nudos de la planta presentaban capacidad de crecimiento; hecho que comprobó llevando las mazorcas diferenciadas a medio de cultivo *in vitro*.

Hallauer y Troyer (1972), trabajando con maíces que desarrollan completamente la mazorca superior, determinaron que la causa para que la segunda mazorca no se desarrollara era la dominancia ejercida por la espiga sobre las mazorcas. Anderson (citado por Hallauer y Troyer) manifestó que la relación entre la auxina producida por la espiga y las giberelinas producidas por las hojas constituan un importantísimo factor en el control del desarrollo completo de las mazorcas en las diferentes variedades de maíz y que se debían seleccionar genotipos que produjeran menor cantidad de auxina en la espiga para disminuir así la dominancia de la inflorescencia apical sobre las laterales.

Goldsworthy y Colegrove (1974) estudiaron maíces mexicanos cultivados a diferentes alturas sobre el nivel del mar y concluyeron que luego de la emergencia de los pistilos la acumulación de fotoasimilados en las partes vegetativas de la planta y en la tusa de las mazorcas, limitaba la producción y que este fenómeno era causado por la falta de

vertederos activos (mayor número de granos por mazorca o mayor número de mazorcas, por planta) donde se acumulen los asimilados.

Harris *et al.* (1976) analizaron en maíces prolíficos los mecanismos responsables del aborto de la segunda mazorca y concluyeron que aquel no era ocasionado por una desigual distribución de fotoasimilados, sino que, posiblemente la polinización de la segunda mazorca activada o modificaba el transporte de una hormona inhibitoria desde la mazorca superior hacia la segunda. Al verificar experimentalmente su postulado aplicando diversas hormonas, comprobaron que ninguna de ellas modificó el número de granos por mazorca, que el ácido abscísico inducía el aborto de las mazorcas y que la auxina era la hormona represora del desarrollo de la segunda.

Sorrells *et al.* (1978) estudiaron el efecto de algunas hormonas sobre el desarrollo de la segunda mazorca en maíces no prolíficos y de la tercera mazorca en maíces prolíficos, inyectando soluciones hormonales en el entrenudo superior de la mazorca en cuestión. Determinaron que la antiauxina inducía mayor acumulación de materia seca en el grano así como el desarrollo completo de la mazorca inferior. Las kinetinas incrementaron el número de mazorcas desarrolladas en ambos tipos de maíz mientras que, las auxinas y giberelinas redujeron el número de mazorcas desarrolladas por planta.

El propósito de esta investigación fue determinar el efecto de diferentes reguladores sobre el crecimiento y desarrollo de las mazorcas en maíces prolíficos y no prolíficos.

El estudio se efectuó en el Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias "Tibaitatá" del Instituto Colombiano Agropecuario (parte experimental, Marzo-Noviembre, 1981) y en el Departamento de Biología de la Universidad Nacional de Colombia.

MATERIALES Y METODOS

Maíz prolífico MB 510 y no prolífico MB 513.

En la investigación se realizaron simultáneamente cuatro ensayos, bajo un diseño de bloques completos al azar con arreglo factorial en tres replicaciones. Los reguladores del crecimiento aplicados fueron:

1. Ensayo: Acido indol acético (AIA) e hidracida maléica (HM).
2. Ensayo: Acido giberélico (AG₃ - PRO GIBB -) y Cicocel (CCC).
3. Ensayo: Etileno (Ethrel - ácido 2 cloro etil fosfónico).
4. Ensayo: Kinetina (Furfuril amino purina).

Sobre cada tipo de maíz se aplicaron los diferentes reguladores en tres concentraciones y en las edades en que se efectuaban las siguientes etapas del desarrollo: Diferenciación de la espiga, diferenciación de las mazorcas, emergencia de la espiga y emergencia de los pistilos.

Las unidades experimentales estaban constituidas por cinco surcos con diez plantas sembradas a 0.3 m de distancia y 0.9 m entre surcos. Las aplicaciones de los reguladores se efectuaron al follaje en un volumen aproximado de 10 ml/planta. En cada unidad experimental los surcos laterales se dejaron como bordes internos y los muestreos se hicieron sobre las cinco plantas centrales del surco intermedio.

RESULTADOS Y DISCUSION

En las tablas 1 a 4 se relacionan los resultados de cada uno de los ensayos realizados con los diferentes reguladores. En el encabezamiento de las tablas se presenta la significancia obtenida por los análisis de varianza para las principales fuentes de variación: genotipos (G) y tratamientos (T). Cuando la interacción G x T revela significancia, a la derecha de los valores registrados en los diferentes tratamientos, se indica con letras la significancia dada por las pruebas múltiples para promedios de Duncan.

En las tablas se relacionan las mazorcas desarrolladas en cada uno de los diferentes tratamientos, indicándose además del número promedio, el orden de ubicación sobre la planta, desde la superior hasta la inferior, como mazorcas 1^a, 2^a, 3^a, 4^a y mazorcas secundarias (S). También se presentan los valores obtenidos por planta en el número de granos y el peso de la materia seca acumulada en los granos y en las mazorcas completas.

En términos generales se observa (Tablas 1-4) el efecto de los reguladores sobre el desarrollo de las mazorcas, especialmente en la segunda de ambos tipos de maíz, de una 3^a y 4^a mazorcas en el maíz prolífico MB 510. También se aprecia el efecto regulador en el crecimiento de mazorcas secundarias (proliferación) que se desarrollaron completamente al presentarse el crecimiento del pedúnculo de las mazorcas principales por la acción hormonal.

En el primer ensayo (Tabla 1) se trataron ambos genotipos de maíz con soluciones de AIA de 50, 100 y 200 ppm e HM de 50, 500 y 1000 ppm. En el maíz prolífico MB 510, los diferentes tratamientos incrementaron el desarrollo de la segunda mazorca con valores superiores al 74% registrado para el testigo. En el maíz no prolífico MB 513, el 47% de las plantas tratadas con AIA 200 ppm desarrollaron completamente la segunda mazorca. Y en los demás tratamientos

TABLA 1. EFECTOS DE LA AUXINA Y LA HIDRACIDA MALEICA SOBRE EL DESARROLLO DE MAZORCAS Y GRANOS Y EN LA ACUMULACION DE MATERIA SECA EN MAICES PROLIFICOS Y NO PROLIFICOS.

Genotipo * *	Tratamiento	Número promedio de mazorcas						Total	No. granos Por Planta NS	Materia seca acumulada (g.)	
		1°	2°	3°	4°	S	Granos NS			Mazorca NS	
MB 510	Hormona ppm.										
	Testigo	1.00	0.74	--	--	--	1.74	415.8	177.1	275.6	
	AIA	1.00	1.00	0.13	--	0.13	2.26	546.1	139.1	239.1	
		1.00	1.00	0.23	--	0.33	2.56	645.8	458.9	663.5	
		200	0.93	0.93	0.06	--	0.33	2.25	509.2	185.6	368.1
	HM	50	1.00	0.93	0.23	--	0.23	2.39	507.2	217.8	438.1
MB 513		1.00	0.87	0.13	--	0.40	2.40	436.3	229.3	357.9	
		1.000	0.93	0.80	0.33	0.06	0.47	2.59	406.3	221.6	329.8
	Testigo	1.00	--	--	--	--	1.00	336.5	89.3	138.6	
	AIA	50	1.00	1.33	--	--	1.33	236.6	111.1	177.2	
		100	1.00	0.20	--	--	1.20	341.7	189.2	279.2	
		200	1.00	0.47	0.06	--	0.13	1.66	430.9	196.6	293.8
	HM	50	0.93	0.13	--	0.06	1.12	380.1	236.3	316.2	
		500	1.00	--	--	0.06	1.06	298.8	84.8	156.0	
		1.000	0.93	0.06	--	0.06	1.13	213.5	100.8	180.0	

* Significancia al 5% de probabilidad

** Significancia al 1% de probabilidad

NS No significante

también se presentaron respuestas superiores al testigo. El desarrollo de una tercera mazorca se registró en MB 510 en todos los tratamientos pero con un bajo grado de regularidad, alcanzándose valores del 33% en HM 1000 ppm, así como el máximo valor de prolificidad: 2.59 mazorcas/planta.

En los dos tipos de maíz crecieron y llenaron grano, mazorcas secundarias desarrolladas sobre el pedúnculo de las mazorcas principales.

En ambos tipos de maíz, sin diferencias significativas en el número de granos por planta, se observó una tendencia en los tratamientos AIA 100 y 200 e HM 500 ppm a aumentar el número de granos; en MB 513 las dosis altas disminuyeron los valores del parámetro. En cuanto a la materia seca acumulada en los granos y en las mazorcas tampoco se presentaron diferencias significativas en las diversas fuentes de variación, pero los datos de la Tabla 1 dejan ver que en ambos maíces, los diferentes tratamientos indujeron mayor acumulación de materia seca, excepto en MB 513 AIA 50 ppm.

La HM, considerada como una antiauxina (Noodén, 1969), produjo resultados superiores a los obtenidos por Sorrells *et al.* (1978), quienes trabajando con la antiauxina Ácido naftalen-ftálico, lograron el desarrollo de una 2ª mazorca y mayor acumulación de biomasa, pero fueron contrarios cuando emplearon la auxina: ácido indol butírico, que inhibió el desarrollo de la 2ª mazorca.

En el segundo ensayo (Tabla 2), los maíces experimentales se trataron con soluciones de AG_3 de 30, 300 y 600 ppm y CCC de 100, 200 y 300 ppm. En ambos genotipos los diversos tratamientos aumentaron el desarrollo de la 2ª mazorca. En MB 510, se alcanzaron valores del 100% con los tratamientos de AG_3 30 y 300 ppm. En MB 513, un 60% de las plantas formaron grano en la 2ª mazorca al tratarse con 300 ppm de AG_3 . Los efectos de los tratamientos con CCC, aunque inductores fueron menos eficientes que los de las giberelinas en la regulación del desarrollo de un mayor número de mazorcas.

En los tratamientos con AG_3 , especialmente en el maíz prolífico y con bajo grado de regularidad, se desarrollaron una 3ª y una 4ª mazorcas.

Se formaron mazorcas secundarias en ambos genotipos, especialmente en MB 510 que al tratarse con AG_3 600 ppm las desarrolló en un 40% y con CCC en un 33%

En ambos tipos de maíz con todos los tratamientos (Tabla 2) se incrementó el grado de prolificidad con relación al testigo excepto en

TABLA 2. ACCIÓN DE LA GIBERELINA Y EL CICOCÉL EN EL DESARROLLO DE MAZORCAS Y GRANOS Y EN LA ACUMULACIÓN DE BIOMASA EN MAICES PROLÍFICOS Y NO PROLÍFICOS

Genotipo	Tratamiento	Número promedio de mazorcas					No. granos por Planta *	Materia seca acumulada (g)	
		1°	2°	3°	4°	S		Total	Granos NS
MB 510	Testigo	1.00	0.53	--	--	--	485.7	175.3	237.1
	AG ₃	1.00	1.00	0.27	--	0.63	772.9	261.0	365.6
	300	1.00	1.00	0.20	--	0.07	636.5	172.8	269.5
	600	1.00	0.87	0.33	0.06	0.40	690.6	114.8	385.2
	CCC	1.00	0.40	--	--	--	504.3	116.1	178.4
	200	1.00	0.73	0.06	0.06	0.33	515.1	265.7	370.2
MB 513	300	1.00	0.40	--	--	0.06	361.8	104.8	157.0
	Testigo	1.00	--	--	--	--	345.4	148.8	200.9
	AG ₃	1.00	0.60	0.06	--	--	585.3	151.1	232.1
	300	1.00	0.26	--	--	--	503.7	179.0	251.4
	600	1.00	0.20	--	--	0.11	301.3	125.3	185.0
	CCC	1.00	0.33	--	--	--	435.8	92.7	130.2
	200	1.00	0.20	0.06	--	0.06	385.1	128.4	193.3
	300	1.00	0.13	--	--	--	255.7	103.8	138.5

* Significancia al 5% de probabilidad

** Significancia al 1% de probabilidad

NS No significativo

MB 510 que al tratarse con CCC 300 ppm disminuyó en 0.07 mazorcas/planta. En este mismo maíz AG₃ 600 ppm aumentó 1.13 mazorcas/planta. En el genotipo no prolífico, AG₃ 30 ppm aumentó 0.66 mazorcas/planta. En MB 510 el tratamiento de 200 ppm de CCC reguló el desarrollo de mazorcas principales sobre los nudos 6°, 7°, 8° y 9°, así como de mazorcas secundarias que se formaron sobre sus pedúnculos. Una respuesta similar se observó en el maíz no prolífico al aplicársele el mismo tratamiento.

La tabla 2, también presenta los efectos de los diferentes tratamientos con giberelina y cicocel sobre el número de granos y sobre la acumulación de biomasa en los granos y en las mazorcas de las plantas.

Se registraron diferencias altamente significativas entre los genotipos y significativas en el número de granos por planta mientras que, no hubo significancia en la biomasa acumulada en el grano ni en las mazorcas. En MB 510, los tres niveles de AG₃ y CCC 200 ppm promovieron mayor acumulación de materia seca en el grano, en la mazorca completa y mayor número de granos llenados por planta.

En MB 513, AG₃ 30 y 300 ppm presentaron efecto inductor sobre los parámetros expuestos anteriormente para el genotipo prolífico mientras que, AG₃ 600 y todos los niveles de CCC actuaron como inhibidores. Los resultados anteriores antagonizan con los reportados por Cherry *et al.* (1960), Earley *et al.* (1974) y Sorrells *et al.* (1978) quienes al aplicar AG₃ lograron la inhibición del desarrollo de mazorcas inferiores y la acumulación de biomasa en el grano.

Kuraishi y Muir (1963) reportaron que el CCC reducía la concentración de auxina en las plantas tratadas, y aunque considerado ampliamente como una antigiberelina (Leopold y Kriedermann, 1975), en este ensayo el tratamiento con 200 ppm incrementó el número de mazorcas desarrolladas y la acumulación de materia seca. Abdur *et al.* (1978), trabajando con tomate lograron resultados similares al obtener la formación de mayor número de flores, así como la reducción en el número de flores abortadas.

En el tercer ensayo (Tabla 3), plantas de los maíces estudiados se trataron con soluciones de Ethrel en concentraciones de 100, 500 y 1.500 ppm. En el maíz no prolífico MB 513, se observó una tendencia a incrementar el desarrollo de una 2ª mazorca, hasta en un 33% de las plantas tratadas con 500 ppm. Resultados que también se observan al nivel del número de granos por planta y de la biomasa acumulada en los granos y mazorcas completas. Los ANAVA revelan diferencias altamente significativas entre genotipos; mientras que entre tratamientos y en la interacción T x G se observan diferencias

TABLA 3. EFECTOS DEL ETHREL EN EL DESARROLLO DE GRANOS Y MAZORCAS Y EN LA ACUMULACION DE BIOMASA EN MAICES PROLIFICOS Y NO PROLIFICOS.

Genotipo * *	Tratamiento	Número promedio de mazorcas					No. granos por planta*	Materia seca acumulada (g)	
		1°	2°	3°	4°	S		Total	granos*
MB 510	Hormona ppm.								
	Testigo --	1.00	1.00	0.06	--	--	456.3	157.5	ab 225.9
	Ethrel 100	1.00	1.00	0.26	--	0.13	493.0	191.1	ab 292.1
	500	1.00	0.73	--	--	0.20	437.3	151.2	ab 227.0
	1.500	1.00	0.66	0.20	--	0.40	341.7	179.9	ab 267.9
MB 513	Testigo --	1.00	--	--	--	--	236.0	96.8	b 149.2
	Ethrel 100	1.00	0.06	--	--	0.06	344.4	106.4	ab 164.6
	500	1.00	0.33	--	--	0.06	308.4	194.5	a 312.7
	1.500	1.00	0.20	--	--	--	287.2	129.7	ab 182.8

* Significancia al 5% de probabilidad

** Significancia al 1% de probabilidad

NS No significativo.

significativas para el número de granos y la materia seca acumulada en ellos. Las pruebas múltiples para promedios revelaron diferencias entre la materia seca acumulada en los granos del testigo del maíz no prolífico: 96,8g y del tratamiento de 500 pp.: 198,5 g, hecho que permitiría recomendar este tratamiento para incrementar la producción agrícola. En el maíz prolífico las concentraciones altas de ethrel trataron de disminuir la regularidad del desarrollo de la 2ª mazorca hasta un 34% aunque se desarrollaron otras mazorcas inferiores y secundarias. Con respecto al número de granos y a la materia seca acumulada en ellos y en las mazorcas de la planta, el mejor tratamiento fue el de 100 ppm.

Varios trabajos recopilados por Abeles (1973) señalan para el ethrel resultados similares a los obtenidos en este ensayo al inducir el desarrollo de mayor número de flores y frutos en varias especies de cucurbitáceas, piña y otras. Splittstoesser (citado por Abeles) comprobó que tratamientos de ethrel en calabaza incrementaron el número de frutos desarrollados aunque la materia seca no aumentó.

En el cuarto ensayo los maíces experimentales se trataron con soluciones de kinetina en concentraciones de 1, 10 y 50 ppm. En general se vió una tendencia a disminuir el número de mazorcas que formaron grano en ambos tipos de maíz. Así, en MB 510 se redujo en 0.53 mazorcas por planta al aplicarse 50 ppm (Tabla 4).

La reducción en el número de mazorcas por planta que llenaron grano se presentó por la falla en la emergencia de los pistilos y la no formación del grano, aunque las demás partes de la mazorca si se formaron y presentaron un crecimiento regular. Respuesta que se constituye en un tipo de esterilidad femenina ocasionada por la kinetina y de gran aplicabilidad en programas de fitomejoramiento.

En algunas ocasiones se activó el crecimiento de varias mazorcas, incluyendo mazorcas secundarias pero que tampoco llenaron grano, en otros casos el pedúnculo de la mazorca principal creció muy activamente como respuesta evidente a la inhibición de la dominancia apical ejercida por la espiga.

En este ensayo los tratamientos con los diferentes niveles de kinetina no revelaron diferencias significativas en el número de granos por planta, significativas para la biomasa acumulada en la mazorca y altamente significativas para el grano (producción agrícola). La materia seca acumulada en la mazorca reveló significancia en la interacción T x G, indicando el efecto negativo de los tratamientos 10 y 50 ppm en MB 510, los cuales disminuyeron la producción en el maíz no prolífico MB 513.

TABLA 4. EFECTOS DE LA KINETINA EN EL DESARROLLO DE GRANOS Y MAZORCAS Y EN LA ACUMULACION DE BIOMASA EN MAICES PROLÍFICOS Y NO PROLÍFICOS

Genotipo *	Tratamiento	Número promedio de mazorcas					Total	No. granos por planta NS	Materia seca acumulada (g)	
		1°	2°	3°	4°	S			grano **	mazorca #
MB 510	Hormona	ppm								
	Testigo	--	1.00	1.00	0.06	--	2.06	524.3	231.3	403.5 a
	Kinetina	1	0.93	0.80	--	0.20	1.93	450.2	200.5	307.0 a
MB 513	Testigo	--	1.00	1.00	0.80	0.26	2.06	493.3	209.3	309.8 b
	Kinetina	10	0.93	0.60	--	--	1.53	400.5	108.6	182.6 b
	Testigo	--	1.00	--	--	--	1.00	382.0	160.2	223.4 b
MB 513	Kinetina	1	0.93	--	--	--	0.93	372.5	154.7	248.2 b
	Kinetina	10	1.00	--	--	--	1.00	327.8	136.0	196.8 b
	Testigo	50	1.00	--	--	--	1.00	337.6	138.2	206.6 b

* Significancia al 5% de probabilidad

** Significancia al 1% de probabilidad

NS No significativo.

Sorrells *et al.* (1978), también reportaron resultados similares a los de este ensayo al disminuir el número de mazorcas desarrolladas en maíces tratados con kinetinas.

Los resultados obtenidos en estos ensayos y los reportados por Norato (1981), Hallauer y Troyer (1972), Harris *et al.* (1976), revelan que el desarrollo completo de sólo una o dos mazorcas, con relación al alto número de mazorcas diferenciadas: 12-13, en la planta de maíz, puede estar determinada por las correlaciones que se establecen entre la espiga y las mazorcas o entre la mazorca superior y las inferiores a través de las sustancias hormonales allí producidas y los efectos morfogénicos por ellas regulados. Dichas correlaciones se manifiestan especialmente en la dominancia a pical ejercida por la espiga y/o la mazorca principal sobre las mazorcas inferiores y que pudo ser suprimida por la aplicación de los reguladores empleados.

De los resultados consignados en las Tablas 1 a 4, se deduce que el efecto sobre el incremento en el número de mazorcas desarrolladas se debe entender como una acción fisiológica de los reguladores en la activación del crecimiento de las mazorcas y en la redistribución de fotoasimilados entre los vertederos activados (granos y mazorcas), pues en la mayoría de los resultados los ANAVA no revelaron diferencias significativas en la acumulación de materia seca en granos y mazorcas, por lo que se puede entender que la biomasa total acumulada en las plantas tratadas se redistribuyó en las mazorcas que normalmente se desarrollaban y en las activadas por la acción de los reguladores. La falta de significancia se puede entender también como causada por la falta de homogeneidad en la respuesta de las plantas tratadas; como se observa en las Tablas 1 a 4, el número promedio de mazorcas desarrolladas en las diferentes posiciones de la planta, no siempre fue igual a la unidad, especialmente en las mazorcas inducidas a su desarrollo, como fue en las mazorcas 2^a, 3^a, 4^a y secundarias, hecho que nos revela la irregularidad de las respuestas.

De otra parte, también se debe pensar que, las respuestas alcanzadas en estos ensayos se relacionan con la metodología empleada, especialmente en cuanto hace referencia a las cuatro épocas en que se realizaron los tratamientos, pues se buscaba modificar el efecto de la dominancia de la espiga, incrementar el número de mazorcas y granos diferenciados e inducir su desarrollo con nuevos vertederos.

Así mismo, se debe considerar que en algunos casos la respuesta fue inductora y a la vez inhibidora, para procesos diferentes ocurridos sobre la misma mazorca o la misma planta. También es probable que al modificarse la relación fuente-vertedero, la eficiencia fotosintética de la planta fuera insuficiente para soportar el crecimiento de los nuevos vertederos.

El hecho de que las diferentes sustancias hormonales empleadas en esta investigación produjeran resultados similares, se debe quizá a que bajo diferentes mecanismos de acción, modificaron la acción inhibitoria de los reguladores producidos en la espiga y la mazorca superior. Así, la auxina aplicada y transportada a las mazorcas no activadas indujeron sobre éstas la diferenciación de vasos y tubos y su empalme con los tejidos conductores del eje principal, facilitando de esta manera la conducción de asimilados a la mazorca (Wilkins 1969). La HM, antiauxina, modificaría la acción inhibitoria de la auxina producida en la espiga y mazorca superior (Noodén, 1969). El CCC, antigiberelina, reduce el nivel de la auxina endógena en las plantas tratadas (Kuraishi y Muir, 1963). El ethrel (Gahagan, 1978) y las kinetinas (Lee, 1971) promueven la actividad de las AIA-oxidasas, causando la disminución de la auxina en las plantas tratadas.

Los resultados obtenidos en este trabajo permiten proponer el uso de los reguladores del crecimiento como una de las tecnologías aplicables para aumentar la prolificidad y el rendimiento de los maíces cultivados en Colombia, ya que además, existe la posibilidad de incrementar estos resultados al mejorar la metodología aplicada e incluirse en los programas de fitomejoramiento, cuyos incrementos han sido relativamente bajos; así Torregraza (1974), luego de cinco ciclos de selección por prolificidad en maíz Harinoso Mosquera I Sim. 2, sólo obtuvo incrementos del 14% y 28% en rendimiento y prolificidad.

BIBLIOGRAFIA

- ABDUR, K., A. GAHAM & G. HARRIS. 1978. Effects of CCC on the formation and abortion of flowers in tomato. *Ann. Bot.*, 42: 617-625.
- ABELES, F., 1973. Ethylene in plant biology. Academic Press. New York. pp. 302.
- CHERRY, J., A. LUND & E. EARLEY. 1960. Effects of giberellic acid on growth and yield of corn. *Agronomic J.*, 4: 167-170.
- DUNCAN, W. 1975. Maize. *En: Evans, L. Crop physiology.* Camb. Univ. Press. London. pp 23-50.
- EARLEY, E., J. LYONS, E. INSELBERG, R. MAIER & E. LENG. 1974. Ear shoot development of midwest dent corn. III. *Agric. Exp. Stn. Bull.* 747. 52 p.
- GAHAGAN, H. 1978. Effect of ethylene on peroxidase activity. *Physiol. Plant.* 21: 1270-1279.
- GOLSWORTHY, P. & M. COLEGROVE. 1974. Growth and yield highland maize in Mexico. *J. Agric. Sci.*, 83: 213-221.

- HALLAUER, A. & A. TROYER. 1972. Prolific corn hybrids and minimizing risk of stress. En: *Ann. Corn. and Sorghum Res. Conf.* 27, Ames Proc. Iowa State University: 140-156.
- HARRIS, R. R. MOLL & C. STUBER. 1976. Control and inheritance of prolificacy in maize. *Crop. Sci.*, 16: 843-850.
- KURAIISHI, S. & R. MUIR. 1963. Mode of action of growth retarding chemical. *Plant Physiol.* 38: 19.
- LEE, T. 1971. Cytokinin controlled indolacetic oxidase isoenzymes in tobacco callus cultures. *Plant Physiol.*, 47: 181-185.
- LEOPOLD, A. & P. KRIEDERMANN. 1975. *Plant growth and development*. McGraw Hill. London. pp 476.
- NOODEN, L. 1969. The mode of action of maleic hydrazide. Inhibition of growth. *Physiol. Plant.* 22: 260-270.
- NORATO, J. 1981. Estudio comparativo del crecimiento y desarrollo en variedades prolíficas y no prolíficas de maíz. Bogotá, Universidad Nacional. ICA. pp. 178 (Tesis M.S.)
- RAMIREZ, A. 1980. Algunos estudios fisiológicos de prolificidad en maíz. Bogotá. Universidad Nacional pp. 146. (Tesis Biología).
- SORRELLS, M., R. HARRIS & J. LONNQUIST. 1978. Responses of prolific maize to growth regulating chemical. *crop. Sci.*, 18: 783-787.
- THOMAS, T. 1976. Growth regulation in vegetable crops. *Outlook on Agric.* 9: 62-67.
- TORREGROZA, M. 1974. Ocho ciclos de selección masal divergente por mazorca por planta en una variedad sintética de maíz. *En: Torregroza. M.: C. Díaz; E. Arias. Tres artículos científicos sobre métodos de mejoramiento genético y estabilidad fenotípica en maíz*. Bogotá, Instituto Colombiano Agropecuario. Programa de Maíz y Sorgo. p. 1-25.
- TORREGROZA, M. 1975. Variedades e híbridos de maíz para una alta productividad. *En: El cultivo del maíz*, Inst. Col. Agrop. Tibaitatá. Colombia. pp. 122-133.
- WAREING, R. 1976. Modification of plant growth by hormones and others growth regulators. *Outlook on Agric.*, 9: 42-46.
- WILKINS, M. 1969. *The physiology of plant growth and development*. Mc.Graw Hill. London. pp. 1126.

AGRADECIMIENTO

A los Doctores Reinaldo Reyes y Héctor Laverde del Programa Nacional de Fisiología Vegetal del Instituto Colombiano Agropecuario y a los estudiantes de la Carrera de Biología de la Universidad Nacional de Colombia quienes colaboraron en el desarrollo de esta investigación.