

CRESCIMENTO, DIFERENCIAÇÃO E PRODUÇÃO EM PLANTAS DE SORGO GRANÍFERO, Sorghum bicolor (L.) Moench, TRATADAS COM OS ÁCIDOS GIBERÉLICO-3 E  $\alpha$ -NAFTALENOACÉTICO

◇

POR

JOÃO ARAMIS DOURADO CORDEIRO

Dissertação apresentada ao Departamento de Fitotecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, como parte dos requisitos para a obtenção do Grau de "Mestre em Fitotecnia".

Fortaleza - Ceará  
Setembro/1979

DECLARAÇÃO DO AUTOR

Esta dissertação faz parte dos requisitos exigidos pelo Departamento de Fitotecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, para obtenção do Grau de "Mestre em Fitotecnia".

A reprodução ou transcrição parcial desta dissertação é permitida desde que se faça a citação da fonte e autor.

---

JOÃO ARAMIS DOURADO CORDEIRO

APROVADA, em 28/9/1979

---

Prof. RAIMUNDO GLADSTONE MONTE-ARAGÃO, Ph.D.  
- Orientador -

---

Prof. JOSÉ FERREIRA ALVES, M. Sc.  
- Conselheiro -

---

Prof. CLAIRTON MARTINS DO CARMO, M. Sc.  
- Conselheiro -

---

Prof. HERMANO GORDIANO DE OLIVEIRA, M. Sc.  
- Convidado -

À minha esposa e aos meus filhos,  
ã minha mãe e ã memoria de MARIA  
DOURADO LEITÃO

DEDICO este trabalho.

## AGRADECIMENTOS

À Fundação Universidade Federal do Acre pela oportunidade e ajuda financeira concedida para a realização do Curso de Pós-Graduação.

À Coordenação do Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), através do Plano Integrado de Capacitação de Docente (PICD), pela bolsa de estudo concedida.

À Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Fitotecnia na pessoa do Professor CLAIRTON MARTINS DO CARMO, pelo atendimento dispensado no decorrer do curso, e pela revisão dos originais.

Ao Professor Dr. RAIMUNDO GLADSTONE MONTE ARAGÃO, pela amizade, estímulo e segura orientação durante o desenvolvimento do trabalho.

Ao Professor JOSÉ FERREIRA ALVES pela amizade e valiosas sugestões apresentadas.

Ao Professor HERMANO GORDIANO DE OLIVEIRA, pela presença na banca de defesa de dissertação.

Aos meus colegas do curso pela colaboração e amizade durante os dois anos de convivência, especialmente aos colegas ARTUR SILVA FILHO, MARIA CRISTINA DE ALBUQUERQUE, ANTONIO VALDINAR DE CARVALHO CUSTÓDIO, VICENTE DE PAULO QUEIROGA, LAU DEMIRO BALDOINO DA NOBREGA e GENÁRIO MARCOLINO DE QUEIROZ.

Enfim, às funcionárias MARIA DA CONCEIÇÃO ALVES CARDOSO e ANA DE FÁTIMA ALMEIDA, que cooperaram para execução deste trabalho, meus sinceros agradecimentos.

## CONTEÚDO

	<u>Página</u>
LISTA DE QUADROS .....	v.
INTRODUÇÃO .....	01
REVISÃO DE LITERATURA .....	03
Auxinas e Crescimento .....	04
Auxinas e Produção .....	06
Giberelinas .....	07
Giberelinas e Crescimento .....	08
Giberelinas e Produção .....	10
MATERIAL E MÉTODOS .....	13
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	18
Período de Floração .....	18
Altura das Plantas .....	20
Número e Comprimento dos Entrenós .....	23
Peso Fresco e Seco das Plantas .....	25
Peso Fresco das Panículas e Peso total das Se- mentes .....	27
Peso de 100 Sementes .....	30
RESUMO E CONCLUSÕES .....	34
LITERATURA CITADA .....	36
APÊNDICE .....	42

LISTA DE QUADROS

<u>QUADRO</u>		<u>Página</u>
01	Precipitações pluviométricas (mm) registradas no município de Fortaleza, no período de janeiro a maio. Fortaleza - Ceará - Brasil, 1979 .....	13
02	Dados relativos a intensidade luminosa (Lux), no local do experimento, no Campus do "Pici" da Universidade Federal do Ceará. Fortaleza - Ceará - Brasil, 1979 .....	15
03	Número de dias para início e término do processo de floração das plantas de sorgo granífero, <u>Sorghum bicolor</u> (L.) Moench, tratadas com ácido giberélico e o ácido $\alpha$ -naftalenoacético em diferentes concentrações. Fortaleza - Ceará - Brasil, 1979 .....	19
04	Altura média das plantas (cm) de sorgo granífero <u>Sorghum bicolor</u> (L.) Moench, determinadas aos 104 dias após a germinação, tratadas com ácido giberélico e ácido $\alpha$ -naftalenoacético em diferentes concentrações. Fortaleza - Ceará - Brasil, 1979 .....	21
05	Número e comprimento dos entrenós de plantas de sorgo granífero <u>Sorghum bicolor</u> (L.) Moench, tratadas com diferentes concentrações de ácido giberélico e ácido $\alpha$ -naftalenoacético. Fortaleza - Ceará - Brasil, 1979 .....	24

QUADROPágina

06	Pesos fresco e seco das plantas de sorgo granífero <u>Sorghum bicolor</u> (L.) Moench, tratadas com diferentes concentrações de ácido giberélico e ácido $\alpha$ -naftalenoacético. Fortaleza - Ceará - Brasil, 1979 .....	26
07	Peso fresco das panículas e peso total de sementes obtidas de plantas de sorgo granífero, <u>Sorghum bicolor</u> (L.) Moench, tratadas com diferentes concentrações de ácido giberélico e ácido $\alpha$ -naftalenoacético. Fortaleza - Ceará - Brasil, 1979 .....	29
08	Peso de 100 sementes (g) obtidas de plantas de sorgo granífero <u>Sorghum bicolor</u> (L.) Moench, tratadas com diferentes concentrações de ácido giberélico e ácido $\alpha$ -naftalenoacético. Fortaleza - Ceará - Brasil, 1979 .....	31
09	Coefficientes de correlação entre diversos parâmetros de desenvolvimento das plantas de sorgo granífero <u>Sorghum bicolor</u> (L.) Moench, tratadas com ácido giberélico e o ácido $\alpha$ -naftalenoacético em diferentes concentrações. Fortaleza - Ceará - Brasil, 1979 .....	33
10	Análise da variância da altura das plantas de sorgo granífero <u>Sorghum bicolor</u> (L.) Moench, tratadas com ácido giberélico e o ácido $\alpha$ -naftalenoacético em diferentes concentrações. Fortaleza - Ceará - Brasil, 1979 .....	43

QUADROPágina

11	Análise da variância do número de entrenós das plantas de sorgo granífero <u>Sorghum bicolor</u> (L.) Moench, tratadas com ácido giberélico e o ácido $\alpha$ -naftalenoacético em diferentes concentrações. Fortaleza - Ceará - Brasil, 1979 .....	44
12	Análise da variância do comprimento dos entrenós das plantas de sorgo granífero <u>Sorghum bicolor</u> (L.) Moench, tratadas com ácido giberélico e ácido $\alpha$ -naftalenoacético em diferentes concentrações. Fortaleza - Ceará - Brasil, 1979 .....	45
13	Análise da variância do peso fresco das plantas de sorgo granífero <u>Sorghum bicolor</u> (L.) Moench, tratadas com ácido giberélico e o ácido $\alpha$ -naftalenoacético em diferentes concentrações. Fortaleza - Ceará - Brasil, 1979 .....	46
14	Análise da variância do peso seco das plantas de sorgo granífero <u>Sorghum bicolor</u> (L.) Moench, tratadas com ácido giberélico e o ácido $\alpha$ -naftalenoacético em diferentes concentrações. Fortaleza - Ceará - Brasil, 1979 .....	47
15	Análise da variância do peso das panículas de sorgo granífero, <u>Sorghum bicolor</u> (L.) Moench, tratadas com ácido giberélico e o ácido $\alpha$ -naftalenoacético em diferentes concentrações. Fortaleza - Ceará - Brasil, 1979 .....	48

QUADROPágina

- |    |   |    |
|----|---|----|
| 16 | Análise da variância do peso total das sementes das plantas de sorgo granífero <u>Sorghum bicolor</u> (L.) Moench, tratadas com ácido giberélico e o ácido $\alpha$ -naftalenoacético em diferentes concentrações. Fortaleza - Ceará - Brasil, 1979 ..... | 49 |
| 17 | Análise da variância do peso de 100 sementes de sorgo granífero <u>Sorghum bicolor</u> (L.) Moench, tratadas com ácido giberélico e o ácido $\alpha$ -naftalenoacético em diferentes concentrações. Fortaleza - Ceará - Brasil, 1979 .....                | 50 |

## INTRODUÇÃO

O Sorgo, planta da família das gramíneas está entre os cereais mais importantes do mundo, sendo uma fonte alimentícia importante para o homem e animais. É encontrado nos seis continentes, em regiões cuja altitude varia desde o nível do mar até 3.500 m. Existem indícios de que seria originário da África Oriental, provavelmente da Etiópia e Sudão.

Na Índia, China e África, o sorgo é uma cultura de grande importância econômica, uma vez que representa uma das principais fontes de alimentos para suas populações. Nas Américas, o seu cultivo é feito quase que exclusivamente para atender a alimentação animal. No Brasil o sorgo é cultivado em grande escala nos Estados do Rio Grande do Sul, São Paulo, Goiás e Minas Gerais. No Nordeste, o cultivo racional visa, principalmente, a alimentação animal, seja na forma de grãos ou de forragem. Tendo em vista que, o sorgo se adapta bem as condições de longas estiagens, produzindo ainda alimentos de alto teor nutritivo e boa produção de massa verde.

Considerando que no Nordeste brasileiro o crescimento populacional é maior que a produção agropecuária, torna-se evidente uma maior demanda de alimentos. Em razão disto, o sorgo assume papel de importância nesta região. Com a finalidade de atender uma procura crescente desse cereal, os programas de pesquisas têm tentado introduzir novas técnicas de cultivo e variedades melhoradas, com o objetivo de obter maior produtividade.

Entre as técnicas empregadas na melhoria de produção da cultura do sorgo, os reguladores do crescimento vegetal têm recebido grande atenção por parte dos pesquisadores de todo o mundo. Os reguladores do crescimento são substâncias químicas que afetam (induzem ou inibem) os processos fisiológicos das plantas, principalmente a divisão e alongação celular; a

formação de outras enzimas; a síntese de DNA, RNA e proteínas; a dominância apical; o enraizamento de estacas de caules, raízes e folhas; a floração, frutificação, abscisão de frutos e a partenocarpia.

De um modo geral, os reguladores do crescimento têm participação nos processos de crescimento e diferenciação da planta, pois cada tipo de regulador produz muitas respostas fisiológicas. Os reguladores do crescimento, provavelmente não atuam isoladamente mas em interação com outras substâncias e suas respostas, é muitas vezes, o resultado do balanço entre os promotores e os inibidores do crescimento. As condições ambientais alteram o crescimento das plantas pela alteração nos níveis dos diversos reguladores do crescimento presentes nos tecidos. Estas variáveis podem afetar síntese, transporte e inativação dos reguladores. As auxinas e giberelinas são reguladores que apresentam sinergismo para acelerar o desenvolvimento da planta. A presença das giberelinas usualmente aumentam o nível de auxina na planta, possibilitando uma ação mais efetiva pelo balanço hormonal.

O objetivo do presente trabalho foi avaliar os efeitos dos ácidos giberêlico-3 e  $\alpha$ -naftalenoacético no crescimento, diferenciação e produção com plantas de sorgo granífero.

## REVISÃO DE LITERATURA

Durante anos inúmeras idéias têm procurado explicar o mecanismo de ação das auxinas no desenvolvimento das plantas. Trabalhos como os de DARWIN (1897) e PAAL (1919) mostraram existir uma estreita correlação entre o local de síntese e o conteúdo de auxinas com o processo de crescimento das plantas. WENT (1928) demonstrou que as auxinas se difundiam do topo para a base do coleoptilo, e que sua taxa de crescimento está associada com o conteúdo endógeno de auxina nos tecidos. KOGL et al. (1934) isolaram em forma pura, três substâncias naturais altamente ativas, as auxinas a e b e o ácido indoleacético. Posteriormente, ficou comprovado que as auxinas a e b não eram produtos naturais das plantas. Contudo, KOGL et al. (1934) isolaram em forma pura o ácido indoleacético (AIA) do grão de milho, ficando assim constatado que ele era a auxina mais abundante em plantas.

Auxinas é o termo genérico para um grupo de compostos orgânicos caracterizados por terem a capacidade de induzirem a alongação celular. Algumas auxinas são produzidas naturalmente pelas plantas, enquanto outras são sintéticas. Estes compostos são geralmente ácidos orgânicos com núcleos cíclicos insaturados ou derivados destes. Dentre o grupo de substâncias sintéticas que têm função auxínica, de uso mais comum, são os ácidos  $\alpha$ -naftalenoacético, indolbutírico e 2-4-diclorofenoxiacético. Em adição, aos efeitos no crescimento, as auxinas participam amplamente nos processos de organização da planta, incluindo a regulação diferencial, nas taxas de crescimento, no tropismo, dominância apical e na regulação do fenômeno de diferenciação. Segundo TANG & BONNER (1947) a auxina endógena pode ter seus efeitos estimulatórios inibidos pelo AIA oxidase e que a distribuição da enzima estava relacionada com as taxas de crescimento. Esta oxidação é bem conhecida por envolver a evolução do  $\text{CO}_2$  e consumo de  $\text{O}_2$  em quantidades aproximadamente

equivalentes (WAGENKNECHT & BURRIS, 1950).

### Auxinas e Crescimento

O efeito das auxinas em estimular o crescimento, varia diferentemente nos diversos órgãos da planta. Segundo NITSCH (1950), o embrião é o principal local de síntese de auxina, na maioria dos frutos em crescimento. HEMBERG (1955) também confirmou que, nas sementes, o embrião é a maior fonte de auxina.

HEYN (1931) verificou que a auxina atua na parede celular aumentando a plasticidade provavelmente, pela quebra das ligações entre as microfibrilas de celulose da mesma. Já THIMANN (1937) admite que as raízes têm pequena sensibilidade ao efeito das auxinas, devido ao conteúdo endógeno destas estar acima do nível necessário para promover o crescimento. ARTHUR & BURG (1967), ao estudarem o efeito do ácido indoleacético no crescimento de raízes de ervilha, observaram que aplicações em baixas concentrações desse hormônio inibia o crescimento, em razão da maior síntese de etileno. ARTHUR & STANLEY (1970) verificaram também que a aplicação de auxinas nas raízes inibe seu crescimento, devido estimular a produção de etileno.

DOUGLAS & ABELLES (1975), ao aplicarem o N-1-ácido naftiltalâmico (NPA), 3, 3a-dihidro-2-p-fenilmetox-8H-pirazol-5-1- $\alpha$ -isoindol-8-1 (DPX1840) e o 2, 3, 5-ácido triiodobenzoico (TIBA), em plântulas de Pisum sativa, evidenciaram que as referidas substâncias inibiram o geotropismo das raízes, sendo que o NPA e o DPX1840 causaram nodulações celulares nas raízes, em razão da inibição da elongação pelo etileno.

BRANCHES & GRINCO (1962), citado por LEOPOLD & KRIEDEMANN (1975), estabeleceram uma correlação entre o conteúdo de auxina de raízes longas e curtas, obtendo plantas de raí

zes longas com o aumento contínuo do suprimento de auxina, e raízes curtas com a diminuição deste suprimento. PILET (1951), trabalhando com extrato de raízes de diversas espécies vegetais, observou que as maiores concentrações de auxina se encontram nos 2 mm iniciais da extremidade das raízes, região esta onde o crescimento era bastante ativo. Já SCOTT & BRIGGS (1960) observaram que a taxa de crescimento em caules de ervilha diminuía do ápice para a base, ou seja da região de maior para a de menor concentração de auxina.

DAVIES et al. (1976), ao pulverizarem raízes injuriadas de plântulas de milho, entre 0,5 e 5 mm do topo, com AIA marcado, observaram que o AIA radioativo aplicado a 0,5 mm do topo da raiz, deslocou-se basipetalmente, atingindo uma distância de 8 mm da região de aplicação. Verificaram também, que o movimento na zona de 2 a 5 mm foi idêntico nas duas direções, sendo que as maiores concentrações de AIA foram encontradas na faixa de 0,5 a 2 mm da ponta da raiz. Em razão dos resultados observados, os autores sugerem que AIA endógeno existente nas extremidades das raízes podem translocar na zona de crescimento e causarem a inibição unilateral do mesmo.

SILBERGER & SKOOG (1953) observaram que o crescimento de tecidos fumo induzido pelo AIA era precedido pelo proporcional aumento do RNA e que este aumento da concentração de auxina produzia um crescimento máximo.

THIMANN (1969) sugeriu que a auxina ativa um tipo de RNA mensageiro que induz à síntese de específicas proteínas e enzimas promovendo o crescimento da planta. Para SACHER & SALMINEN (1969) e SOLEIMANI et al. (1970) a síntese de proteínas e enzimas parece constituir um dos pré-requisitos para que haja indução do crescimento pela auxina, embora o efeito da auxina na síntese do mRNA parece ser quantitativo e não qualitativo.

### Auxinas e Produção

O efeito da auxina na polinização pode ser demonstrado pelos trabalhos desenvolvidos por FITTING (1905), citado por WEAVER (1972) e GUSTAFSON (1936). O primeiro autor constatou que a aplicação de extrato aquoso de pólen de flores de orquídeas estimulava o crescimento do ovário, devido provavelmente à presença de um hormônio. Já o segundo, afirmou que as auxinas estimulam a polinização e que o desenvolvimento completo do fruto pode ser ativado pela aplicação de auxinas sintéticas em ovários não fertilizados.

Segundo WEAVER (1972), as substâncias sintéticas com efeito auxínico como o 4-ácido 1/1-clorofenoxiacético (4-CPA) ou o ácido B-naftoxiacético (BNOA) induzem a formação de frutos. O AIA é usualmente ineficiente, provavelmente devido sua instabilidade à luz onde é rapidamente destruído na planta por processos oxidativos. As auxinas são mais efetivas em frutos com muitos óvulos, tais como: figo, beterraba, tomate, fumo. Embora a correlação existente entre o número de sementes e o tamanho final do fruto, e entre a distribuição das sementes e a forma do fruto, isto não significa dizer que exista uma correlação entre o conteúdo total de auxina produzidas nas sementes e o tamanho do fruto. NITSCH (1952 e 1955), trabalhando com morango, verificou que o tamanho dos frutos estava correlacionado com o conteúdo de auxina livre nas sementes e não com o conteúdo total. Em razão disto, hipotetizou que o crescimento do fruto não estava relacionado com a auxina total, mas com um complexo que pode ser controlado por uma ou mais auxina específica.

DAS (1963), ao aplicar o ácido  $\alpha$ -naftalenoacético nas concentrações de 50 e 200 ppm, no ápice da planta e na base da folha de Ananas comosus (L.) Merr, variedade "Smooth Cayenne", observou, em relação às plantas não tratadas, que: (1) o florescimento teve uma precocidade de 7 dias; (2) o pe

ríodo de diferenciação das flôres, o desenvolvimento e amadurecimento dos frutos foi prolongado em 7 dias; (3) houve aumento no peso e dimensão dos frutos; (4) o número total de bagas e o tamanho das bagas por fruto aumentaram significativamente e, (5) houve aumento na elongação do pedunculo do fruto.

O emprego de 50 e 200 ppm de ANA e AIA, em plantas de abacaxi, permitiu a DAS e BURRUAH (1966), a constatação das seguintes evidências: (1) que ANA isolado ou associado com AIA apesar de ter promovido maior crescimento das plantas não apresentou, no entanto, efeito significativo no número de folhas, quando comparado ao obtido para o controle; (2) o antagonismo entre ANA e AIA foi manifestado pela acentuada redução no número de flôres das plantas pulverizadas com a mistura das duas substâncias químicas; (3) o efeito antagônico de AIA sobre ANA foi menos pronunciado nos níveis mais elevados; (4) ANA e AIA anteciparam o florescimento em 8 e 6 dias e o amadurecimento dos frutos foi prolongado em 11 dias nas plantas tratadas com as substâncias isoladas ou em combinação; (5) o peso e tamanho dos frutos não aumentaram significativamente após o tratamento com auxina.

#### Giberelinas

Durante alguns anos as auxinas foram reconhecidas como as únicas substâncias reguladoras do crescimento em plantas. Entretanto, KUROSAWA (1926), ao estudar na cultura do arroz o agente responsável pelo excessivo crescimento das plantas descobriu um grupo de substâncias que foram denominadas de giberelinas. As giberelinas são diterpenoides que possuem geralmente quatro anéis e são constituintes naturais das plantas. O número de giberelinas isoladas varia com respeito a presença ou ausência de um anel insaturado, número e posição de hidroxilas e o número de carboxilas.

O seu mecanismo de ação nas diferentes partes e ór

gãos de diversas espécies vegetais não está ainda bem esclarecido. Entretanto, acredita-se que em algumas espécies elas possam induzir o crescimento, aumentar a dominância apical, acelerar o processo de divisão celular, modificar o RNA produzido no núcelo e aumentar o tamanho de frutos.

Dentre as giberelinas, o ácido giberélico-3, tem sido o mais estudado e o seu modo de ação na planta, pode ser avaliado tanto ao nível celular como nos diversos órgãos da planta.

### Giberelinas e Crescimento

O efeito das giberelinas no crescimento das plantas, está relacionado com o mecanismo de divisão e alongação celular. Segundo KOGL & ELEMA (1960), a alongação celular é devido a hidrólise do amido da parede celular, resultante da produção de  $\alpha$ -amilase pela indução do ácido giberélico-3 no aumento na concentração de açúcar, aumentando a pressão osmótica da seiva celular e da água no interior da célula. Por outro lado PHINNEY (1956) relata que as respostas das plantas ao crescimento, está relacionada com o conteúdo endógeno do  $AG_3$ . Já STOWE & YAMAKI (1959) afirmaram que a aplicação da giberelina em caules estimula o crescimento de tecidos jovens dos entrenós. Por outro lado SACHS et al. (1960) reportaram que a aplicação de giberelina em caules produz um aumento na divisão celular do meristema apical, promovendo a formação de um grande número de células e a alongação individual de cada célula. No entanto BRIAN et al. (1959) verificaram que a aplicação de giberelinas em plantas de floresta retardava o desenvolvimento das folhagens, a abscisão e estimulava o crescimento de caules.

SERZEDELLO et al. (1958), ao usarem concentrações de ácido giberélico-3 em alface, encontraram que 10 e 50,0 mg/l apesar de antecipar o florescimento em 15 e 20 dias, promo

viam o crescimento rápido das plantas e tornavam impróprias para o consumo. Os autores constataram também, que 1,0 mg/l do ácido era ainda prejudicial à cultura.

BRADFORD & EWING (1958) estudaram os efeitos do ácido giberélico-3 em sementes e plântulas de algodão. As sementes quando submergidas em soluções de 50,0, 100,0 e 200,0 ppm de  $AG_3$  por 24 horas e 30 minutos, antes do plantio, ou pulverizadas com 100,0, 500,0 e 100,00 ppm do mesmo ácido resultaram em redução significativa no "stand", apresentaram aumento significativo na altura das plântulas, no comprimento e largura dos cotilédones. As plântulas pulverizadas com 25,0, 50,0, 100,0, 200,0 e 500,0 ppm de  $AG_3$  também apresentaram aumento considerável na altura das plântulas, no comprimento e largura dos cotilédones. Os autores encontraram ainda, aumento no comprimento dos primeiros entrenós e redução no comprimento e largura da segunda folha.

Para avaliar a influência de aplicação semanais de ácido giberélico-3 em trigo de inverno, ALLAN *et al.* (1959) trabalharam, em casa de vegetação, com as variedades 1 anã-Tom Thumb, 3 semi-anã - Seu Seun 27, Norin 10 x Brevor 2238, Norin 10 x Brevor, Burt e Kharkof 22, sendo as duas últimas de altura padrão. Os resultados encontrados mostraram que: (1) as variedades anã e semi-anã não revelaram qualquer alteração significativa na sua altura, entretanto, as plantas de altura normal tiveram seu crescimento aumentado de modo significativo; (2) nas variedades de altura intermediária a emergência da espiga foi significativamente mais rápida, sendo que o estímulo máximo foi observado nas plantas tratadas com 100,0 ppm e a aplicação de 1000,0 ppm do ácido produziu efeitos inibitórios em algumas plantas. CHERRY *et al.* (1960) efetuaram em híbridos de milho no estágio de desenvolvimento, aplicações semanais de 10,0, 50,0, 100,0 e 200,0 ppm de  $AG_3$  potássico. Os resultados revelaram que apesar do crescimento ter sido retardado em 6 dias e ocorrer redução na área foliar, houve no entanto, aumen

to na altura das plantas, no número de nós e no tamanho do primeiro nó da espiga. Os autores constataram também que os níveis de  $AG_3$  aplicados nos estágios iniciais de vida das plantas ocasionavam redução no tamanho e peso das espigas, ao passo que, o seu uso nos estágios mais avançados do crescimento resultou apenas num pequeno aumento da área foliar e aparecimento frequente de plantas macho-esteril com o emprego de 100,0 e 200,0 ppm.

As concentrações 0,08; 0,2; 0,4; 0,8 e 1,2 mg de ácido giberélico aplicadas nos entrenós de plantas jovens de Xanthium pennsylvanicum aceleraram significativamente a taxa de iniciação foliar, promoveram aumento no número de entrenós, reduziram o crescimento de 3,3 para 1,9 dias e diminuíram significativamente a área e comprimento das folhas (MAKSYMOWYCH & MAKSYMOWYCH, 1973).

#### Giberelinas e Produção

WEAVER (1958) reportou que a ação reguladora do  $AG_3$  na frutificação principia com a habilidade deste em estimular o "Fruit Set".

ALDER et al. (1959) trataram plantas de milho em diferentes estágios de desenvolvimento com (1 e 3 mg/l) de ácido giberélico. Os resultados mostraram que: (1) em certos estágios do desenvolvimento, o ácido giberélico produziu aumento significativo na altura das plantas; (2) as plantas tratadas, independente da época de aplicação do ácido, não diferiram significativamente das não tratadas com respeito, tanto ao peso das plantas para silagem e quanto ao peso das espigas maduras.

As concentrações de 1,0; 2,5; 5,0 e 10,0 ppm de ácido giberélico usadas por SIMÃO et al. (1960), em plantas de alface, ocasionaram aumento no peso, comprimento das hastes, e no número de folhas, havendo no entanto redução no peso das fo

lhas e no diâmetro das hastes. Observaram ainda, aceleração no processo de florescimento das plantas, e perda de coloração das folhas.

PAULI & STICKLER (1961) pré-embeberam sementes de sorgo granífero em soluções de 0,0, 25,0, 50,0, 75,0 e 100,0 ppm de  $AG_3$  a uma temperatura de 21°C. As plantas oriundas dessas sementes foram pulverizadas com soluções de 100,0 e 200,0 ppm do mesmo ácido quando as plantas tinham 30 e 60 cm de altura respectivamente. Verificaram uma aceleração no processo de germinação nas primeiras 48 horas, mas não houve aumento significativo para o período de floração, altura das plantas, maturidade e produção de grãos.

STICKLER & PAULI (1962), trataram plantas de sorgo granífero com  $AG_3$  em diversas aplicações com uma mesma concentração e diversas aplicações em diferentes concentrações. Verificaram que para o tratamento apenas com a variação do número de aplicações não houve aumento na produção de grãos. No entanto, quando variaram as aplicações em diferentes concentrações, verificaram um aumento na produção de grãos principalmente nas soluções de 10% de  $AG_3$ .

MATHUR & MITTAL (1964), ao estudarem o efeito de concentrações de  $AG_3$  no processo de floração de plantas de dias neutros de Gossypium hirsutum, Var., III4 por um período de 8 semanas, verificaram que as plantas tratadas com 150,0 e 200,0 mg/l, produziram em relação ao controle (testemunha) aumento significativo no número de flôres.

RAPPAPORT (1965) ao usar diversas concentrações de  $AG_3$  em plantas de tomateiro, observou que as concentrações de 1,0 a 500,0 ppm ocasionaram intenso alongamento do caule, aumento no peso seco e endurecimento dos frutos. Observou também que houve precocidade no florescimento de 3 a 6 dias sem acarretar contudo, aumento no tamanho dos frutos. JACKSON & COOMBE (1966) estabeleceram que a taxa de crescimento dos fru

tos em alguns casos está sob o controle dos níveis endógeno do  $AG_3$ .

NETO e CHAVES (1969) ao estudarem os efeitos dos ácidos giberélico e para-clorofenoxiacético (PCL) isolados e em combinações no tomateiro encontraram os seguintes resultados: (1) o  $AG_3$  (0,0, 50,0 e 100,0 ppm) e PCL (25,0 e 50,0 ppm) aplicados isoladamente não apresentou aumento na produção; (2) resultado idêntico foi obtido quando os ácidos giberélicos e para-clorofenoacético foram aplicados em combinações nas concentrações de 50,0 ppm vs. 50,0 ppm e 50,0 ppm vs. 25,0 ppm respectivamente. Quando foram feitas aplicações de 100,0 ppm do  $AG_3$  isolado seguida da combinação de 50,0 ppm  $AG_3$  vs. 50,0 ppm PCL, houve uma precocidade na produção, mas diminuiu o peso dos frutos.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, em Fortaleza, Ceará, Brasil, no período de 22/01/79 a 09/05/79.

A semente de sorgo utilizada foi da variedade graminífera EA-955 (Serena) e fornecida pelo Programa do Sorgo, Convênio BNB/FCPC/UFC. O ensaio foi instalado em solo arenoso e segundo a análise realizada pelo laboratório de solos do CCA-UFC apresentava as seguintes características: teor alto de fósforo, potássio, cálcio e magnésio e pH 5,5. O preparo da área experimental constou de uma gradagem no início das chuvas, pouco antes da semeadura.

As precipitações pluviométricas ocorridas em Fortaleza, Ceará, Brasil, durante a condução do experimento são mostradas no Quadro 01.

QUADRO 01 - Precipitações pluviométricas (mm) registradas no Município de Fortaleza, no período de janeiro a maio de 1979. Fortaleza, Ceará, Brasil.

Meses	Precipitações (mm)
Janeiro	50,8
Fevereiro	137,2
Março	283,0
Abril	117,0
Maió	224,1

Adotou-se por modelo experimental, um fatorial de 4 x 4 delineado em blocos completos casualizados, com 5 repetições. No ensaio foram aplicadas quatro concentrações de ácido

giberêlico-3<sup>(1)</sup> e quatro de ácido  $\alpha$ -naftalenoacético<sup>(2)</sup> que totalizaram 16 tratamentos, a seguir discriminados:

(AG <sub>3</sub> )	(ANA)	(AG <sub>3</sub> )	(ANA)
A ( 0 - 0) mg/l		I (50 - 0) mg/l	
B ( 0 - 30) mg/l		J (50 - 30) mg/l	
C ( 0 - 60) mg/l		L (50 - 60) mg/l	
D ( 0 - 90) mg/l		M (50 - 90) mg/l	
E (25 - 0) mg/l		N (75 - 0) mg/l	
F (25 - 30) mg/l		O (75 - 30) mg/l	
G (25 - 60) mg/l		P (75 - 60) mg/l	
H (25 - 90) mg/l		Q (75 - 90) mg/l	

Cada unidade experimental foi representada por uma linha de 5 m de comprimento, com 10 plantas/metro linear deixada após o desbaste. O espaçamento adotado entre as linhas foi de 1,00 metro.

Cada parcela recebeu uma adubação uniforme de uréia, superfosfato simples e cloreto de potássio, na base de 40, 20 e 20 kg/ha de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O, respectivamente, aplicadas em sulcos abertos ao lado daqueles destinados às sementes. O nitrogênio foi aplicado 1/3 no plantio, juntamente com todo o fósforo e potássio. Aplicaram-se em cobertura os 2/3 restantes do Nitrogênio, 30 dias após o plantio.

As soluções de AG<sub>3</sub> e ANA foram aplicadas com 25, 45 e 55 dias após a germinação, com um pulverizador manual, "QUIVESA", com capacidade de 1.000 ml. Usou-se nas soluções um fixador "Tween 20 - Polietileno Sorbitau". Durante cada pulverização foi usada um anteparo de plástico para evitar que as plantas das parcelas vizinhas fossem atingidas por concentra

(1) AG<sub>3</sub> - C<sub>19</sub>H<sub>22</sub>O<sub>6</sub> (peso molecular 346,4) da EASTMAN KODAK COMPANY, Rochester, New York - 14.650, lote 711.1.

(2) ANA - (peso molecular 186,2) SIGMA - CHEMICAL COMPANY, P.O. BOX - 14.508. St. Louis, M.O. 63.178, tole - 33C-1320

ções que não lhe eram destinadas. Antes de cada aplicação e cinco dias após, as plantas eram avaliadas, a fim de se observar o desenvolvimento progressivo causado pelos reguladores.

Durante a condução do ensaio foram determinados os valores da intensidade luminosa (pela manhã e a tarde), com um aparelho "PANLUX-ELETRONIC", GOSSEN GMBH-D-8520, ELANGEN-POSTFACH 1780, GERMANY. Os resultados encontrados são mostrados no Quadro 02.

QUADRO 02 - Dados relativos a intensidade luminosa (Lux), no local do experimento, no Campus do "Pici" da Universidade Federal do Ceará- Fortaleza, Ceará, Brasil, 1979.

Meses	Intensidade Luminosa (Lux)	
	Manhã	Tarde
Março	76.333	46.500
Abril	43.633	98.166
Maio	96.000	66.000

Procederam-se capinas manuais para controlar a concorrência de ervas daninhas e o combate aos insetos e pragas foi realizado com a aplicação de Diazinon, na concentração de 1 mg/l.

Logo após a emergência das panículas foi efetuado sua proteção com sacos de papel para permitir a autofecundação. Após 14 dias, os sacos de papel foram substituídos por sacos de tela de "nylon" com orifício de 1,5 mm de diâmetro, com a finalidade de evitar a ocorrência de fungos e o ataque de pássaros.

Os parâmetros avaliados durante o experimento foram os seguintes:

### 1. Número de dias para floração

O início da floração foi considerado com a emergência da primeira panícula, e o término quando todas as plantas de cada parcela tinham emitido suas panículas.

### 2. Altura das plantas

A altura das plantas foi tomada do nível do solo até a altura da inserção da folha bandeira, antes da colheita das panículas.

### 3. Número e comprimento dos entrenós

O comprimento médio dos entrenós foi medido em função do número destes em cada planta e a altura das mesmas.

### 4. Pesos fresco e seco das plantas

Após a colheita das panículas, as plantas foram cortadas ao nível do solo e pesadas para determinação do peso fresco e em seguida foram colocadas em uma estufa de 80°C por um período de 48 horas para determinação do peso seco.

### 5. Peso fresco das panículas

As panículas após a colheita foram levadas ao laboratório onde foram pesadas individualmente para obtenção do peso fresco.

### 6. Peso total das sementes

Para cada panícula foram retiradas as sementes e em seguida foram feitas as pesadas das mesmas.

### 7. Peso de 100 sementes

Das sementes provenientes de cada panícula correspondente a cada planta, foram contadas 100 sementes e realiza

das as determinações de seus pesos.

Cada tratamento foi submetido ao estudo da correlação linear entre altura da planta x peso de sementes, altura da planta x comprimento dos entrenós, peso da planta x peso de sementes e peso de sementes x peso de 100 sementes. No estudo, das correlações os números de pares de valores variaram de 43 a 50, e os coeficientes de correlação foram testadas nos níveis de 5 e 1% de probabilidade, com  $n-2$  graus de liberdade.

A seguir, foi efetuado a decomposição da soma dos efeitos de auxinas, giberelinas e da interação auxina x gibberelina, segundo o método dos polinômios ortogonais, com a finalidade de identificar o tipo de resposta apresentado pelos reguladores isoladamente e em combinações. As médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey, aos níveis de 1% e 5% de probabilidade. Os resultados obtidos para cada parâmetro foram analisados estatisticamente pelos métodos convencionais segundo COCHRAN & COX (1950).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Período de Floração

Os dados relativos ao início e término da floração são apresentados no Quadro 03. Examinando-se os resultados contidos neste quadro, verifica-se que a aplicação de 90 mg/l de ANA isoladamente apesar de ter reduzido o número de dias para o início da floração apresentou, no entanto, maior número de dias para o término do processo de floração. O mesmo tipo de comportamento também foi observado para as seguintes combinações de  $AG_3$  - ANA; 25-30, 25-60, 50-60 e 50-90. Já nos tratamentos 75-0 e 75-30 foi observado uma diminuição no número de dias tanto para o início como para o término da floração. Resultados idênticos foram obtidos por DAS (1963) e DAS & BARUAH (1966) com aplicações de auxina em plantas de abacaxi. Já SERZEDELO et al. (1958) observaram em plantas de alface uma redução de 15 a 20 dias no início do processo de floração com o emprego de  $AG_3$ . Por outro lado, PAULI & STICKLER (1961) não constataram qualquer efeito do  $AG_3$  no processo de floração de plantas de sorgo. Entretanto RAPPAPORT (1965) observou uma antecipação de 3 a 6 dias no início do florescimento de plantas de tomateiro tratadas com  $AG_3$ .

Pela análise dos dados do período de floração, verifica-se que para algumas concentrações de  $AG_3$  e ANA houve um retardamento no processo de floração, enquanto em outras ocorreu uma antecipação. Em função dos resultados controversos pode-se dizer que a resposta da planta às substâncias responsáveis pelo crescimento não depende somente de um fator, mas sim do estado nutricional, condições ambientais, fatores genéticos e do balanço hormonal. Estes fatores, isolados ou combinados, limitam a ação destas substâncias no desenvolvimento da planta. No entanto a aplicação de  $AG_3$  e ANA para alguns tratamentos proporcionou uma precocidade no período de floração de 6

QUADRO 03 - Número de dias para início e término do processo de floração das plantas de sorgo granífero, Sorghum bicolor (L.) Moench, tratadas com ácido giberélico e o ácido  $\alpha$ -naftalenoacético em diferentes concentrações. Fortaleza - Ceará - Brasil, 1979

Tratamentos AG <sub>3</sub> x ANA (mg/l)	Número de dias para início da floração	Número de dias para término da floração
0 - 0	58	66
0 - 30	59	66
0 - 60	59	70
0 - 90	57	69
25 - 0	58	68
25 - 30	57	69
25 - 60	57	69
25 - 90	59	69
50 - 0	57	65
50 - 30	59	71
50 - 60	57	71
50 - 90	57	73
75 - 0	57	60
75 - 30	57	62
75 - 60	63	74
75 - 90	62	73

dias, tempo esse que deve ser considerado principalmente para regiões onde as condições de chuvas são limitantes para a produção agrícola.

### Altura das Plantas

Os resultados referentes a altura indicaram diferenças significativas para auxinas (componentes linear e quadrático), giberelina (componente linear) e interação (componente linear x linear, linear x cúbico e quadrático x cúbico), conforme análise da variância contida no Quadro 10. Os valores médios obtidos com aplicação isolada e combinada das concentrações de  $AG_3$  e ANA e os resultados da aplicação do teste de Tukey são mostrados no Quadro 04.

Verifica-se que  $AG_3$  e ANA nas combinações 25-0, 25-60, 25-90 e 75-30 determinaram acréscimos na altura das plantas, muito embora estes valores não tenham estatisticamente diferido do encontrado para a testemunha. No entanto, era de se esperar que nas maiores concentrações de ANA (60 e 90 mg/l) em combinação com  $AG_3$  (25 mg/l) houvesse redução na altura das plantas, assim como o ANA (30 mg/l) em combinação com  $AG_3$  (75 mg/l). Podemos supor que estes acréscimos tenham ocorrido em função de um efeito de sinergismo do  $AG_3$  com ANA, eliminando o efeito inibitório das altas concentrações dos reguladores. Pode-se observar ainda no Quadro 04 que a combinação 75-60 mg/l de  $AG_3$  - ANA foi a que causou maior redução na altura das plantas de sorgo. Este valor quando comparado com o controle diferiu estatisticamente ao nível de 1% de probabilidade.

Para explicar os resultados obtidos da altura das plantas de sorgo tratadas com concentrações isoladas e/ou combinadas de  $AG_3$  e ANA a literatura registra que a atividade funcional das células pode ser aumentada ou diminuída pelo tratamento com reguladores do crescimento. No entanto, as respostas

QUADRO 04 - Altura média das plantas (cm) de sorgo granífero *Sorghum bicolor* (L.) Moench, determinadas aos 104 dias após a germinação, tratadas com ácido giberélico e ácido  $\alpha$ -naftalenoacético em diferentes concentrações. Fortaleza - Ceará - Brasil, 1979<sup>(\*)</sup>.

ANA (mg/l) \ AG <sub>3</sub> (mg/l)	0	30	60	90	Médias
0	148,76 ab	139,84 abc	148,16 ab	147,86 ab	146,16 a
25	149,00 ab	139,16 abc	154,16 ab	155,44 ab	149,44 a
50	145,46 ab	143,62 abc	132,08 bc	146,20 ab	141,84 ab
75	143,46 abc	156,78 a	121,42 c	141,26 abc	140,73 b
Médias	146,70 a	144,88 ab	138,96 b	147,69 a	

(\*) Médias de 5 repetições

Médias das interações seguidas da mesma letra não diferem entre si, ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

da planta é limitada pelo balanço hormonal do conteúdo endógeno dos hormônios nos tecidos, e as reduções ocorridas na altura das plantas, para alguns tratamentos, foi provavelmente em decorrência das concentrações usadas estarem acima do nível endógeno necessário para promover o crescimento. Segundo SCOTT & BRIGGS (1960) existe uma estreita correlação entre as taxas de crescimento e o conteúdo de auxina nas plantas.

Outro aspecto que devemos levar em consideração é o fato de as concentrações usadas estarem abaixo do conteúdo necessário em estimular os processos fisiológicos. Pois THIMANN (1969) sugeriu que a auxina tem a função de ativar um tipo de RNA mensageiro que induz a síntese de especificar enzimas. Já SOLEIMANI *et al.* (1970) afirmam que estas sínteses são pré-requisitos para a auxina induzir o crescimento. Por outro lado, SILBERGER & SKOOG (1953) mostraram que o crescimento de tecidos de plantas tratadas com auxina estava correlacionado com a formação de novas enzimas na síntese de proteínas, e provavelmente as concentrações usadas não permitiram tal ocorrência.

Com relação as gibberelinas, SACHS *et al.* (1960) afirmam que estas estimulam o aumento pronunciado na divisão celular do meristema apical promovendo o aumento no número de células e a alongação individual destas. Para as combinações AG<sub>3</sub> - ANA provavelmente as concentrações tiveram influência no efeito dos dois hormônios. Segundo KURAIKI & MUIR (1964) os estímulos do ácido giberélico no crescimento estão associados com o nível de auxina nos tecidos, no entanto, a força do ácido giberélico em estimular o crescimento com o aumento do conteúdo de auxina não é eficaz para todos os casos. Isto porque a planta é dinâmica e compartimentada, alterando-se com qualquer mudança fisiológica que ocorra em decorrência de um desequilíbrio hormonal, deficiência nutricional ou mesmo condições ambientais.

### Número e Comprimento dos Entrenões

Os dados relativos ao número e comprimento dos entrenões foram analisados estatisticamente e são apresentados nos Quadros 11 e 12 respectivamente. O Quadro 11 mostra diferenças significativas para os níveis de auxinas (componentes linear e cúbico), de giberelinas (linear x quadrática) e as interações (linear x linear, linear x cúbica e quadrática x linear). O Quadro 12 não revela diferenças estatísticas para os níveis de auxina, giberelinas e as interações.

Quando se analisa o Quadro 05 verifica-se que o  $AG_3$  e ANA aplicados isoladamente ou em combinação ocasionaram redução do número de entrenões, com exceção da combinação 75-30, a qual determinou pequeno acréscimo nesta variável. Este valor comparado com o controle não diferiu estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade. Observando-se ainda os dados nota-se que houve redução altamente significativa no número de entrenões com aplicação de 75-60 mg/l de  $AG_3$  - ANA, em relação à testemunha. Isto deveu-se provavelmente, ao efeito inibitório causado pelas altas concentrações do ANA em presença do 75 mg/l de  $AG_3$ . No entanto, CHERRY et al. (1960), trabalhando com milho encontraram aumento no número de entrenões usando concentrações que variaram de 10 a 200 mg/l de  $AG_3$ . Estes resultados discordam em parte dos obtidos no presente trabalho.

Com relação ao comprimento dos entrenões, verifica-se que embora tenha ocorrido aumento com aplicação de  $AG_3$  e ANA isoladamente e/ou em combinações, estes valores obtidos não diferiram significativamente quando comparados com os encontrados para o controle. Nota-se que à medida que aumentou as concentrações de ANA (60 e 90 mg/l) em presença do  $AG_3$  (25 mg/l) obteve-se plantas com entrenões mais longos, fato este ocorrido também com a altura das plantas para os mesmos tratamentos. No entanto, os tratamentos 0-30, 25-30 e 75-0 de  $AG_3$  - ANA causaram redução no comprimento dos entrenões. Os resul

QUADRO 05 - Número e comprimento dos entrenós de plantas de sorgo granífero *Sorghum bicolor* (L.) Moench, tratadas com diferentes concentrações de ácido giberélico e ácido  $\alpha$ -naftalenoacético. Fortaleza - Ceará - Brasil, 1979<sup>(\*)</sup>.

ANA (mg/l) AG <sub>3</sub> (mg/l)	Número de Entrenós				Média	Comprimento dos Entrenós				Média
	0	30	60	90		0	30	60	90	
0	11,0 ab	10,9 ab	10,6 abc	10,8 ab	10,8 a	13,64 a	13,14 a	14,03 a	13,66 a	13,60
25	10,2 ab	10,6 ab	9,9 ab	10,3 ab	10,3 ab	14,75 a	13,16 a	15,28 a	15,15 a	14,50
50	9,5 abc	10,1 ab	9,3 bc	10,2 ab	9,8 b	14,70 a	14,41 a	13,97 a	14,34 a	14,30
75	10,7 ab	11,2 a	8,4 c	9,6 abc	10,0 b	13,44 a	14,03 a	14,09 a	14,81 a	14,10
Médias	10,35 a	10,7 a	9,6 b	10,2 a		14,10	13,70	14,30	14,50	

(\*) Médias de 5 repetições

Médias das interações seguidas da mesma letra não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

tados encontrados são parcialmente discordantes dos obtidos por ALLAN et al. (1959) e MAKSYMOWYCH & MAKSYMOWYCH (1973), os quais encontraram aumento significativo no comprimento dos entrenós de plantas de trigo e Xanthium, respectivamente.

A análise dos coeficientes de correlação (Quadro 09) mostra que houve para a maioria dos tratamentos, correlação significativa entre altura da planta vs. comprimento dos entrenós. Pode-se admitir que os reguladores utilizados promoveram tanto o crescimento individual das células dos entrenós, como induziram em algumas combinações de AG<sub>3</sub> e ANA, aumento no porte das plantas. Estes resultados estão de acordo com os de BRIAN et al. (1959), os quais observaram que o AG<sub>3</sub> mesmo em concentrações mais elevadas promoveu o crescimento de pecíolos jovens quando em combinação com a auxina. Isto sugere que o ANA permitiu a mobilidade do AG<sub>3</sub> através dos entrenós, provavelmente pelo afrouxamento das microfibrilas da parede celular.

#### Peso Fresco e Seco das Plantas

Os dados referentes às médias dos pesos fresco e seco das plantas encontram-se no Quadro 06. As médias dos pesos fresco das plantas não diferiram estatisticamente (Quadro 14).

Os valores relativos ao peso fresco das plantas indicaram que 25-60, 25-90, 75-0 e 75-30 mg/l de AG<sub>3</sub> - ANA não apresentaram aumento significativo. Com relação aos demais tratamentos, observou-se redução no peso fresco muito embora não tenha sido estatisticamente diferente. Deve-se atentar para o fato de que a maior média do peso fresco das plantas, ocorreu com as diferentes concentrações do AG<sub>3</sub> com ausência do ANA. O aumento no peso fresco obtido em função de alguns tratamentos deveu-se possivelmente ao maior porte apresentado pelas plantas ou então pela maior translocação e sedimentação do mate

QUADRO 06 - Pesos fresco e seco das plantas de sorgo granífero *Sorghum bicolor* (L.) Moench, tratadas com diferentes concentrações de ácido giberélico e ácido  $\alpha$ -naftalenoacético. Fortaleza - Ceará - Brasil, 1979<sup>(\*)</sup>.

AG <sub>3</sub> (mg/l)	Peso fresco das plantas				Média	Peso seco das plantas				Média
	0	30	60	90		0	30	60	90	
0	196,5 a	183,0 a	193,2 a	193,9 a	189,15	112,60 a	76,20 ab	78,40 ab	83,20 ab	87,60 a
25	193,5 a	166,1 a	225,8 a	210,5 a	198,98	74,10 ab	86,60 ab	82,90 ab	83,90 ab	80,88 a
50	142,1 a	161,0 a	148,9 a	135,4 a	146,85	54,30 b	82,70 ab	56,20 b	60,20 b	63,35 b
75	200,8 a	205,3 a	158,5 a	180,9 a	186,38	58,20 b	83,10 ab	57,70 b	84,90 ab	70,98 ab
Médias	183,23	178,85	181,60	177,68		74,80	81,15	68,80	78,05	

(\*) Médias de 5 repetições

Médias das interações seguidas da mesma letra não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

rial fotossintetizado para as regiões de crescimento. Já a redução do peso fresco foi possivelmente pela aplicação dos reguladores, isoladamente ou em combinação, tenha contribuído para elevar o nível endógeno de ambos acima do normal. Observa-se ainda que as maiores reduções do peso seco ocorreram com a aplicação de 50 e 75 mg/l de  $AG_3$ . Em consequência, provavelmente deve ter havido a formação de inibidores do transporte das substâncias para a zona de crescimento, ou tenha induzido uma menor absorção e promovido uma grande transpiração, com consequente redução na massa verde, argumentação esta condizente com as de ARTHUR & STANLEY (1970) e DOUGLAS & ABELLES (1975).

Os valores referentes ao peso seco das plantas quando comparados pelo teste de Tukey, revelaram diferenças significativas entre as médias correspondentes aos tratamentos 50-0, 50-60, 50-90, 75-0, 75-60 e a testemunha. Os resultados referentes às demais combinações de  $AG_3$  e ANA, apesar de não diferirem estatisticamente, indicam no entanto, que houve acenutuada redução no peso seco das plantas de sorgo tratadas com diversas concentrações de  $AG_3$  e ANA.

Segundo THIMANN (1969) e SILBERGER & SKOOG (1953), a síntese de RNA e de proteínas é estimulada pela ação de auxinas. Assim sendo, dever-se-ia esperar que houvesse aumento substancial nos pesos fresco e seco das plantas tratadas apenas com as concentrações de ANA. Entretanto, tal hipótese não foi evidenciada em razão de a aplicação de ANA ter elevado provavelmente o nível endógeno acima do normal, promovendo assim o desequilíbrio entre promotores e inibidores do crescimento. Esta hipótese também pode ser usada para explicar o mecanismo de ação do  $AG_3$  aplicado isoladamente e em combinação com níveis de ANA.

#### Peso Fresco das Panículas e Peso Total das Sementes

Os resultados referentes ao peso fresco das paní

culas indicaram diferenças significativas somente para auxinas, componente linear, conforme análise da variância no Quadro 15. Os valores médios obtidos com a aplicação de 0-30, 0-60 e 0-90 mg/l de  $AG_3$  - ANA, quando comparados com o controle, mostraram diferenças significativas, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey Quadro 07. Evidencia-se, no entanto, que o aumento das concentrações de ANA em ausência de  $AG_3$ , determinou as maiores reduções no peso fresco das panículas. Observa-se ainda, que embora os demais valores não tenham diferido estatisticamente do controle, houve, no entanto, redução acentuada no peso das panículas. Esta redução no peso fresco das panículas deveu-se possivelmente, à influência que as auxinas exógenas ou endógenas exercem nos processos de crescimento e diferenciação, seja promovendo alterações na síntese de proteínas, seja regulando o fenômeno de permeabilidade SILBERGER & SKOOG (1953), afetando o desenvolvimento do sistema radicular impedindo assim, a translocação de nutrientes para as zonas de reprodução da planta. Por outro lado CHERRY et al. (1960) observaram o aparecimento de grande número de plantas de milho macho-estéril com aplicações de  $AG_3$ .

Os valores médios do peso total das sementes obtidos em função dos diversos tratamentos, e os resultados do teste de Tukey encontra-se no Quadro 07. A análise estatística apresentada no Quadro 16 revelou diferenças significativas para os tratamentos. As médias quando comparadas pelo teste de Tukey, mostraram que houve diferença significativa entre a testemunha e as combinações de 0-30, 0-60, 0-90, 25-60, 25-90, 50-30, 50-60, 50-90, 75-90 mg/l de  $AG_3$  - ANA. Os demais valores quando comparados com o da testemunha não diferiram estatisticamente.

A exemplo do que ocorreu com o peso fresco das panículas, o uso do  $AG_3$  e ANA isoladamente ou em combinações de terminaram também redução no peso total das sementes. Estes resultados em parte são concordantes com os obtidos por CHERRY

QUADRO 07 - Peso fresco das panículas e peso total de sementes obtidas de plantas de sorgo granífero, *Sorghum bicolor* (L.) Moench, tratadas com diferentes concentrações de ácido giberélico e ácido  $\alpha$ -naftalenoacético. Fortaleza - Ceará - Brasil, 1979<sup>(\*)</sup>.

AG <sub>3</sub> (mg/l)	ANA (mg/l)	Peso fresco das panículas				Média	Peso total das sementes				Média
		0	30	60	90		0	30	60	90	
0		46,78 a	23,10 b	19,60 b	24,11 b	28,40	35,98 a	17,24 cde	16,44 de	17,59 cde	21,82ab
25		35,66 ab	35,01 ab	28,60 ab	26,26 ab	31,38	34,33 ab	25,40 abcd	20,73 cde	19,54 cde	25,03 a
50		34,78 ab	26,07 ab	27,85 ab	26,14 ab	28,71	24,59 abcd	18,82 cde	20,56 cde	9,49 e	18,37
75		36,84 ab	36,92 ab	33,56 ab	30,72 ab	34,51	29,33 abc	25,76 abcd	24,87 abcd	22,46 bcd	25,63 a
Médias		38,52	30,28	27,40	26,81		31,08 a	21,81 b	20,66 b	17,27 b	

(\*) Médias de 5 repetições

Médias das interações seguidas da mesma letra não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

et al. (1960), e discordantes dos encontrados por PAULI & STICKELER (1961), por outro lado STICKELER & PAULI (1962) encontraram que a aplicação fracionada de uma única concentração de  $AG_3$  não ocasionou aumento na produção de grãos de sorgo. Entretanto os autores observaram aumento na produção com a aplicação fracionada das doses de  $AG_3$ .

Segundo GUSTAFSON (1936), citado por WEAVER (1972) as auxinas sintéticas apesar de estimularem a polinização e induzirem a fecundação do ovário, promovem alterações nesses processos em razão talvez de concentrações acima do nível endôgeno. Assim sendo, os efeitos antagônicos do  $AG_3$  e ANA na produção de grãos podem ter ocorrido em razão de os níveis usados estarem acima do nível endógeno exigido pela planta (PHINEY, 1956, WEAVER, 1958 e JACKSON & COOMBE, 1966). Por outro lado, quando se analisa a correlação entre peso das sementes vs. peso seco da planta Quadro 12, verifica-se que a redução do peso seco das plantas tratadas com os reguladores acarretou uma redução no peso total das sementes.

#### Peso de 100 Sementes

As médias relativas ao peso de 100 sementes são apresentadas no Quadro 08. A análise de variância mostrada no Quadro 17 revela efeito significativo para auxinas, componente linear. Observa-se no Quadro 08, que aplicações de níveis de  $AG_3$  e ANA, isoladas ou em combinações, ocasionaram alterações no peso de 100 sementes, embora os resultados obtidos quando comparados com a testemunha não tenham apresentado diferenças significativas, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

A diferença estatística observada para auxinas, componente linear Quadro 18 indica que o peso de 100 sementes diminui à medida que cresce o nível dessa substância Quadro 08. Estudos correlatos com o aumento de auxina e tamanho dos fru

QUADRO 08 - Peso de 100 sementes (g) obtidas de plantas de sorgo granífero Sorghum bicolor (L.) Moench, tratadas com diferentes concentrações de ácido giberélico e ácido  $\alpha$ -naftalenoacético. Fortaleza - Ceará - Brasil, 1979<sup>(\*)</sup>.

AG <sub>3</sub> (mg/l)	ANA (mg/l)				Médias
	0	30	60	90	
0	3,37	3,60	3,58	3,53	3,52
25	3,80	3,45	3,59	3,38	3,56
50	3,47	3,34	3,44	3,00	3,31
75	3,69	3,55	3,17	3,21	3,41
Médias	3,58	3,49	3,45	3,28	

(\*) Médias de 5 repetições

tos foram feitos por NITSCH (1952, 1955) em morango, verificando que o crescimento dos frutos não está relacionado com a auxina total, mas com um complexo que pode ser controlado por uma ou mais auxinas específicas. Verifica-se, no entanto, que as maiores reduções no peso de 100 sementes ocorreu com o aumento das concentrações de ANA. DAS (1963) conseguiu aumento no  tamanho e peso em frutos de abacaxi, tratados com ANA. Já DAS & BARRUAH (1966) não conseguiram aumento significativo no peso dos frutos de abacaxi quando trabalharam com ANA combinada com AIA. Por outro lado WEAVER (1958) evidenciou que a ação reguladora do  $AG_3$  no processo de frutificação, está na habilidade de estimular a sua formação, no entanto JACKSON & COOMBE (1966) estabeleceram que a taxa de crescimento dos frutos em alguns casos está sob o controle dos níveis endógenos do  $AG_3$ , razão pela qual a medida que aumentarmos as concentrações do regulador tivemos uma redução no peso de 100 sementes. Por outro lado o estudo da correlação peso de 100 sementes vs. peso das sementes Quadro 09, não mostrou diferença significativa apenas para os tratamentos 25-30, 50-60 e 75-60 de  $AG_3$  - ANA.

QUADRO 09 - Coeficientes de correlação entre diversos parâmetros de desenvolvimento das plantas de sorgo granífero *Sorghum bicolor* (L.) Moench, tratadas com ácido giberélico e o ácido  $\alpha$ -naftalenoacético em diferentes concentrações. Fortaleza - Ceará - Brasil, 1979.

Tratamentos AG <sub>3</sub> - ANA (mg/l)	Altura da Planta x Peso das Sementes	Altura da Planta x Comp. Entrenós	Peso Seco da Planta x Peso das Sementes	Peso das Sementes x Peso de 100 Sementes
0 - 0	- 0,305*	0,484*	0,737*	0,460*
0 - 30	0,286*	0,227*	0,532*	0,437*
0 - 60	0,061 ns	0,362*	0,362*	0,394*
0 - 90	0,258 ns	0,374*	0,618*	0,414*
25 - 0	0,152*	0,093*	0,830*	0,281*
25 - 30	0,129*	0,259*	0,497*	0,119 ns
25 - 60	0,054 ns	0,107 ns	0,337*	0,306*
25 - 90	0,130 ns	0,285*	0,782*	0,353*
50 - 0	0,489*	0,437*	0,526*	0,321*
50 - 30	0,005 ns	0,076 ns	0,457*	0,416*
50 - 60	0,001 ns	0,463*	0,509*	0,540*
50 - 90	0,251 ns	0,089 ns	0,515*	0,167 ns
75 - 0	0,522*	0,353*	0,778*	0,465*
75 - 30	0,204 ns	0,350*	0,395*	0,331*
75 - 60	0,804*	0,141 ns	0,097 ns	0,256 ns
75 - 90	- 0,079 ns	0,718*	0,586*	0,397*

Os números de pares usados na obtenção dos coeficientes, variaram de 43 a 50.

## RESUMO E CONCLUSÕES

Com o objetivo de estudar os efeitos de diferentes concentrações dos ácidos giberélico ( $AG_3$ ) e  $\alpha$ -naftalenoacético (ANA) no crescimento e diferenciação de plantas de sorgo grãfifero Sorghum bicolor (L.) Moench, foi instalado em 22 de janeiro de 1979 um experimento no "Campus" do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, em Fortaleza, Ceará, Brasil. O ensaio obedeceu ao esquema fatorial 4 x 4, no delineamento em blocos completos casualizados. Estudaram-se quartro concentrações de  $AG_3$  (zero, 25, 50 e 75 mg/l) combinadas com (zero, 30, 60 e 90 mg/l) de ANA.

Nas condições em que o experimento foi conduzido extrairam-se as seguintes conclusões:

Os dois reguladores estudados exerceram efeitos bem diversos nos diferentes parâmetros. Assim é que para a variável período de floração, apresentou um ganho no número de dias para o início da floração em relação a testemunha, em contra partida o término da mesma foi prolongado. O peso de 100 sementes apresentou um ganho em relação a testemunha tanto para  $AG_3$  como para o ANA, quando usados isolados nos diferentes níveis, nas combinações houve redução de peso quando estas foram usadas em concentrações mais elevadas.

As variáveis, peso das panículas, peso das sementes, peso seco das plantas e número de entrenõs não apresentaram nenhuma diferença em relação a testemunha.

O peso fresco das plantas foi aumentado somente, para as combinações das concentrações mais baixas do  $AG_3$  com os dois primeiros níveis de ANA. A altura da planta foi mais beneficiada com as combinações para alguns níveis, enquanto o comprimento dos entrenõs, as respostas surgiram com o uso isolado dos reguladores. Diante dos resultados obtidos com o presente trabalho, sugere-se:

- . Conduzir novos estudos objetivando determinar os efeitos de outras concentrações de ácido giberélico e do ácido  $\alpha$ -naftalenoacético;
- . Fazer aplicações dos reguladores em outros estágios do crescimento;
- . Utilizar sementes com tamanho e peso uniformes;
- . Fixar horários definidos para aplicação dos reguladores.

LITERATURA CITADA

- ALDER, E.F., LEBEN, C., & CHICHUCK, A. Effects of gibberellic acid on corn. Agron. Jour. 51:307-308. 1959.
- ALLAN, R.E., VOGEL, O.A. & CRADDOCK, J.C. Jr. Comparative response to gibberellic acid of dwarf, semidwarf, and standard short and tall winter wheat varieties. Agron. Jour. 51 : 737-739, 1959.
- ARTHUR, V.C. & STANLEY, P.B. An explanation of the inhibition of root growth caused by indole-3-acetic acid. Plant. Physiol. 42 : 415-420, 1967.
- \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_. Regulation of root growth by auxin-ethylene interaction Plant. Physiol. 45 : 192-200, 1970.
- BRADFORD, W.W. & EWING, Jr. E.C. Preliminary studies on the application of gibberellic acid to cotton seed and seedlings. Agron. Jour. 50 : 648-650, 1958.
- BRIAN, P.W., PETTY, J.H.P., & RICHMOND, P.T. Effect of gibberellic acid on development of autumn color and leaf fall of deciduous woody plant nature. 183 : 58-59, 1959.
- CHERRY, J., LUND, H.A & EARLY, E.B. Effect of gibberellic acid on growth and yield of corn. Agron. Jour. 52 : 167-170, 1960.
- COCHRAN, W.G. & COX, E.M. Experimental Designs. First Edition. John Wiley & Sons. Inc. London, 1950, p. 122-152.
- DAS, N. Studies on the action of ANA on the flowering and fruiting of pineapple. Indian J. Agric. Sci. 34(1) : 38-45, 1963.

- DAS, N. & BARRUAH, A. Effects of auxin interactions on the growth and reproduction of pineapple. Indian. J. Agric. Sci. 37(1) : 27-31, 1966.
- DAVIES, P.J., DORO, J.A. & TARBOX, A.W. The movement and physiological effect of indoleacetic acid following point applications to rood tips of zea mays. Physiol. Plant. 36 : 333-337, 1976.
- DARWIN, C. The power of movement in plants. Appleton, New York
- DOUGLAS, H.G., & ABELLES, F.B. Regulation of geotropism, growth, and ethylene production by inhibitors of auxin transport. Plant. Physiol. 56 : 404-409, 1975.
- GALSTON, A.W. & PURVES, W.K. The mechanism of action of auxin. Ann. Rev. Plant. Physiol. 11 : 239-276, 1960.
- GUSTAFSON, F.G. Inducement of fruit development by growth-promoting chemicals. Prod. Natl. Acad. Sci. U.S. 22 : 628-636, 1936.
- HEMBERG, T. Studies on the balance between free and bound auxin in germinating maize. Physiol. Plant. 8 : 418-432, 1955.
- HEYN, A.N.J. Der mechanismus der zillstreckung. Rec. Trav. Bot. Neerland. 28 : 113-244, 1931.
- JACKSON, D.I., & COOMBE, B.G. Gibberellin-like substances in the developing aprixot fruit. Science 154 : 277-278, 1969.
- KATSUMI, M., PHINNEY, B.O., JEFFRIES, P.R. & HENRICK, C.A. Growth response of the D-5 and AN-1 mutants of maize to some kaurence derivatives. Science, 144 : 849-850, 1964.

- KOGL, F. & ELEMA, J. Wirkungsbuzil-hungen zwischen indole - 3 -  
essigsäure und gibberellinsäure. Naturwiss 47 : 90-98, 1960.
- KOGL, F., HAAGEN SMIT, A.J., & ERXLEBEN, H. Ueberein neues auxin  
(Heteroauxin) aus horm, XI. 2. Physiol.Chem, 28:90-103, 1934.
- KURAIISHI, S. & MUIR, R.M. The relationship of gibberellin and  
auxin in plant growth. Plant. Cell Physiol. 5 : 61-69, 1964.
- KUROSAWA, E. Experimental studies or the secretion of fusarium  
heterosporum on rice plants. Trans. Nat. Hist. Soc. Formosa.  
16 : 213-227, 1926.
- LEOPOLD, A.C. & KRIEDEMANN, P.E. Auxins and gibberellins - In  
Plant Growth and Development. McGraw Hill Book Company,  
second edition New York (U.S.A) 1975. Part-2 Caps. 4 and 5  
pags. 108-135, 136-153.
- MAKSYMOWYCH, R. & MAKSYMOWYCH, A.B. Induction of morphogenetic  
changes and acceleration of leaf initiation by gibberelic  
acid in Xanthium pensylvanicum. Amer. J. Bot. 60(9) : 901-  
906, 1973.
- MATHUR, S.N., & MITTAL, S.P. Effect of gibberellin of flowering  
in cotton. Psysiol. Plant. 17 : 275-279, 1964.
- NETO, M.T.A. & CHAVES, P.J.R. Efeitos da aplicação dos ácidos  
giberélicos e paraclorofenoxiacético em tomateiro. Rev.  
Ceres. Vol. XVI, nº 89, 1969.
- NITSCH, J.P. Growth and morphogenesis of the strawberry as  
related to auxin. Amer. Jour. Bot. 37 : 211-215, 1950.
- \_\_\_\_\_ Plant Hormones in the development of fruits. Quarterly.  
Rev. Biol. 27 : 33-57, 1952.

- \_\_\_\_\_ Free auxin and free tryptophane in the strawberry.  
Plant. Physiol. 30 : 33-39, 1955.
- PAAL, A.B. Uber Phototropische reiz leitung. Jahrb. Wiss. Bot. 58 : 406-456, 1919.
- PAULI, A.W., & STICKLER, F.C. Effects of seed treatment and foliar spray applications of gibberellic acid on grain sorghum. Agron. Jour. 53 (3) : 137-139, 1961.
- PHINNEY, B.O. Growth response of single-gene dwarf mutants in maize to gibberellic acid. Proc. Natl. Acad. Sci. (US) 42: 185-189, 1956.
- PILET, P.E. Contribution a l'etude des hormones de croissance (auxins) dans la racine de "lens culinaris". Mens. Soc.Vaud. Sci. Nat., 10 : 137-244, 1951.
- PORTER, W.L., & THIMAN, K.V. Molecular requirements for auxin action. I. Phytochemistry. 4 : 229-243, 1965.
- RAPPAPORT, L. Effect of gibberellin on growth flowering and fruiting of the earlypak tomato, Lycopersicum esculentum. Plant. Physiol. 32 : 440-444, 1965.
- SACHS, R.M., ALNG, A., BRETZ, C.F., & ROACH, J. Shoot histogenesis, subapical meristematic activity in a caulescent and action of gibberellic acid and AMO-1618. Amer. Jour. Bot. 47 : 260-266, 1960.
- SACHER, J.A., & SALMINEN, S.O. Comparative studies of effect of auxin and ethylene on permeability and sinthesis of RNA and protein. Plant. Physiol. 44 : 1371-1377, 1969.
- SCOTT, T.K. & BRIGGS, W.R. Auxin relationships in the Alaske pea. Am. J. Bot. 47 : 492-499, 1960.

- SERZEDELLO, A., SIMÃO, S. & WAITAKEN, Ação do ácido giberélico em cultura de alface. Revista de Agricultura, Vol. 33, nº 2, junho 1958.
- SILBERGER, J., & SKOOG, F. Changes induced by indoleacetic acid in nucleic acid contents of tobacco pith tissue. Science 118 : 443-444, 1953.
- SIMÃO, S., SERZEDELLO, A. & YAMAMURA, A. Influência do ácido giberélico na alface. Revista de Agricultura, Vol. 35. nº 3, setembro, 1960.
- SOLEIMANI, A., KLIEWER, W.M., & WEAVER, R.J. Influence of growth regulators on concentration of protein and nucleic acids in Balck corinth grapes. Jour. Amer. Soc. Hort. Sci. 95 : 143-146, 1970.
- STICKLER, F.C. & PAULI, A.W. Further results on the use of gibberellic acid on grain sorghum. Crop. Science. 2 : (5) 401-403, 1962.
- STOWE, B.B., & YAMAKI, T. Gibberellins; stimulants of plant growth. Science. 129 : 807-816, 1959.
- TANG, Y.W. & BONNER, J. The enzymatic inactivation of indoleacetic acid. I Arch. Biochem. Biophys., 3 : 11-25, 1947.
- THIMANN, K.V. On the nature of inhibitors caused by auxin. An. J. Bot., 24 : 407-412, 1937.
- \_\_\_\_\_ The auxins, in Wilkins. pp. 2-45, 1969.
- THIMANN, K.V., & SKOOG, E. The extraction of auxin from plant tissues. Am. J. Bot. 27 : 951-960, 1940.

WEAVER, R.J. Effect of gibberellic acid on fruit set and berry enlargement in seedless grapes of vitis vinifera. Nature, 181 : 851-852, 1958.

WEAVER, R.J. Auxins and gibberellins. In Plant Growth Substances in Agriculture W. H. Freeman and Company. First Edition San Francisco (U.S.A) 1972. Cap. 2. pag. 22-99. ◇

WAGENKNECHT, A.C., & BURRIS, R.H. AIA inactivating enzymes from bean roots and pea seedlings. Arch. Biochem. Biophys. 25 : 30-53, 1950.

WHEELER, A.W. Changes in leaf growth substance in cotyledons and primary leaves during the growth of dwarf bean seedlings J. Exp. Bot., 11 : 217-221, 19 .

WENT, F.W. Wuchsstoff und wachostem. Recl. Trav. Bot. Neerl. 25 : 1-116, 1928.

A P Ê N D I C E

QUADRO 10 - Análise da variância da altura das plantas de sorgo granífero, *Sorghum bicolor* (L.) Moench, tratadas com ácido giberélico e o ácido  $\alpha$  - naftalenoacético em diferentes concentrações. Fortaleza - Ceará - Brasil, 1979.

Causas de Variação	GL	Q.M.	F
BLOCOS	4	819,55	
(TRATAMENTOS)	15		
AUXINAS	(3)		
Regressão Linear	1	0,4	< 1
Regressão Quadrática	1	557,03	6,82*
Regressão Cúbica	1	349,88	4,29*
GIBERELINAS	(3)		
Regressão Linear	1	570,02	6,98*
Regressão Quadrática	1	96,58	1,18 ns
Regressão Cúbica	1	301,89	3,70 ns
INTERAÇÕES	(9)		
Regressão Linear x Linear	1	434,22	5,32*
Regressão Linear x Quadrática	1	0,15	< 1 ns
Regressão Linear x Cúbica	1	268,23	32,84**
Regressão Quadrática x Linear	1	235,16	2,88 ns
Regressão Quadrática x Quadrática	1	44,55	< 1 ns
Regressão Quadrática x Cúbica	1	412,29	5,05*
Regressão Cúbica x Linear	1	86,82	1,06
Regressão Cúbica x Quadrática	1	17,26	< 1 ns
Regressão Cúbica x Cúbica	1	105,85	1,30 ns
Resíduo	60	81,64	

C.V = 10%

\* - Significativo ao nível de 5% de probabilidade

\*\* - Significativo ao nível de 1% de probabilidade

ns - Não significativo

QUADRO 11 - Análise da variância di número de entrenós das plantas de sorgo granífero *Sorghum bicolor* (L.) Moench, tratadas com ácido giberélico e o ácido  $\alpha$  - naftalenoacético em diferentes concentrações. Fortaleza - Ceará - Brasil, 1979.

Causas de Variação	GL	Q.M.	F
BLOCOS	4	1,03	
(TRATAMENTOS)	15		
AUXINAS	(3)		
Regressão Linear	1	2,43	4,96 *
Regressão Quadrática	1	0,45	< 1 ns
Regressão Cúbica	1	10,43	21,29 **
GIBERELINAS	(3)		
Regressão Linear	1	8,64	17,63 **
Regressão Quadrática	1	2,81	5,73 *
Regressão Cúbica	1	0,52	1,06 ns
INTERAÇÕES	(9)		
Regressão Linear x Linear	1	2,68	5,47 *
Regressão Linear x Quadrática	1	0,27	< 1 ns
Regressão Linear x Cúbica	1	5,22	10,65 **
Regressão Quadrática x Linear	1	3,69	7,53 **
Regressão Quadrática x Quadrática	1	0,13	< 1 ns
Regressão Quadrática x Cúbica	1	0,50	1,02 ns
Regressão Cúbica x Linear	1	1,26	2,57 ns
Regressão Cúbica x Quadrática	1	0,03	< 1 ns
Regressão Cúbica x Cúbica	1	0,28	< 1 ns
Resíduo	60	0,49	

C.V. = 6,86%

\* - Significativo ao nível de 5% de probabilidade

\*\* - Significativo ao nível de 1% de probabilidade

ns - Não significativo

QUADRO 12 - Análise da variância do comprimento dos entrenós das plantas de sorgo granífero Sorghum bicolor (L.) Moench, tratadas com ácido  $\alpha$ -naftalenoacético em diferentes concentrações. Fortaleza - Ceará - Brasil, 1979.

Causas de Variação	GL	S.Q.	Q.M.	F
Blocos	4	28,17	7,04	
Auxinas	3	7,35	2,45	0,56 ns
Giberelina	3	10,34	3,45	0,79 ns
Auxina x Giberelina	9	14,91	1,66	0,38 ns
Resíduo	60	263,63	4,39	

C.V \* 10%

ns - Não significativo

QUADRO 13 - Análise da variância do peso fresco das plantas de sorgo granífero Sorghum bicolor (L.) Moench, tratadas com ácido giberélico e o ácido  $\alpha$  - naftalenoacético em diferentes concentrações. Fortaleza - Ceará - Brasil, 1979.

Causas de Variação	GL	Q.M.	F
BLOCOS	1	6.860,36	
(TRATAMENTOS)	15		
AUXINAS	3	798,79	0,32 ns
GIBERELINAS	(3)		
Regressão Linear	1	3.690,56	1,46 ns
Regressão Quadrática	1	4.440,20	1,75 ns
Regressão Cúbica	1	23.562,25	9,30**
Int. Auxina x Giberelina	9	2.545,00	1,04 ns
Resíduo	60	2.534,35	

C.V. = 30%

\*\* - Significativo ao nível de 1% de probabilidade

ns - Não significativo

QUADRO 14 - Análise da variância do peso seco das plantas de sorgo granífero Sorghum bicolor (L.) Moench, tratadas com ácido giberélico  $\alpha$  - naftalenoacético em diferentes concentrações. Fortaleza - Ceará - Brasil, 1979.

Causas de Variação	GL	Q.M.	F
BLOCOS	4	5.682,58	
(TRATAMENTOS)	15		
AUXINAS	3	557,63	1,37 ns
GIBERELINA	(3)		
Regressão Linear	1	4.542,79	11,16**
Regressão Quadrática	1	1.029,61	2,53 ns
Regressão Cúbica	1	1.292,40	3,18 ns
INTERAÇÕES	(9)		
Regressão Linear x Linear	1	1.839,36	4,52*
Regressão Linear x Quadrática	1	1.115,56	2,74 ns
Regressão Linear x Cúbica	1	3.040,58	7,47**
Regressão Quadrática x Linear	1	170,30	< 1 ns
Regressão Quadrática x Quadrática	1	1.776,61	4,37*
Regressão Quadrática x Cúbica	1	46,92	< 1 ns
Regressão Cúbica x Linear	1	820,48	2,02 ns
Regressão Cúbica x Quadrática	1	8,70	< 1 ns
Regressão Cúbica x Cúbica	1	103,06	< 1 ns
Resíduo	60	406,93	

C.V = 34,8%

\* - - Significativo ao nível de 5% de probabilidade

\*\* - Significativo ao nível de 1% de probabilidade

ns - Não significativo

QUADRO 15 - Análise da variância do peso das panículas de sorgo granífero, Sorghum bicolor (L.) Moench, tratadas com ácido giberélico e  $\alpha$  - naftalenoacético em diferentes concentrações. Fortaleza - Ceará - Brasil, 1979.

Causas de Variação	GL	Q.M.	F
BLOCOS	4	65,09	
(TRATAMENTOS)	15		
AUXINAS	(3)		
Regressão Linear	1	1.443,54	14,80**
Regressão Quadrática	1	292,15	2,99 ns
Regressão Cúbica	1	9,57	< 1 ns
GIBERELINA	3	161,57	1,66 ns
Int. Auxina x Giberelina	9	142,10	1,46 ns
Resíduo	60	97,56	

C.V = 30%

\*\* - Significativo ao nível de 1% de probabilidade

ns - Não significativo

QUADRO 16 - Análise da variância do peso total das sementes das plantas de sorgo granífero *Sorghum bicolor* (L.) Moench, tratadas com ácido giberélico e o ácido  $\alpha$  - naftalenoacético em diferentes concentrações. Fortaleza - Ceará - Brasil, 1979.

Causas de Variação	GL	Q.M.	F
BLOCOS	4	139,72	
(TRATAMENTOS)	15		
AUXINAS	(3)		
Regressão Linear	1	1.805,10	74,13 <sup>**</sup>
Regressão Quadrática	1	174,85	7,18 <sup>**</sup>
Regressão Cúbica	1	108,48	4,46 <sup>*</sup>
GIBERELINAS	(3)		
Regressão Linear	1	21,54	< 1 ns
Regressão Quadrática	1	80,70	3,31 ns
Regressão Cúbica	1	560,08	23,00 <sup>*</sup>
INTERAÇÕES	(9)		
Regressão Linear x Linear	1	149,41	6,14 <sup>*</sup>
Regressão Linear x Quadrática	1	295,82	12,15 <sup>**</sup>
Regressão Linear x Cúbica	1	2,63	< 1
Regressão Quadrática x Linear	1	14,54	< 1
Regressão Quadrática x Quadrática	1	109,91	4,51 <sup>*</sup>
Regressão Quadrática x Cúbica	1	0,01	< 1
Regressão Cúbica x Linear	1	4,14	< 1
Regressão Cúbica x Quadrática	1	26,46	1,09 ns
Regressão Cúbica x Cúbica	1	61,13	2,51
Resíduo	60	24,35	

C.V = 20%

\* - Significativo ao nível de 5% de probabilidade

\*\* - Significativo ao nível de 1% de probabilidade

ns - Não significativo

QUADRO 17 - Análise da variância do peso de 100 sementes de sorgo granífero *Sorghum bicolor* (L.) Moench, tratadas com ácido giberélico e o ácido  $\alpha$  - naftalenoacético em diferentes concentrações. Fortaleza - Ceará - Brasil, 1979.

Causas de Variação	GL	Q.M.	F
BLOCOS	4	0,07	
(TRATAMENTOS)	15		
AUXINAS	(3)		
Regressão Linear	1	0,91	8,27 <sup>**</sup>
Regressão Quadrática	1	0,02	< 1 ns
Regressão Cúbica	1	0,03	< 1 ns
GIBERELINA	3	0,25	2,27 ns
Int. Auxina x Giberelina	9	0,15	1,36 ns
Resíduo	60	0,11	

C.V = 10%

\*\* - Significativo ao nível de 1% de probabilidade  
 ns- Não significativo