

1 INTRODUÇÃO

A presença de plantas daninhas na lavoura sempre foi um dos principais problemas enfrentados pelos agricultores porque elevam o custo de produção e reduz a produtividade. Nos locais onde se pratica agricultura intensivamente, ocorrem modificações na população destas plantas, passando a predominar as espécies que melhor se adaptam às aquelas condições (FAVERO et al., 2001). A interferência dessas plantas nas culturas de interesse comercial se dá devido à competição por água, luz, CO₂ e nutrientes e também pelo efeito alelopático, provocando a redução qualitativa e quantitativa na produção (BIANCHI, 1995).

A espécie *Bidens pilosa* L., popularmente conhecida como picão-preto, é uma planta herbácea originária da América Tropical com maior incidência na América do Sul. No Brasil, está presente em quase todo território, porém, concentram-se nas áreas agrícolas das regiões Sul e Centro-Oeste, na qual constitui em uma das mais importantes plantas daninhas de culturas anuais e perenes, sendo apontada como tal em mais de 40 países. É uma invasora bastante agressiva, que além de competir com a cultura pode servir de hospedeiro de pragas e doenças, podendo provocar perdas significativas de produtividade em culturas agrícolas. Sua reprodução ocorre via sementes que possuem crescimento rápido e pode ser encontrada durante todo o ano, mas as maiores infestações ocorrem durante as estações mais quentes, ou seja, primavera e verão (KISSMANN, 1997).

O método de controle mais utilizado para o picão-preto é o químico, pois se a eliminação for mecânica pode-se esperar uma nova geração em poucos dias, visto que o revolvimento do solo traz à superfície, sementes com condições de germinar. No entanto, dentro da espécie *B. pilosa* L. ocorrem biotipos, alguns dos quais resistentes a determinados herbicidas (KISSMANN, 1997). Além disso, o controle químico apresenta elevado impacto ambiental, risco de intoxicação humana e possibilidade de causar fitotoxicidade às culturas (BALBINOT-JUNIOR, 2004).

Além das plantas daninhas, o controle de fungos fitopatogênicos se faz necessário devido à grande perda na agricultura, no cultivo, na colheita e na pós-colheita de produtos agrícolas. Portanto também foram estudados o efeito de substâncias sintéticas no controle dos fungos *Colletotrichum musae*, agente responsável pela antracnose ou podridão pós-colheita da banana, *Penicillium* sp., causador da podridão pós-colheita em frutos de laranja (ZAMBOLIM et al., 2002), o *Fusarium solani* f. sp. phaseoli, responsável pela podridão-radicular do feijoeiro (EPAMIG, 2010, MIRANDA et al., 2007) e o *Fusarium solani* f. sp. piperis Alb., agente da fusariose da pimenta-do-reino.

Embora o Brasil seja o segundo produtor mundial, a participação brasileira no mercado internacional de banana é insignificante por diversos fatores, entre eles o volume de perdas em pós-colheita no país, estimado em 1,98 milhões de toneladas ano, o que corresponde a 30% da produção nacional (BENATO, 1999). As principais perdas em pós-colheita são decorrentes de inúmeros fatores físicos, fisiológicos e microbiológicos (PESSOA & OLIVEIRA, 2006).

Os fungos são responsáveis pela maioria das doenças que afetam a banana no que diz respeito à patologia pós-colheita. Entre essas doenças, destacam a antracnose, a podridão-da-coroa, a podridão-de-charuto e a podridão-por-*Lasiodiplodia* (PESSOA & OLIVEIRA, 2006). As perdas são significativas, principalmente na comercialização de bananas maduras, acarretando sérios prejuízos para os mercadistas e consumidores. Dentre as doenças pós-colheita citadas, as lesões de antracnose em banana, causadas por *Colletotrichum musae*, representam o mais grave problema na pós-colheita dessa fruta. Embora se manifeste durante esse período, o problema tem início no campo, ocasião em que os conídios produzidos em folhas velhas, bem como em restos culturais e florais são liberados por meio da água de chuva e de irrigação e disseminados por ventos e insetos (ZAMBOLIM et al., 2002).

As tecnologias disponíveis que permitem aumentar a vida pós-colheita, estender o período livre de doença e manter a qualidade dos frutos são a quimioterapia e refrigeração (LABAVITCH, 1998). Os fungicidas tiabendazol, tiofanato metílico e prochloraz constituem a principal forma de controle das doenças em pós-colheita de muitos frutos; entretanto, a forma de aplicação e o surgimento de patógenos resistentes têm limitado seu uso (WINSNIEWSKI & WILSON, 1992). Desse modo, vários métodos de controle de doenças, como físicos, biológicos e

alternativos (óleos essenciais e extratos), vem sendo estudados para minimizar ou substituir o uso de fungicidas (CIA et al., 2007; BASTOS & ALBUQUERQUE, 2004).

O *Piper nigrum* L. (pimenta-do-reino) foi introduzido no Norte do Espírito Santo e Sul da Bahia como fonte alternativa para melhorar a renda dos pequenos e médios produtores agrícolas que associado às culturas da mandioca, feijão, café conilon e da banana garantem a fixação no campo e a sobrevivências de muitos agricultores. Sendo uma planta trepadeira, pertencente à família Piperaceae, originária do Sudeste Asiático, mais precisamente da Índia, é a mais comum e importante das especiarias (COSTA & MEDEIROS, 2000). É uma das espécies que apresenta um curto período de imaturidade, iniciando a produção comercial a partir do segundo ano. No entanto, é muito susceptível ao fungo *Fusarium solani* f. sp. piperis Alb., responsável por grandes danos à cultura, reduzindo o período útil de exploração da cultura para apenas quatro anos. Similar às frutíferas o uso intensivo de fungicidas metalaxyl, mancozeb, fosetil-Al ou cúpricos restringe a exportação e métodos alternativos para o controle da fusariose tem sido proposto (BENCHIMOL et al., 2008).

No controle de plantas daninhas ou de pragas agrícolas, além da utilização de extratos, frações e substâncias puras obtidos de plantas, também se pode utilizar a síntese orgânica, na construção de novas entidades químicas (NCE), a partir de precursores mais simples (SOLOMONS, 2001). Estas NCEs são denominadas agroquímicos, agrotóxicos, pesticidas e herbicidas (no controle de plantas daninhas).

Desde a síntese do ácido 2,4-diclorofenóxiacético (2,4-D), em 1946, a indústria de agroquímicos tem desenvolvido um grande número de pesticidas seletivos para diversas culturas. O mercado mundial de agroquímicos movimentada em torno de 30 bilhões de dólares e, no Brasil, essa indústria tem crescido continuamente: em 1997 as vendas desses produtos atingiram 2,3 bilhões (BARBOSA, 2004).

Um dos problemas do uso de substâncias sintéticas constitui a toxicidade ao ser humano e ao meio ambiente, portanto atualmente o que se busca é a síntese de substâncias mais seletivas e menos prejudiciais aos seres humanos. Em 1995, cerca de 25 milhões de casos de intoxicações foram notificados pela FAO por produtos sintéticos devido à falta de treinamento na aplicação, manuseio, distribuição e toxidez dos mesmos (BARBOSA, 2004).

Derivados do Ácido *N*-Acil-*N*-fenilmaleâmico têm sido estudados no desenvolvimento de novos herbicidas, cujas novas entidades químicas apresentam grupos alquilas, alcóxidos e acilas substituídos no anel fenílico do derivado *N*-Fenilmaleâmico (TAKEMATSU & KUME, 2011).

Sendo assim, pesquisas voltadas para o estudo e a avaliação de aminoderivados do Anidrido Maléico com atividade antimicrobiana, reguladora da germinação e crescimento de plantas devem ser estimuladas no intuito de criar drogas seletivas com menos efeitos adversos ao ser humano e ao meio ambiente. Dentro desse contexto, nossos estudos dos produtos originados da síntese do composto em questão poderão ser utilizados na agronomia propiciando melhor qualidade de vida aos seres humanos e integrando o princípio de inter-relacionamento das áreas de atuação profissional.

O Anidrido Maléico é um derivado obtido pela ciclização do Ácido Maléico, isômero *Z* do Ácido Butenodióico. O isômero mais estável *E* é o Ácido Fumárico, um ácido dicarboxílico natural que faz parte dos processos de produção celular de energia (ciclo de ácidos tricarboxílicos ou ciclo de Krebs), e é produzido pela pele humana durante a exposição à luz solar.

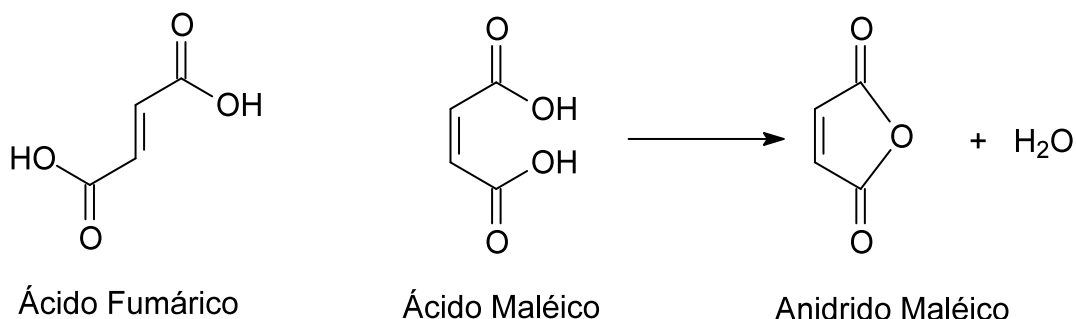


Figura 1. Ciclização do Ácido Maléico e seu respectivo isômero mais estável *E* (Ácido Fumárico).

No presente trabalho foram avaliadas as atividades antimicrobiana (antibacteriana e antifúngica), reguladoras da germinação e crescimento das plantas frente às substâncias sintetizadas a partir da reação de Anidrido Maléico com aminas cíclicas (Anilina, Ciclohexilamina, Fenilhidrazina e Piperazina) e aminas acíclicas (Dietilamina, Etilamina e Etilenodiamina) além do próprio Anidrido Maléico.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral

Analisar as atividades reguladoras da germinação de sementes, crescimento de plantas e ação antimicrobiana de derivados *N*-alquil do Ácido Maleâmico.

2.2. Objetivos específicos

2.2.1. Síntese, purificação e caracterização de derivados *N*-alquil do Ácido Maleâmico;

2.2.2. Realização de testes biológicos para avaliar o efeito das substâncias quanto à germinação e crescimento radicular de *Sorghum bicolor* L. (sorgo), *Cucumis sativus* L. (pepino), *Lactuca sativa* L. (alface) e de planta daninha *Bidens pilosa* L. (picão preto).

2.2.3. Realização de testes biológicos para avaliar o efeito das substâncias quanto à toxicidade frente às bactérias patogênicas (*Escherichia coli* ATCC 8739, *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Staphylococcus aureus* hospitalar e *Bacillus cereus* ATCC 11778) além de fungos de interesse agrícola (*Colletotrichum musae*, *Fusarium solani* f. sp phaseoli, *Fusarium solani* f. sp piperis Alb. e *Penicillium* sp).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Técnicas experimentais e instrumentos

As temperaturas de fusão foram determinadas no aparelho de ponto de fusão Quimis, sem correção.

Na cromatografia em camada delgada (CCD) foi utilizada sílica-gel G.

As análises dos compostos no infravermelho foram realizadas por meio de pastilhas de KBr. Os aparelhos usados foram os espectrofotômetros de infravermelho Mattson Instruments FT-IR 3000, do Departamento de Química da UFMG.

Os mapas de contornos COSY e HMQC, os subespectros e os espectros de Ressonância Magnética Nuclear de Hidrogênio de 200 e 400 MHz e de Carbono a 50 e 100 MHz foram obtidos, respectivamente, nos aparelhos Bruker DPX 200 e DRX 400 *AVANCE* do Departamento de Química da UFMG. Foi usado o tetrametilsilano (TMS) como padrão interno. Os solventes utilizados foram o clorofórmio deuterado (CDCl_3), o dimetilsulfóxido deuterado ($\text{DMSO-}d_6$), água deuterada (D_2O) e metanol deuterado (MeOD).

3.2. Síntese das substâncias

No presente trabalho foram propostas metodologias para a síntese de substâncias da reação do Anidrido Maléico com 4-Metilpiperidina, Anilina, Butilamina, Ciclohexilamina, Dietilamina, Dipropilamina, Etilamina, Etilenodiamina, Fenilhidrazina, Morfolina, Piperazina e Propilamina, conforme a literatura (PAQUETE et al., 2009; BELINELO et al., 2001, 2002, 2005, 2008, 2009).

As reações do Anidrido Maléico com a Butilamina, Dipropilamina, Morfolina e Propilamina não ocorreram e não levaram ao produto desejado, de acordo com as metodologias propostas para as outras aminas e foram excluídas dos testes biológicos.

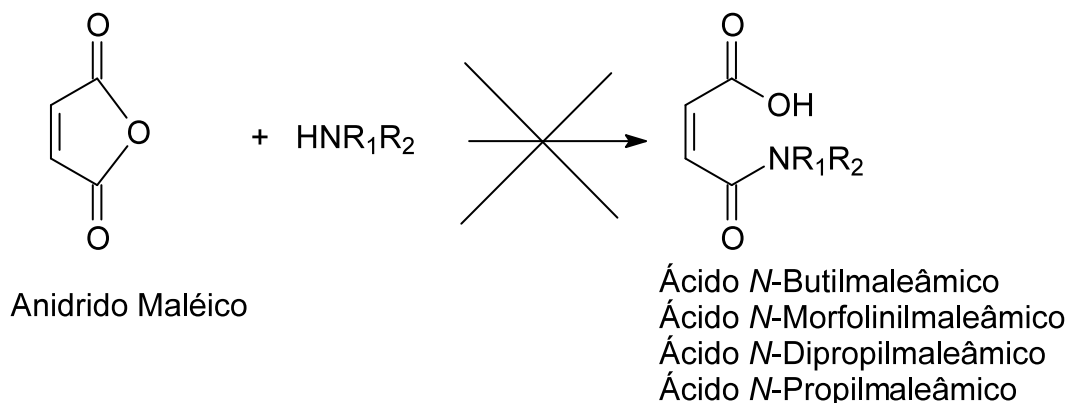


Figura 1. Reações do anidrido maléico que não ocorreram.

As reações do Anidrido Maléico com as aminas 4-Metilpiperidina, Dietilamina, Etilamina, Etilenodiamina e Piperazina forneceram os derivados previamente propostos conforme metodologia abaixo.

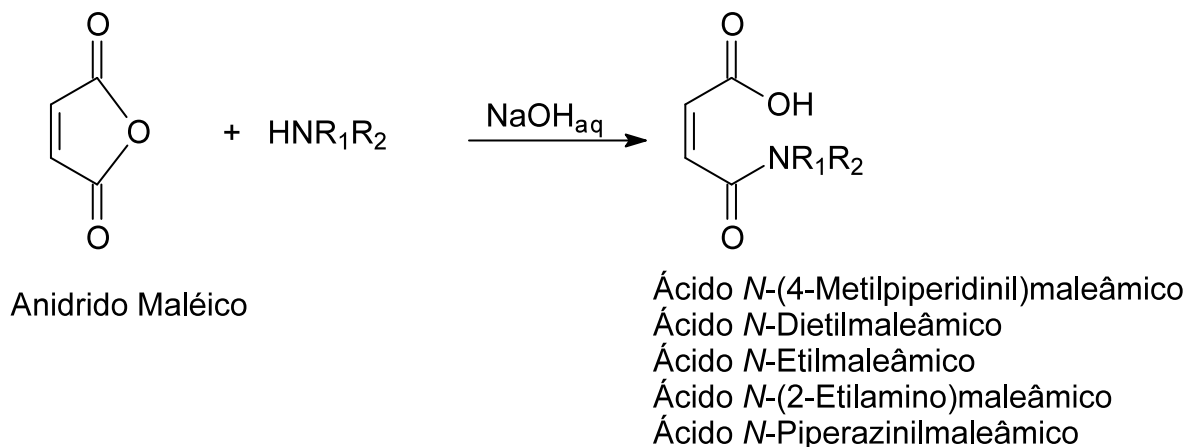


Figura 2. Reações do Anidrido Maléico que ocorreram e que forneceram os derivados propostos.

Em um frasco cônico (Erlenmeyer) de 250 mL, dissolveu-se a quantidade previamente estabelecida de cada amina, em 50 mL de água destilada aquecida a 80 °C por cerca de 5 minutos. Acrescentou-se lentamente, sob agitação contínua, o Anidrido Maléico. O pH da solução foi então ajustado com NaOH até permitir a

formação de precipitado, que foi filtrado com o uso de funil de Buchner sob pressão reduzida.

As substâncias obtidas foram purificadas por recristalização, dissolvendo os precipitados em água destilada a quente. Após evaporação da água, a solução foi deixada esfriar e os cristais formados foram filtrados novamente com pequenas porções de água destilada gelada ou clorofórmio quando necessário. Efetuou-se a filtração e lavou os cristais com água refrigerada. Os cristais foram secos, transferidos para frasco de vidro e, com a massa obtida, foram calculados os rendimentos das reações.

As reações do Anidrido Maléico com as amins Anilina, Ciclohexilamina e Fenilhidrazina forneceram os derivados previamente propostos conforme metodologia proposta por (BELINELO et al., 2001).

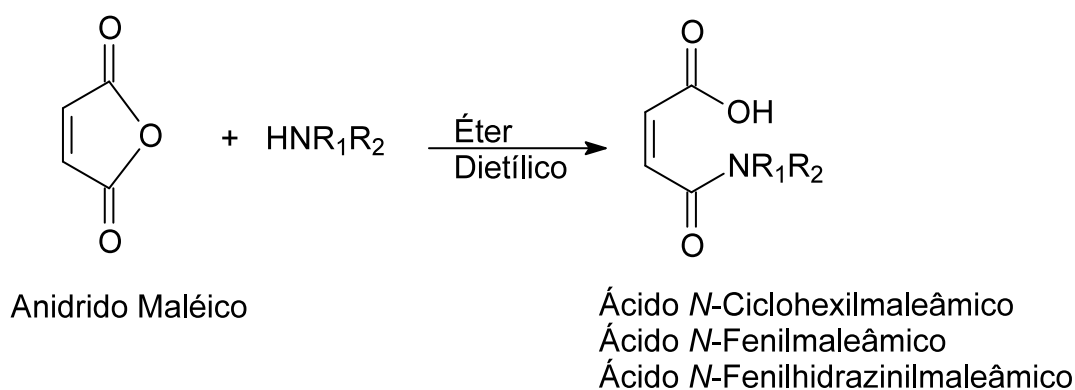


Figura 3. Reações do Anidrido Maléico com as amins que forneceram os derivados previamente propostos.

Em um frasco cônico (Erlenmeyer) de 250 mL com solução de Anidrido Maléico em Éter Dietílico (30 mL), adicionou-se uma solução de amina em Éter Dietílico (20 mL), as quantidades foram previamente estabelecidas. Prontamente houve a formação de um precipitado que foi filtrado no funil de Buchner, sob pressão reduzida, e lavado com Éter Dietílico resfriado. Os cristais foram secos, transferidos para frasco de vidro e com as massas obtidas foram calculados os rendimentos.

Verificaram-se a temperatura (faixa) de fusão e o coeficiente de retenção em mistura de solvente diclorometano: éter dietílico (2:3).

Tabela 1. Aminas e demais substâncias utilizadas na reação com Anidrido Maléico.

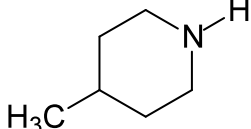
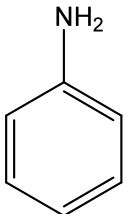
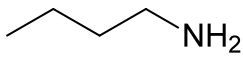
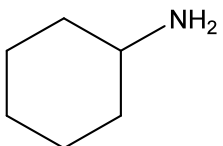
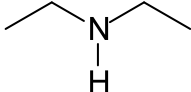
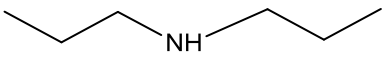
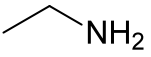
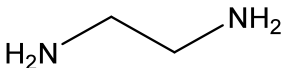
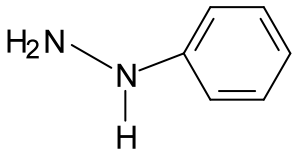
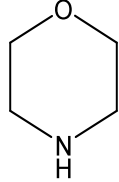
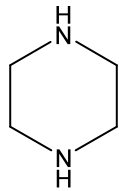
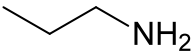
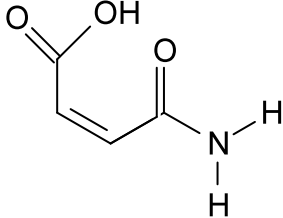
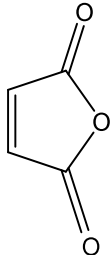
Aminas	Formas Estruturais
4-Metilpiperidina.....	
Anilina.....	
Butilamina.....	
Ciclohexilamina.....	
Dietilamina.....	
Dipropilamina.....	
Etilamina.....	
Etilenodiamina.....	
Fenilhidrazina.....	
Morfolina.....	
Piperazina.....	

TABELA 1 continuação

Aminas	Formas Estruturais
Propilamina.....	
Demais substâncias	
Ácido Maleâmico.....	
Anidrido Maléico.....	

3.3. Determinação do potencial antibacteriano

Para determinação do potencial antibacteriano das substâncias sintetizadas, foram realizados testes de microdiluição em caldo Mueller-Hinton, conforme metodologias padrões para bactérias (NCCLS, 2003). Para isso, diluições sucessivas foram feitas em placas de 96 poços, partindo da concentração inicial de $100,0 \mu\text{g mL}^{-1}$ até a concentração final de $0,39 \mu\text{g mL}^{-1}$. A concentração inibitória mínima (CIM) foi determinada para os seguintes microorganismos: *Escherichia coli* (ATCC 8739); *Staphylococcus aureus* (ATCC 25923), *Staphylococcus aureus* isolado do Hospital Estadual Dr. Roberto Arnizaut Silvaes, situado no município de São Mateus, ES e *Bacillus cereus* (ATCC 11778). Para garantir a ausência de contaminantes ou a ineficiência do meio para o crescimento bacteriano, os três últimos poços foram destinados ao controle do meio, da substância e da bactéria em questão. O controle positivo foi realizado com Vancomicina e Ceftriaxona.

O experimento para bactérias foi realizado em duas microplacas com cinco poços da mesma concentração em cada microplaca, sendo que as placas foram acondicionadas em câmara úmida. A incubação na estufa bacteriológica foi por 24h

em temperatura de 35 ± 2 °C. A leitura dos resultados apresentados foi realizada de forma visual.

Foi avaliada também a atividade bactericida em placas com agar Mueller-Hinton (CBM, concentração bactericida mínima), após leitura do CIM para os poços onde não se observou crescimento bacteriano.

3.4. Determinação do potencial antifúngico

Para determinação do potencial antifúngico das substâncias sintetizadas, foram realizados testes de microdiluição em caldo Sabouraud Dextrose, conforme metodologias padrões para fungos (NCCLS, 2002). Para isso, diluições sucessivas foram feitas em placas de 96 poços, partindo da concentração inicial de $1000,0 \mu\text{g mL}^{-1}$ até a concentração final de $3,9 \mu\text{g mL}^{-1}$ (NCCLS, 2002). A CIM foi determinada para os seguintes microorganismos: *Colletotrichum musae*, *Fusarium solani* f. sp. phaseoli, *Fusarium solani* f. sp. piperis Alb. e *Penicillium* sp. Para garantir a ausência de contaminantes ou a ineficiência do meio para o crescimento dos fungos, os três últimos poços foram destinados ao controle do meio, da substância e do fungo em questão. O controle positivo foi realizado com Cetoconazol ($30 \mu\text{g mL}^{-1}$), Itraconazol ($30 \mu\text{g mL}^{-1}$) e Anfotericina B ($15 \mu\text{g mL}^{-1}$).

O experimento para fungos foi realizado em duas microplacas com cinco poços da mesma concentração em cada microplaca, sendo que as placas foram acondicionadas em câmara úmida. A incubação na estufa bacteriológica foi por 48-72h em temperatura de 27 ± 1 °C. A leitura dos resultados apresentados foi realizada de forma visual.

A atividade fungicida também foi avaliada com o uso de placas com agar Sabouraud Dextrose (CFM, concentração fungicida mínima), após leitura do CIM para os poços onde não se observou crescimento dos fungos.

3.5. Teste de avaliação da atividade reguladora da germinação e crescimento de plantas

Os testes para avaliação da atividade reguladora da germinação e crescimento de plantas pelas substâncias puras foram realizados de acordo com a metodologia descrita na literatura (EINHELLIG et al., 1983). Foram preparadas soluções das substâncias sintetizadas nas concentrações de 2000, 1500, 1000, 500 e 250 $\mu\text{g mL}^{-1}$. Os experimentos foram conduzidos em placas de Petri de 10 cm de diâmetro, nas quais foram colocadas duas folhas de papel de filtro. Cada placa, após receber 3 mL da solução da substância a ser estudada, foi deixada em temperatura ambiente até evaporação do solvente. Em seguida, foram adicionados 3 mL de água destilada e 10 sementes em cada placa de *Sorghum bicolor* L. (sorgo), *Cucumis sativus* L. (pepino), *Lactuca sativa* L. (alface) ou de *Bidens pilosa* L. (picão preto), previamente esterilizadas por imersão, durante 10 minutos, em solução aquosa de Hipoclorito de Sódio a 2%. As placas foram incubadas a 25 °C, sob luz fluorescente (8 x 40 W), por um período de 7 dias, quando os comprimentos das raízes (CR) e das plântulas ou partes aéreas (CP), foram medidos e as massas secas (MS) calculadas.

Foi avaliado durante no período de 7 dias o número de sementes germinadas, para que posteriormente, fossem determinados a porcentagem de germinação (PG) e o índice de velocidade de germinação (IVG) utilizando-se a fórmula sugerida por (POPINIGS, 1977) onde $IVG = (E1/N1 + E2/N2 + \dots + En/Nn)$ em que: IVG = Índice de velocidade de germinação; E = Número de plantas emergidas em cada dia; N = Número de dias decorridos desde a colocação nas placas de Petri. O controle foi realizado sem as substâncias testadas somente com água destilada ou DMSO de acordo com o solvente utilizado para cada concentração utilizada e mantidas as outras condições descritas. Para cada substância empregou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado composto por cinco repetições por tratamento, sendo cada repetição composta por dez sementes, totalizando cinquenta sementes por tratamento.

A avaliação foi realizada aos sete dias a partir da montagem do experimento e as variáveis analisadas foram: comprimento das raízes (CR), comprimento das plântulas ou partes aéreas (CP), massa seca (MS), porcentagem de germinação (PG) e o índice de velocidade de germinação (IVG). Os dados obtidos foram

submetidos à análise de variância e as médias comparadas com auxílio do programa SISVAR (FERREIRA, 2008) utilizando-se análise de regressão.

3.6. Caracterização das estruturas químicas

A caracterização das estruturas químicas foi feita por análise elementar, espectrofotometria no IV e por ressonância magnética nuclear usando técnicas em uma ou duas dimensões, incluindo subespectro DEPT 135 e mapas de contornos COSY ^1H ^1H e HMQC (BELINELO et al., 2001, 2002, 2005, 2008, 2009; PILÓ-VELOSO et al., 2004).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Síntese de derivados *N*-alquil do Ácido Maleâmico

As reações das aminas com Anidrido Maléico levam a abertura do anel com formação da respectiva função amida por meio de ataque do nucleófilo amino a uma das carbonilas do anidrido.

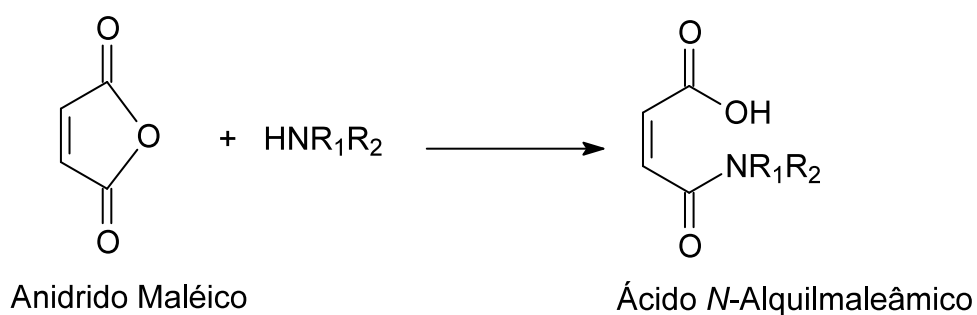


Figura 1. Esquema da reação das aminas com Anidrido Maléico

Na **Tabela 1** estão listadas as quantidades utilizadas de Anidrido Maléico e das respectivas aminas, que foram adicionadas com 20% de excesso para garantir o consumo total do Anidrido.

Tabela 1. Quantidades utilizadas na síntese do ácido maleâmico

Amina	Volume da Amina	Anidrido Maléico
4-Metilpiperidina	1,4 mL	1,00 g
Anilina	1,2 mL	1,03 g
Butilamina	1,4 mL	1,15 g
Ciclohexilamina	1,4 mL	0,99 g
Dietilamina	1,5 mL	1,15 g
Dipropilamina	1,7 mL	0,98 g
Etilamina	1,1 mL	1,37 g
Etilenodiamina	1,0 mL	1,24 g
Fenilhidrazina	1,1 mL	0,95 g
Morfolina	1,1 mL	1,06 g
Piperazina	1,0 mL	1,06 g
Propilamina	1,2 mL	1,25 g

Os resultados das sínteses com os respectivos rendimentos, temperatura (faixa) de fusão e solubilidade estão descritos na **Tabela 2**.

Tabela 2. Dados das sínteses dos derivados do Ácido Maleâmico

Derivados do Ácido Maleâmico	Rendimento (%)	Faixa de Fusão (°C)	Solubilidade	R _f * Éter Dietílico: DCM (2:3)
4-Metilpiperidina	94,6	139-140	DMSO	0,27
Anilina	90,1	199-200	DMSO	0,35
Ciclohexilamina	89,9	166-167	DMSO	0,31
Dietilamina	80,5	218-220	DMSO	0,30
Etilamina	68,8	212-215	DMSO	0,32
Etilenodiamina	62,4	134-135	DMSO	0,29
Fenilhidrazina	95,2	138-139	DMSO	0,38
Piperazina	95,8	146-147	ÁGUA	0,35

*R_f = Fator de retenção em Cromatografia de Camada Delgada

Abaixo são apresentados os dados físico-químicos do Anidrido Maléico e dos derivados sintetizados.

4.1.1. Dados físicos e químicos de Anidrido Maléico

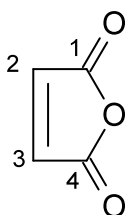


Figura 2. Anidrido Maléico.

Fórmula Molecular: $C_4H_4O_3$ (MM = $98,06 \text{ g mol}^{-1}$)

Aspecto: sólido branco

CCD: $R_f = 0,24$ (Éter Dietílico : Diclorometano, 2:3)

Temperatura de fusão: $53 \text{ }^\circ\text{C}$

Solubilidade: solúvel em Acetato de Etila, Acetona, Clorofórmio, Etanol, Metanol, Diclorometano e Dimetilsulfóxido.

IV (KBr) $\bar{\nu}_{\text{max}}$, cm^{-1} : 3500, 3330, 1700, 1660, 1600, 1550, 1500, 1390, 1365, 1220, 1080, 900, 790.

RMN de ^1H (200 MHz, D_2O) δ : 4,709 (s, 4H, H-2 e H-3).

RMN de ^{13}C (50 MHz, D_2O) δ : 172,15 (C-1 e C-4), 135,69 (C-2 e C-3).

4.1.2. Dados físicos e químicos de Ácido *N*-Etilmaleâmico

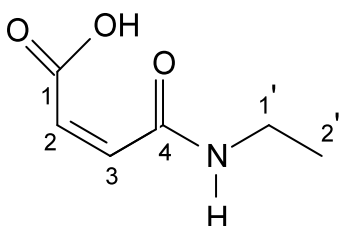


Figura 3. Ácido *N*-Etilmaleâmico.

Fórmula Molecular: $C_6H_9NO_3$ (MM = 143,14 g mol⁻¹)

Aspecto: sólido branco

CCD: $R_f = 0,32$ (Éter Dietílico : Diclorometano, 2:3)

Faixa de fusão: 212 – 215 °C

Solubilidade: solúvel em Dimetilsulfóxido. Pouco solúvel em Clorofórmio e Diclorometano.

IV (KBr) $\bar{\nu}_{max}$, cm⁻¹: 3400, 3030, 3000, 2960, 1700, 1640, 1580, 1420, 1310, 1260, 1220, 990, 900, 860, 780.

RMN de ¹H (200 MHz, MeOH) δ : 1,294 (t, 3H, $J_{2,1'}=7,2$ Hz, H-2'), 2,993 (q, 2H, $J_{1'-2'}=7,2$ Hz, H-1'), 6,329 (d, 2H, H-2 e H-3), 6,765 (s, 2H, N-H e O-H),

RMN de ¹³C (50 MHz, MeOH) δ : 168,07 (C-4), 167,04 (C-1), 134,16 (C-3), 130,81 (C-2), 35,05 (C-1'), 11,89 (C-2').

4.1.3. Dados físicos e químicos de Ácido *N*-Dietilmaleâmico

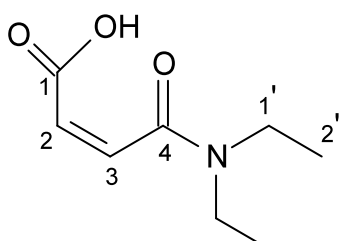


Figura 4. Ácido *N*-Dietilmaleâmico.

Fórmula Molecular: $C_8H_{13}NO_3$ (MM = 171,20 g mol⁻¹)

Aspecto: sólido branco

CCD: $R_f = 0,30$ (Éter Dietílico : Diclorometano, 2:3)

Faixa de fusão: 218 – 220 °C

Solubilidade: solúvel em Dimetilsulfóxido. Pouco solúvel em Hexano e Diclorometano.

IV (KBr) $\bar{\nu}_{max}$, cm⁻¹: 3500, 3340, 3000, 2980, 1690, 1670, 1605, 1550, 1480, 1390, 1350, 1260, 1210, 1070, 890, 860, 780.

RMN de ¹H (200 MHz, DMSO) δ : 1,173 (t, 6H, H-2' e H-3'), 2,517 (q, 4H, H-1' e H-4'), 3,499 (s, 2H, N-H e O-H), 6,073 (d, 2H, H-2 e H-3).

RMN de ^{13}C (50 MHz, DMSO) δ : 167,31 (C-4 e C-1), 135,96 (C-2 e C-3), 41,28 (C-1' e C-4'), 10,90 (C-2' e C-3').

4.1.4. Dados físicos e químicos de Ácido *N*-(2-Aminoetil)maleâmico

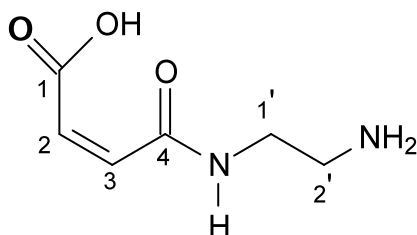


Figura 5. Ácido *N*-(2-Aminoetil)maleâmico.

Fórmula Molecular: $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{N}_2\text{O}_3$ (**MM** = 158,16 g mol $^{-1}$)

Aspecto: sólido incolor

CCD: $R_f = 0,29$ (Éter Dietílico : Diclorometano, 2:3)

Faixa de fusão: 134 – 135 °C

Solubilidade: solúvel em Diclorometano. Pouco solúvel em Éter Dietílico e Dimetilsulfóxido.

IV (KBr) $\bar{\nu}_{\text{max}}$, cm^{-1} : 3280, 3080, 2980, 1685, 1600, 1560, 1500, 1440, 1385, 1310, 1260, 1230, 1205, 1070, 950, 900, 840, 805, 800, 705, 620, 600.

RMN de ^1H (400 MHz, MeOH) δ : 2,494 (t, 2H, **NH₂**), 3,283 (m, 2H, **H-2'**), 3,562 (m, 2H, **H-1'**), 6,025 (s, 1H, **N-H**), 6,213 (d, 1H, $J_{3,2}=12,4$ Hz, **H-3**), 6,355 (d, 1H, $J_{2,3}=12,4$ Hz, **H-2**), 8,998 (s, 1H, **O-H**).

RMN de ^{13}C (100 MHz, MeOH) δ : 166,99 (C-4), 165,47 (C-1), 132,13 (C-3), 131,96 (C-2), 38,58 (C-1'), 36,97 (C-2').

4.1.5. Dados físicos e químicos de Ácido *N*-Piperazinilmaleâmico

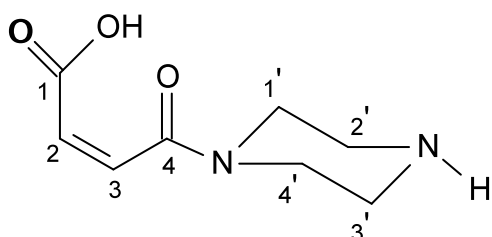


Figura 6. Ácido *N*-Piperazinilmaleâmico.

Fórmula Molecular: $C_8H_{12}N_2O_3$ (**MM** = 184,19 g mol⁻¹)

Aspecto: sólido branco

CCD: $R_f = 0,35$ (Éter Dietílico : Diclorometano, 2:3)

Faixa de fusão: 146 – 147 °C

Solubilidade: solúvel em água. Pouco solúvel em Dimetilsulfóxido.

IV (KBr) $\bar{\nu}_{max}$, cm⁻¹: 3400, 3080, 3000, 2970, 2920, 1735, 1600, 1540, 1490, 1450, 1445, 1390, 1375, 1310, 1290, 1260, 1200, 1180, 1080, 1060, 970, 910, 880, 860, 805, 790.

RMN de ¹H (200 MHz, D₂O) δ : 2,227 (t, 4H, **H-2'** e **H-3'**), 3,583 (t, 4H, **H-1'** e **H-4'**), 4,800 (s, 2H, **N-H** e **O-H**), 6,741 (d, 2H, **H-2** e **H-3**).

RMN de ¹³C (50 MHz, D₂O) δ : 176,10 (C-4), 171,87 (C-1), 135,75 (C-2 e C-3), 49,52 (C-3'), 48,00 (C-2'), 43,17 (C-4'), 41,59 (C-1').

4.1.6. Dados físicos e químicos de Ácido *N*-Ciclohexilmaleâmico

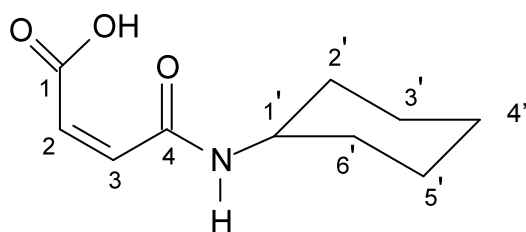


Figura 7. Ácido *N*-Ciclohexilmaleâmico.

Fórmula Molecular: $C_{10}H_{15}NO_3$ (**MM** = 197,23 g mol⁻¹)

Aspecto: sólido branco

CCD: $R_f = 0,31$ (Éter Dietílico : Diclorometano, 2:3)

Faixa de fusão: 166 - 167 °C

Solubilidade: solúvel em Dimetilsulfóxido. Pouco solúvel em Diclorometano.

IV (KBr) $\bar{\nu}_{\max}$, cm^{-1} : 3280, 3070, 2940, 2880, 1680, 1640, 1540, 1455, 1430, 1385, 1340, 1255, 1190, 1080, 1040, 970, 900, 850, 805, 800, 680, 630, 610.

RMN de ^1H (200 MHz, DMSO) δ : 0,850-1,400 (m, 2H, **H-4'**), 1,400-2,000 (m, 8H, **H-2'**, **H-3'**, **H-5'**, **H-6'**), 2,919 (m, 1H, **H-1'**), 3,643 (s, 1H, **N-H**), 5,695 (d, 1H, $J_{2,3}=13,2$ Hz, **H-2**), 6,057 (d, 1H, $J_{3,2}=13,2$ Hz, **H-3**), 11,166 (s, 1H, **O-H**).

RMN de ^{13}C (50 MHz, DMSO) δ : 169,00 (C-1), 164,53 (C-4), 136,89 (C-3), 129,58 (C-2), 49,38 (C-1'), 32,18 (C-2'), 30,48 (C-6'), 24,18 (C-3' e C5'), 23,91 (C-4').

4.1.7. Dados físicos e químicos de Ácido *N*-(4-Metilpiperidinil)maleâmico

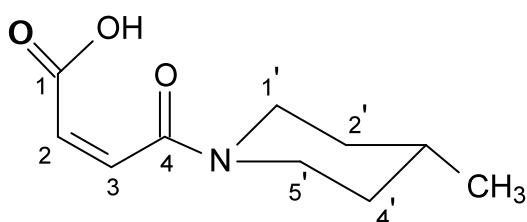


Figura 8. Ácido *N*-(4-Metilpiperidinil)maleâmico.

Fórmula Molecular: $\text{C}_{10}\text{H}_{15}\text{NO}_3$ (**MM** = 197,23 g mol $^{-1}$)

Aspecto: sólido branco

CCD: R_f = 0,27 (Éter Dietílico : Diclorometano, 2:3)

Faixa de fusão: 139 – 140 °C

Solubilidade: solúvel em Dimetilsulfóxido. Pouco solúvel em Éter Dietílico e Clorofórmio.

IV (KBr) $\bar{\nu}_{\max}$, cm^{-1} : 3500, 3350, 2960, 2880, 2860, 1730, 1670, 1605, 1505, 1480, 1450, 1390, 1360, 1250, 1200, 1080, 950, 900, 860, 805, 780.

RMN de ^1H (200 MHz, DMSO) δ : 0,876 (d, 3H, $J_{1'',3''}=6,2$ Hz, **H-1''**), 1,272 (m, 2H, **H-4'**), 1,610 (m, 1H, **H-3'**), 1,673 (m, 2H, **H-2'**), 2,801 (t, 2H, $J_{5',4'}=12,6$ Hz, **H-5'**), 3,224 (t, 2H, $J_{1',2'}=12,6$ Hz, **H-1'**), 3,621 (s, 2H, **N-H** e **O-H**), 6,062 (d, 2H, **H-2** e **H-3**).

RMN de ^{13}C (50 MHz, DMSO) δ : 167,80 (C-1 e C-4), 136,30 (C-2 e C-3), 43,44 (C-1' e C-5'), 30,40 (C-2' e C-4'), 28,30 (C-3'), 21,52 (C-1'').

4.1.8. Dados físicos e químicos de Ácido *N*-Fenilhidrazinilmaleâmico

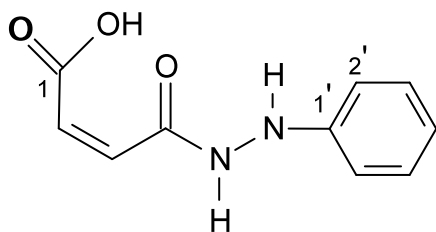


Figura 9. Ácido *N*-Fenilhidrazinilmaleâmico.

Fórmula Molecular: $C_{10}H_{10}N_2O_3$ (**MM** = 206,20 g mol⁻¹)

Aspecto: sólido amarelo

CCD: $R_f = 0,38$ (Éter Dietílico : Diclorometano, 2:3)

Faixa de fusão: 138 – 139 °C

Solubilidade: solúvel em Dimetilsulfóxido. Pouco solúvel em Clorofórmio.

IV (KBr) $\bar{\nu}_{max}$, cm⁻¹: 3260, 3030, 2990, 1690, 1600, 1590, 1540, 1510, 1490, 1400, 1310, 1300, 1230, 1210, 1100, 1030, 980, 900, 860, 750, 730, 690.

RMN de ¹H (200 MHz, DMSO) δ : 6,076 (d, 1H, $J_{NH,NH}=12,4$ Hz, **N-H**), 6,275 (d, 1H, $J_{2,3}=12$ Hz, **H-2**), 6,408 (d, 1H, $J_{3,2}=12$ Hz, **H-3**), 6,570 (d, 1H, $J_{NH,NH}=12,4$ Hz, **N-H**), 6,712 (t, 1H, $J_{4',3'}=J_{4',5'}=7,4$ Hz, **H-4'**), 6,775 (d, 2H, $J_{2',3'}=J_{6',5'}=7,4$ Hz, **H-2' e H-6'**), 7,131 (t, 2H, $J_{3',2'}=J_{3',4'}=J_{5',4'}=J_{5',6'}=7,4$ Hz, **H-3' e H-5'**), 7,914 (s, 1H, **O-H**).

RMN de ¹³C (50 MHz, DMSO) δ : 169,93 (C-1), 163,34 (C-4), 148,34 (C-1'), 130,92 (C-3), 130,04 (C-2), 128,54 (C-3' e C-5'), 118,71 (C-2' e C-6'), 112,27 (C-4').

4.1.9. Dados físicos e químicos de Ácido *N*-Fenilmaleâmico

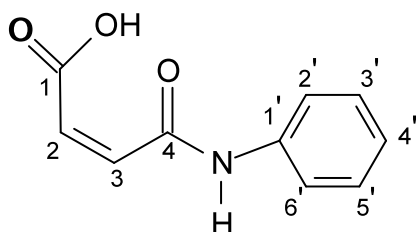


Figura 10. Ácido *N*-Fenilmaleâmico.

Fórmula Molecular: $C_{10}H_9NO_3$ (**MM** = 191,19 g mol⁻¹)

Aspecto: sólido amarelo

CCD: $R_f = 0,35$ (Éter Dietílico : Diclorometano, 2:3)

Faixa de fusão: 199 – 200 °C

Solubilidade: solúvel em Dimetilsulfóxido. Pouco solúvel em Clorofórmio.

IV (KBr) $\bar{\nu}_{\max}$, cm^{-1} : 3300, 3200, 3080, 3040, 2990, 1700, 1600, 1585, 1540, 1480, 1440, 1405, 1310, 1300, 1260, 1200, 1190, 1000, 980, 900, 840, 800, 750, 690, 600.

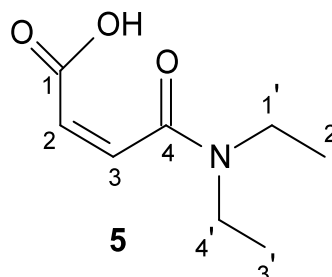
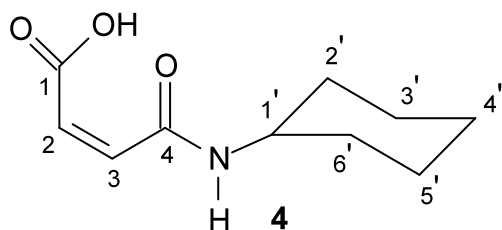
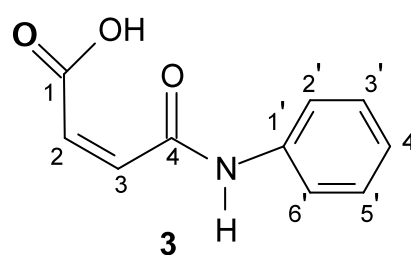
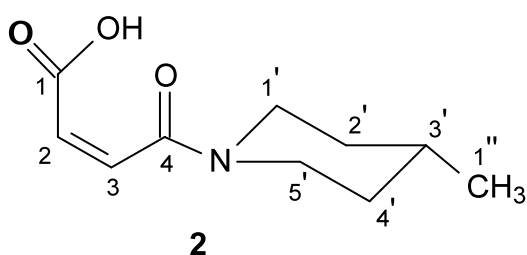
RMN de ^1H (200 MHz, DMSO) δ : 6,307 (d, 1H, $J_{2,3}=12$ Hz, H-2), 6,486 (d, 1H, $J_{3,2}=12$ Hz, H-3), 7,086 (t, 1H, $J_{4,3}=J_{4,5}=7,4$ Hz, H-4'), 7,329 (t, 2H, $J_{3,2}=J_{3,4}=J_{5,4}=J_{5,6}=7,4$ Hz, H-3' e H-5'), 7,626 (d, 2H, $J_{2,3}=J_{6,5}=7,4$ Hz, H-2' e H-6'), 10,400 (s, 2H, N-H e O-H).

RMN de ^{13}C (50 MHz, DMSO) δ : 166,56 (C-1), 162,95 (C-4), 138,20 (C-1'), 131,41 (C-3), 130,12 (C-2), 128,50 (C-3' e C-5'), 123,59 (C-4'), 119,24 (C-2' e C-6').

4.2. Análise espectroscópica dos derivados do Ácido Maleâmico

As estruturas dos derivados do Ácido Maleâmico foram confirmadas por espectroscopias no IV e de RMN.

4.2.1. Espectroscopia no infravermelho dos derivados do Ácido Maleâmico



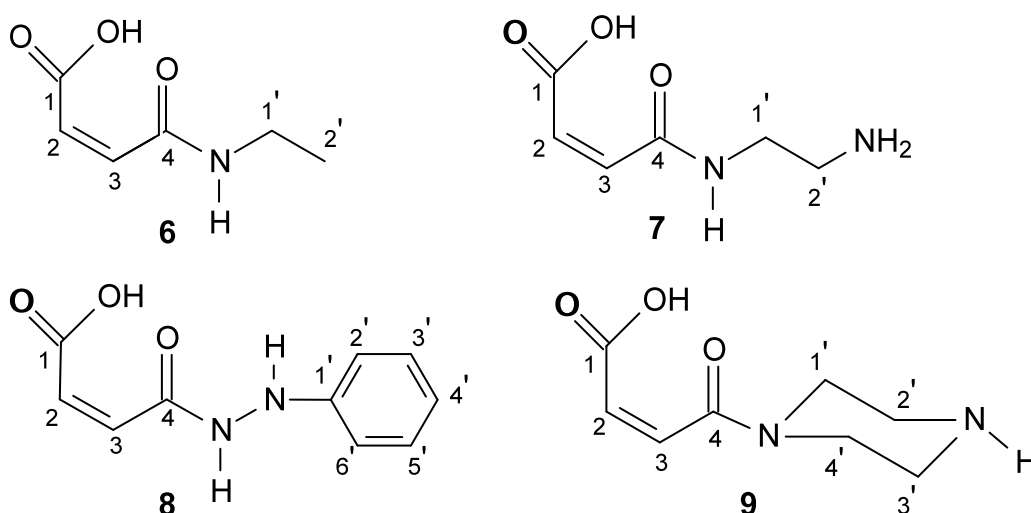


Figura 11. Substâncias **2 a 9**, cujas absorções foram citadas do item **4.1.2.** a **4.1.9.**

Pode-se observar pela comparação destes espectros que todos apresentam as absorções relativas às carbonilas de ácido carboxílico e de amida. A absorção de carbonila de amidas terciárias (**3** e **5**) ocorre em torno de 1670 cm^{-1} enquanto de amidas secundárias (**2** e **4**) ocorre em torno de 1640 cm^{-1} . Já as absorções de carbonila de ácido carboxílico para todas as substâncias ocorrem em torno de 1700 cm^{-1} (SILVERSTEIN & WEBSTER, 2000).

A posição exata das absorções da ligação N-H de amidas depende do grau de ligação de hidrogênio, do estado físico do composto e do isomerismo *cis-trans* da ligação C(=O)-N (BARTON, 1979). As vibrações de estiramento N-H para amidas secundárias, que existem principalmente na conformação *trans*, são observadas entre $3480\text{-}3440\text{ cm}^{-1}$, enquanto para amidas em conformação *cis* são observadas entre $3435\text{-}3395\text{ cm}^{-1}$ (BELLAMY, 1975).

Para as amidas secundárias **2** e **4**, a absorção de estiramento da ligação N-H encontra-se superposta com a banda devida ao estiramento da ligação O-H do ácido carboxílico, na região espectral de $3100\text{-}3600\text{ cm}^{-1}$.

A **Figura 12** apresenta os espectros no IV das substâncias **2 a 9**, cujas absorções foram citadas do item **4.1.2.** a **4.1.9.**

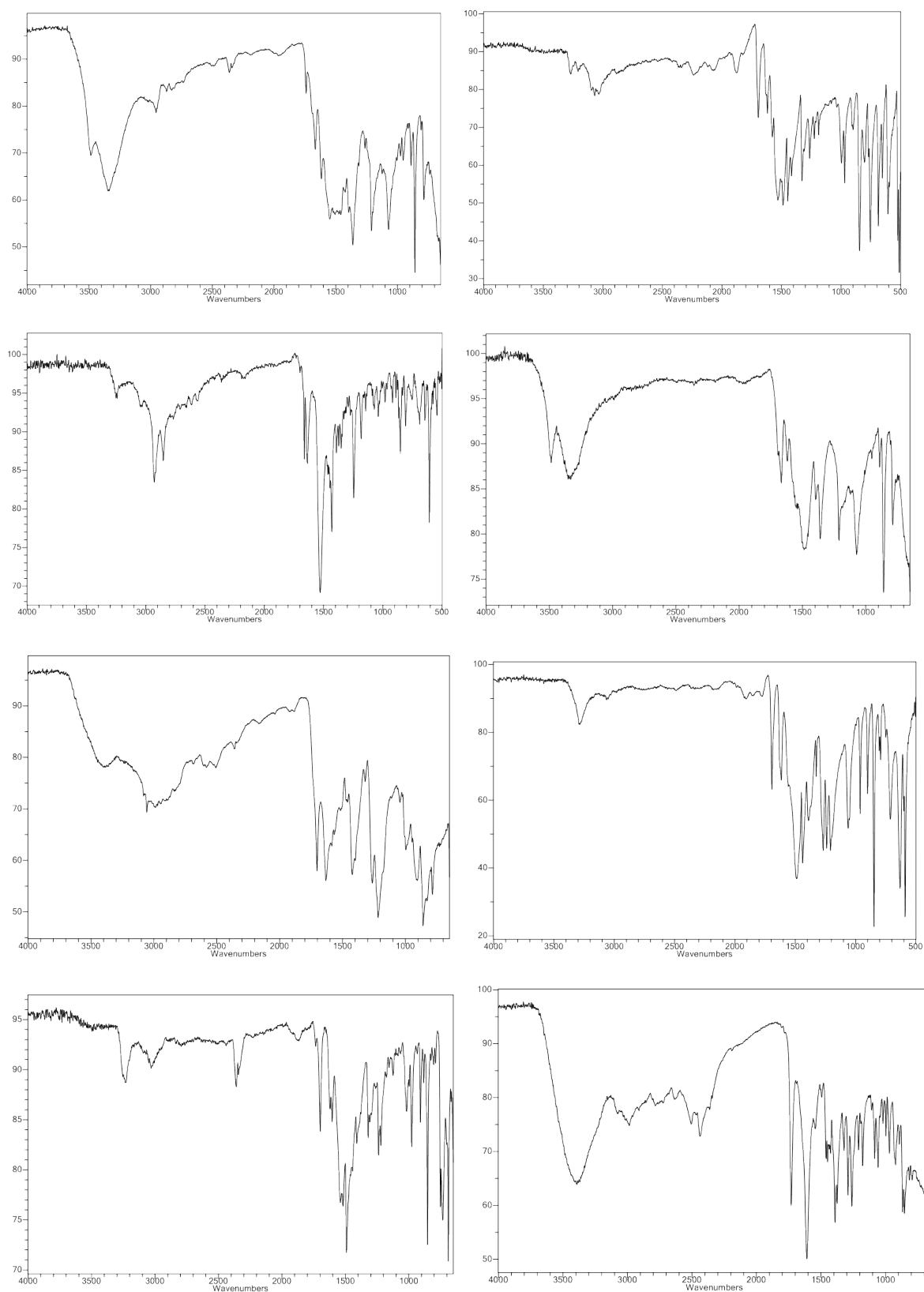


Figura 12. Espectros no Infravermelho dos derivados do Ácido Maleâmico: 4-Metilpiperidina, Anilina, Ciclohexilamina, Dietilamina, Etilamina, Etilenodiamina, Fenilhidrazina e Piperazina (KBr).

4.2.2. Espectroscopia de ressonância magnética nuclear (RMN de ^1H e ^{13}C) dos derivados do Ácido Maleâmico

Os dados de RMN de ^1H das substâncias **2** a **9** foram citadas no item **4.1.2.** a **4.1.9.** As atribuições foram confirmadas pela análise dos mapas de contorno COSY e HMQC, assim como pelos subespectros DEPT 135 que permitem distinguir sinais de grupos metilênicos daqueles de metilas e metínicos.

Como exemplo da metodologia para atribuição dos sinais de RMN dos derivados do Ácido Maleâmico serão discutidos um exemplo de cada espectro, subespectro e mapas de contornos.

A **Figura 13** mostra o espectro de RMN de ^{13}C do derivado **3** no qual se observa os deslocamentos químicos de todos os carbonos, sendo o mais desblindado em δ 166,56 o C-1, devido à ligações com os átomos de oxigênio da carbonila e da hidroxila, e menos desblindado em δ 162,95 o C-4, onde a hidroxila é substituída pelo grupo amino.

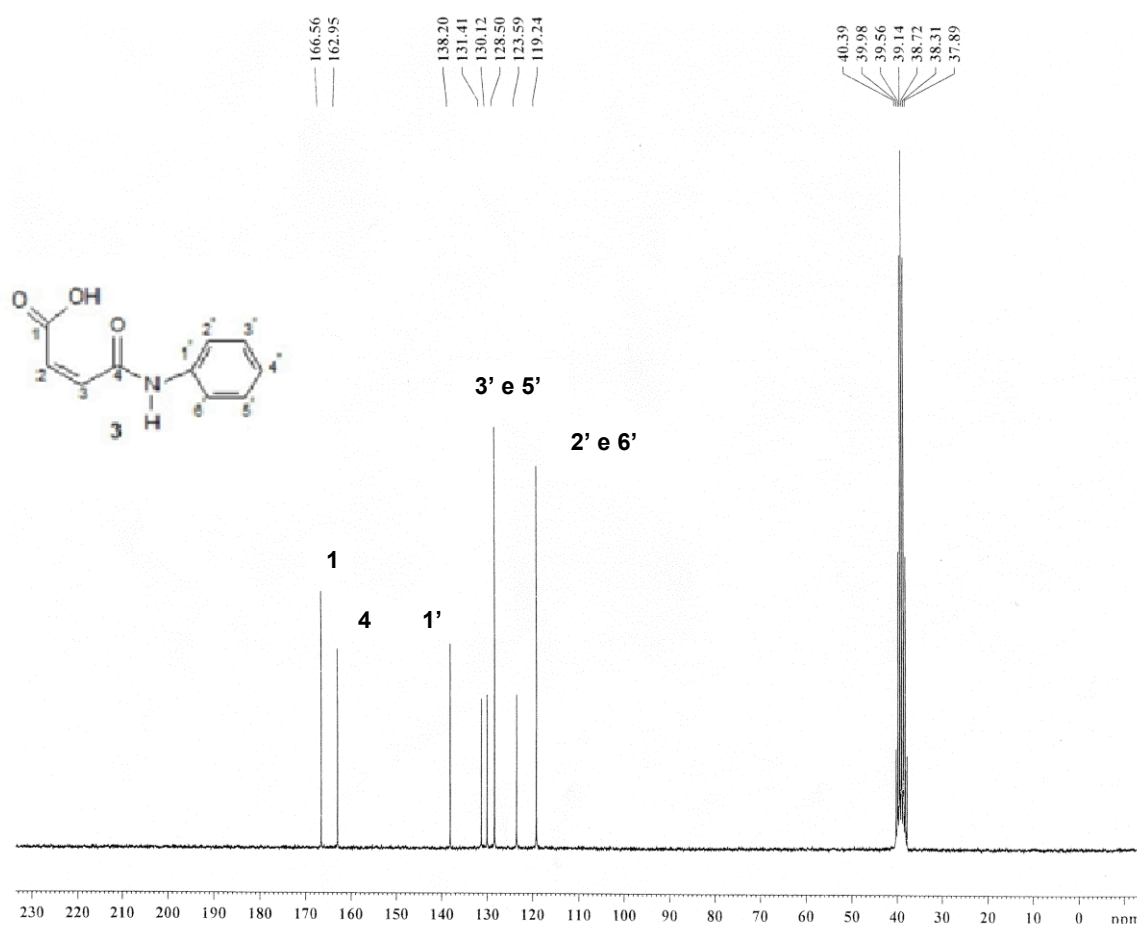


Figura 13. Espectro de RMN de ^{13}C (DMSO, 50 MHz) de **3**.

A **Figura 14** mostra o subespectro DEPT 135 do derivado **4** com os deslocamentos químicos dos carbonos metínicos em δ 136,89 referente ao C-3, em δ 136,89 do C-2 e δ 49,38 do C-1', enquanto os carbonos metilênicos apresentaram deslocamentos químicos em δ 32,18 do C-2', δ 30,48 do C-6', δ 24,18 dos C-3' e C-5' e δ 23,91 do C-4'.

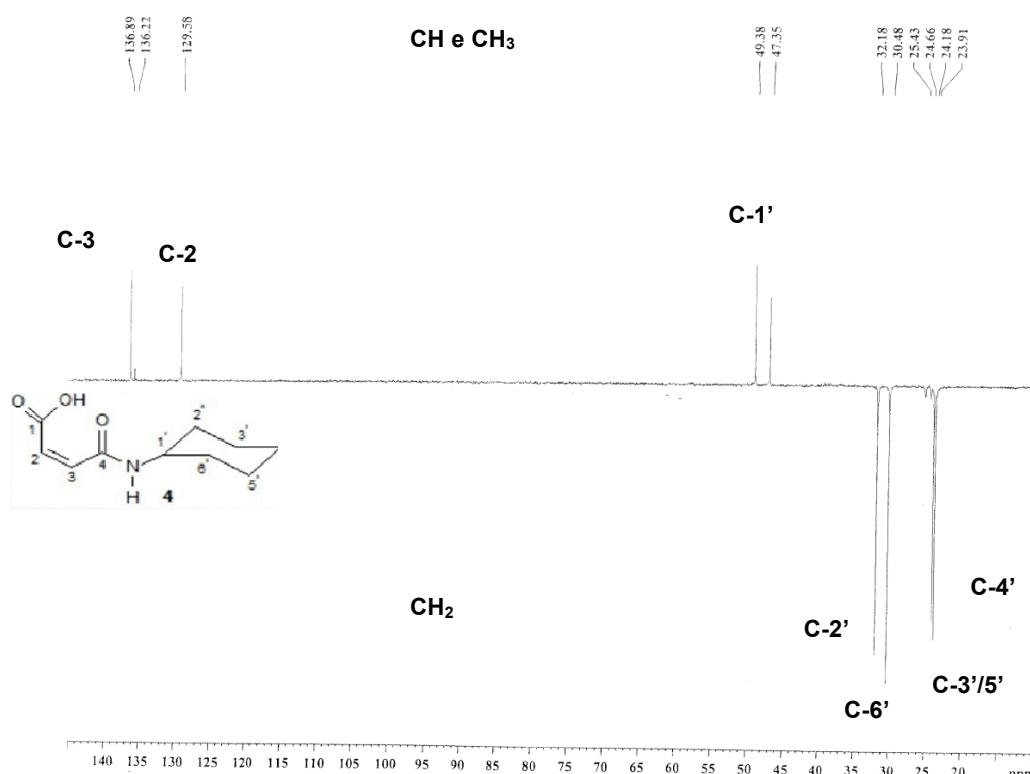


Figura 14. Subespectro DEPT 135 (DMSO, 50 MHz) de **4**.

No espectro de RMN de ^1H de **3** mostrado na **Figura 15** são observados dois dupletos em δ 6,486 e δ 6,307, com $J = 12$ Hz atribuídos respectivamente aos hidrogênios metínicos H-3 e H-2.

Além disto, na **Figura 16**, podem ser observados dois tripletos em δ 7,329 e δ 7,086, com $J = 7,4$ Hz atribuídos aos hidrogênios H-3' e H-5' e H-4',; e também um duplete em δ 7,626, com $J = 7,4$ Hz atribuídos aos hidrogênios H-2' e H-6', dados que podem ser corroborados no mapa de contornos COSY da **Figura 17**.

Para a substância **7**, os dupletos em δ 6,355 e δ 6,213, com $J = 12,4$ Hz foram atribuídos respectivamente aos hidrogênios metínicos H-3 e H-2 e confirmados pelas correlações do mapa de contornos HMQC da **Figura 18**.

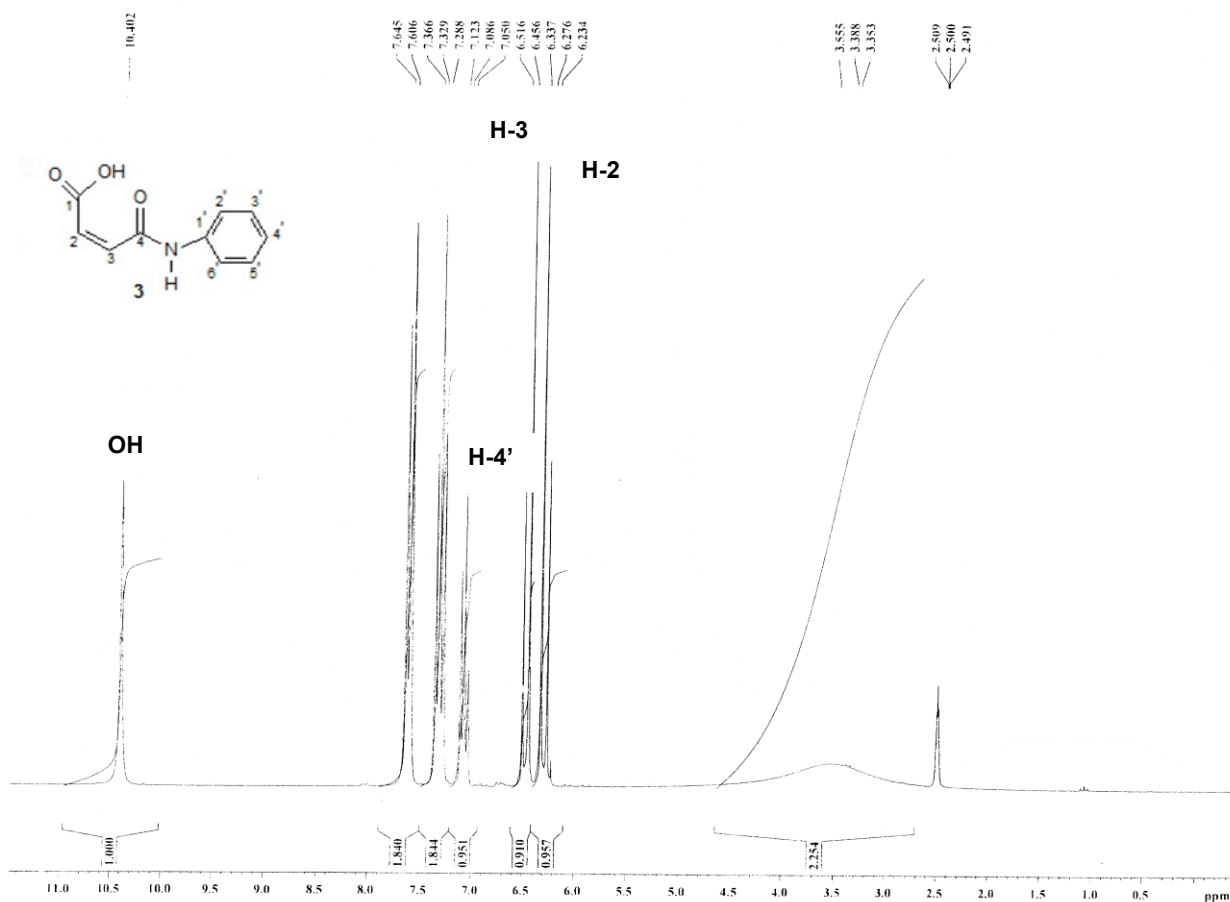


Figura 15. Espectro de RMN de ^1H (DMSO, 200 MHz) de **3**.

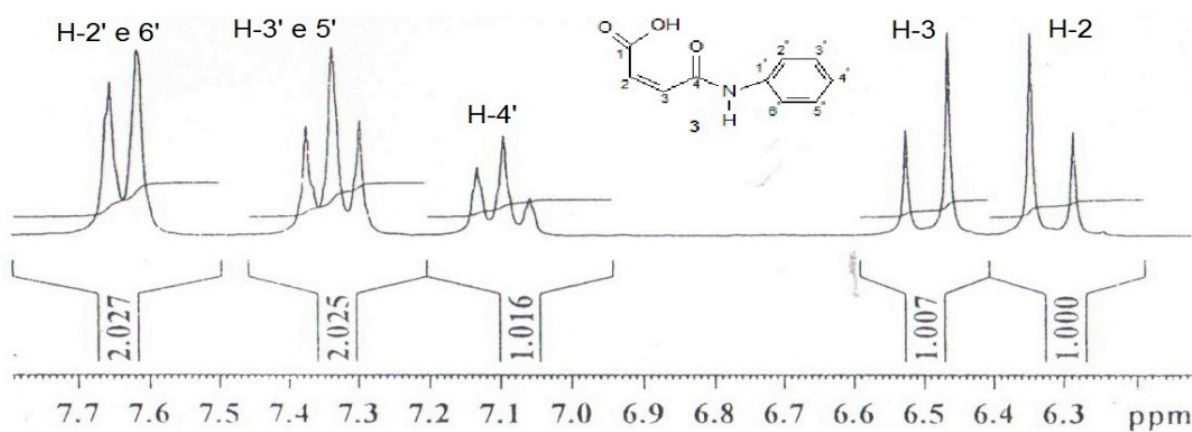


Figura 16. Espectro de RMN de ^1H (DMSO, 200 MHz) de **3** região compreendida entre δ_{H} 6,2 e 7,7.

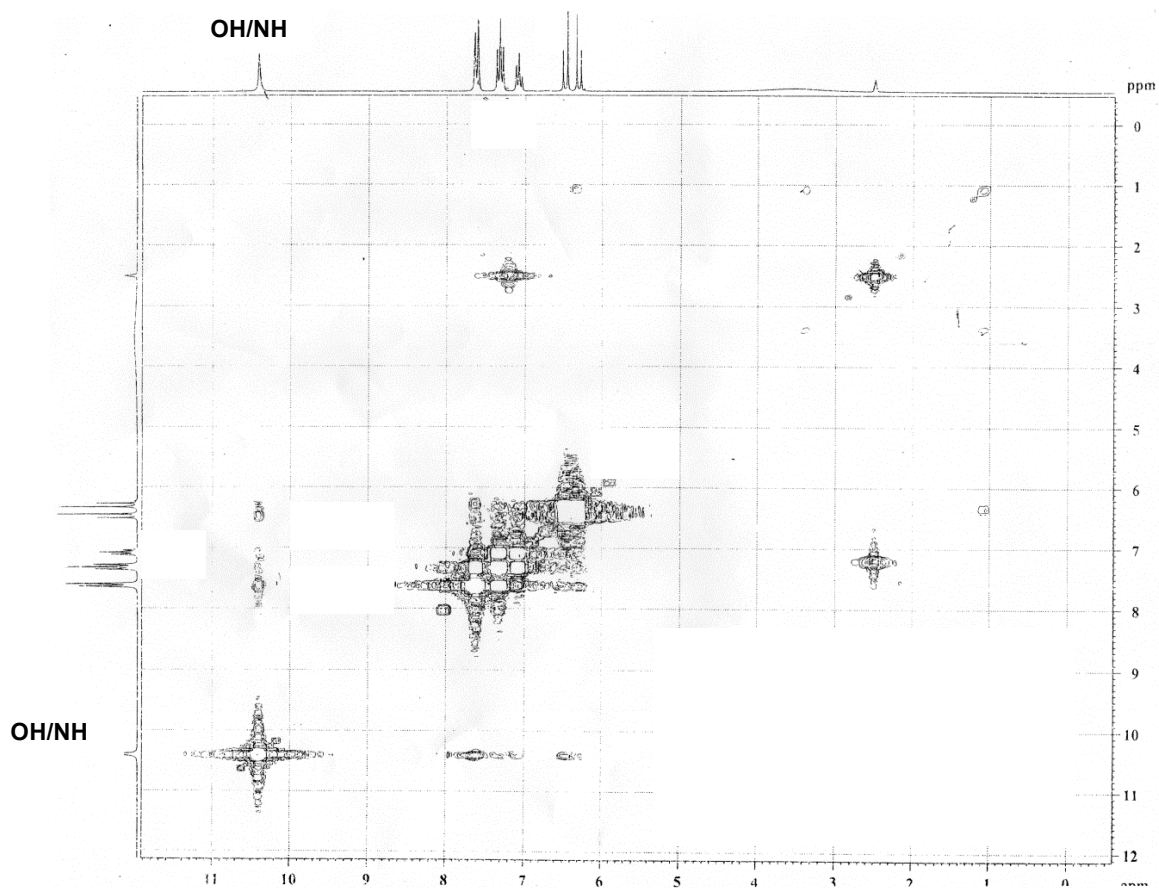


Figura 17. Mapas de contornos COSY de **3**, DMSO, 200 MHz.

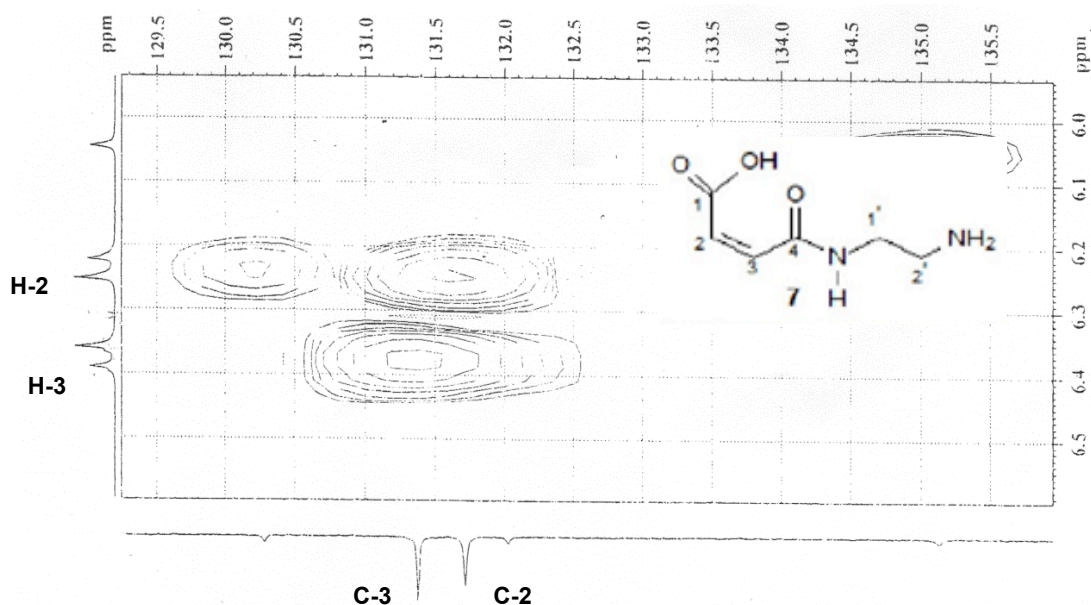


Figura 18. Mapas de contornos HMQC parcial de **7**, região compreendida entre δ_H 5,5 e 7,0 e entre δ_C 129,5 e 135,0, a 400 MHz para 1H e 100 MHz para ^{13}C , em MeOD.

4.3. Estudo biológico das substâncias sintetizadas

4.3.1. Estudo antibacteriano das substâncias sintetizadas

O potencial antibacteriano dos derivados do Ácido Malêamico foi realizado por meio de testes de microdiluição em caldo. Os controles positivos foram realizados com os antibióticos: Vancomicina e Ceftriaxona e seus valores obtidos de CIM e CBM estão dispostos na **Tabela 3**. Dos derivados do Ácido Maleâmico, nenhuma das substâncias apresentou potencial antibacteriano, ou seja, as cepas das bactérias *Escherichia coli* (ATCC 8739); *Staphylococcus aureus* (ATCC 25923), *Staphylococcus aureus* isolado do Hospital Estadual Dr. Roberto Arnizaut Silves, situado no município de São Mateus, ES e *Bacillus cereus* (ATCC 11778) se desenvolveram na presença do Anidrido Maléico e das substâncias sintetizadas.

Tabela 3. Controles positivos dos testes antibacterianos

Bactéria	Controle positivo			
	Vancomicina		Ceftriaxona	
	$\mu\text{g mL}^{-1}$		$\mu\text{g mL}^{-1}$	
	CIM	CBM	CIM	CBM
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25923	3,9	7,81	7,81	15,62
<i>Staphylococcus aureus</i> hospitalar	3,9	7,81	7,81	15,62
<i>Escherichia coli</i> ATCC 8739	7,81	15,62	3,9	7,81
<i>Bacillus cereus</i> ATCC 11778	3,9	7,81	250	500

4.3.2. Estudo antifúngico das substâncias sintetizadas

Para análise do potencial antifúngico dos derivados do ácido maleâmico, o controle positivo foi realizado com os antifúngicos: Cetoconazol, Itraconazol e Fluconazol, cujos valores de CIM e CFM variaram de 7,8 a 250 $\mu\text{g mL}^{-1}$. As substâncias sintetizadas a partir da Anilina, Etilamina, Fenilhidrazina e Piperazina apresentaram potencial antifúngico e os resultados estão descritos nas tabelas 4 a 7.

As demais substâncias, sintetizadas a partir das aminas 4-Metilpiperidina, Ciclohexilamina, Dietilamina e Etilenodiamina não inibiram o desenvolvimento das cepas dos fungos *Colletotrichum musae*, *Fusarium solani* f. sp. phaseoli, *Fusarium solani* f. sp. piperis Alb. e *Penicillium* sp.

Tabela 4. Atividade antifúngica do Ácido *N*-Fenilmaleâmico sintetizado a partir da Anilina

Fungo (Cultura)	CIM $\mu\text{g mL}^{-1}$	CFM $\mu\text{g mL}^{-1}$
<i>Colletotrichum musae</i> (banana)	500	1000
<i>Fusarium solani</i> f. sp. phaseoli (feijoeiro)	1000	1000
<i>Fusarium solani</i> f. sp. piperis Alb. (pimenta-do-reino)	-	-
<i>Penicillium</i> sp. (laranja)	1000	1000

Tabela 5. Atividade antifúngica do Ácido *N*-Etilmaleâmico sintetizado a partir da Etilamina

Fungo (Cultura)	CIM $\mu\text{g mL}^{-1}$	CFM $\mu\text{g mL}^{-1}$
<i>Colletotrichum musae</i> (banana)	500	1000
<i>Fusarium solani</i> f. sp. phaseoli (feijoeiro)	-	-
<i>Fusarium solani</i> f. sp. piperis Alb. (pimenta-do-reino)	-	-
<i>Penicillium</i> sp. (laranja)	-	-

Tabela 6. Atividade antifúngica do Ácido *N*-Fenilhidrazinilmaleâmico sintetizado a partir da Fenilhidrazina

Fungo (Cultura)	CIM $\mu\text{g mL}^{-1}$	CFM $\mu\text{g mL}^{-1}$
<i>Colletotrichum musae</i> (banana)	125	1000
<i>Fusarium solani</i> f. sp. phaseoli (feijoeiro)	500	1000
<i>Fusarium solani</i> f. sp. piperis Alb. (pimenta-do-reino)	250	1000
<i>Penicillium</i> sp. (laranja)	125	1000

Tabela 7. Atividade antifúngica do Ácido *N*-Piperazinilmaleâmico sintetizado a partir da Piperazina

Fungo (Cultura)	CIM $\mu\text{g mL}^{-1}$	CFM $\mu\text{g mL}^{-1}$
<i>Colletotrichum musae</i> (banana)	500	1000
<i>Fusarium solani</i> f. sp. phaseoli (feijoeiro)	-	-
<i>Fusarium solani</i> f. sp. piperis Alb. (pimenta-do-reino)	-	-
<i>Penicillium</i> sp. (laranja)	-	-

4.3.3. Avaliação da atividade reguladora da germinação de sementes e crescimento de plantas pelo Anidrido Maléico, pelas substâncias sintetizadas e análise de variância

Foram realizados testes de germinação e avaliada a porcentagem de germinação (PG), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento radicular e da parte aérea (CR e CPA) e quantidade de massa seca (MS), bem como as representações da análise de variância da *Lactuca sativa* L., *Bidens pilosa* L. e *Sorghum bicolor* L. pelas substâncias sintetizadas, com exceção do *Cucumis sativus* L. por não ter apresentado significância.

O teste *F* da análise de variância mostra que houve efeito significativo nos parâmetros de desenvolvimento de raízes e partes aéreas das plantas *Lactuca sativa* L., *Bidens pilosa* L. e *Sorghum bicolor* L..

A análise de variância revelou para a *Lactuca sativa* L., efeitos significativos entre as médias dos tratamentos para Anidrido Maléico e os derivados de Anilina, Ciclohexilamina, Etilenodiamina, Fenilhidrazina e Piperazina quanto à variável PG. O IVG, CR e o CPA de sementes de *Lactuca sativa* L foram significativos para todas as substâncias exceto a Etilamina e Piperazina, respectivamente. Exceto para o reagente de partida Anidrido Maléico, a variável CR houve efeito significativo para *Lactuca sativa* L. para todas as substâncias sintetizadas.

Todos os resultados estão apresentados nas **Tabelas 8 a 66**.

4.3.3.1. Avaliação da atividade reguladora da germinação de sementes e crescimento da *Lactuca sativa* L. pelo Anidrido Maléico, pelas substâncias sintetizadas e análise de variância

Tabela 8. Efeito do Anidrido Maléico após 7 dias de exposição, sobre a porcentagem de germinação (PG), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento radicular (CR) e da parte aérea (CPA), quantidade de massa seca (MS) e porcentagem de inibição ou estimulação de *Lactuca sativa* L.

Substância	PG (%)	IVG	CR (mm)	CPA (mm)	MS (mg)
Controle	83,3	13,4	17,0	14,9	9,5
Anidrido Maléico	73,3	10,0	15,6	14,4	7,4
1	-12,0	-24,9	-7,8	-3,3	-21,6

¹ Porcentagem de Inibição (-) ou Estimulação (+) para a concentração da substância em 2000 µg mL⁻¹ aos 7 dias.

Tabela 9. Resumo da análise de variância da porcentagem de germinação (PG) e índice de velocidade de germinação (IVG) das sementes e comprimento da parte aérea (CPA), comprimento da raiz (CR) e matéria seca (MS) de *Lactuca sativa* L. submetidas a diferentes concentrações do Ácido Maleâmico que reagiu com o Anidrido Maléico.

Fontes de Variação	GL	Quadrados Médios para <i>Lactuca sativa</i> L. frente a Anidrido Maléico				
		PG (%)	IVG	CPA (mm)	CR (mm)	MS (mg)
Tratamentos	5	89,65**	12,13**	52,10*	44,84**	7,55 ^{ns}
Resíduo	24	1,13	1,77	13,93	20,54	2,83

^{ns}, *, ** Não significativo a 5%, significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

Tabela 10. Efeito do derivado do Ácido Maleâmico que reagiu com o 4-Metilpiperidina após 7 dias de exposição, sobre a porcentagem de germinação (PG), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento radicular (CR) e da parte aérea (CPA), quantidade de massa seca (MS) e porcentagem de inibição ou estimulação de *Lactuca sativa* L.

Derivado	PG (%)	IVG	CR (mm)	CPA (mm)	MS (mg)
Controle	66,7	9,9	22,1	11,4	7,6
4-Metilpiperidina	60,0	8,4	56,8	36,7	91,9
1	-10,0	-15,1	+156,8	+222,5	+1115,1

¹ Porcentagem de Inibição (-) ou Estimulação (+) para a concentração da substância em 2000 µg mL⁻¹ aos 7 dias.

Tabela 11. Resumo da análise de variância da porcentagem de germinação (PG) e índice de velocidade de germinação (IVG) das sementes e comprimento da parte aérea (CPA), comprimento da raiz (CR) e matéria seca (MS) de *Lactuca sativa* L. submetidas a diferentes concentrações do Ácido Maleâmico que reagiu com a 4-Metilpiperidina.

Fontes de Variação	GL	Quadrados Médios para <i>Lactuca sativa</i> L. frente a 4-Metilpiperidina				
		PG (%)	IVG	CPA (mm)	CR (mm)	MS (mg)
Tratamentos	5	203,67 ^{ns}	13,13*	464,42**	426,31**	5869,03**
Resíduo	24	118,03	4,7	24,11	7,28	155,79

^{ns}, *, ** Não significativo a 5%, significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

Tabela 12. Efeito do derivado do Ácido Maleâmico que reagiu com a Anilina após 7 dias de exposição, sobre a porcentagem de germinação (PG), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento radicular (CR) e da parte aérea (CPA), quantidade de massa seca (MS) e porcentagem de inibição ou estimulação de *Lactuca sativa* L.

Derivado	PG (%)	IVG	CR (mm)	CPA (mm)	MS (mg)
Controle	14,9	13,4	17,0	14,9	9,5
Anilina	6,7	1,0	1,8	3,2	2,1
1	-55,3	-92,9	-89,6	-78,7	-78,2

¹ Porcentagem de Inibição (-) ou Estimulação (+) para a concentração da substância em 2000 µg mL⁻¹ aos 7 dias.

Tabela 13. Resumo da análise de variância da porcentagem de germinação (PG) e índice de velocidade de germinação (IVG) das sementes e comprimento da parte aérea (CPA), comprimento da raiz (CR) e matéria seca (MS) de *Lactuca sativa* L. submetidas a diferentes concentrações do Ácido Maleâmico que reagiu com a Anilina.

Fontes de Variação	GL	Quadrados Médios para <i>Lactuca sativa</i> L. frente a Anilina				
		PG (%)	IVG	CPA (mm)	CR (mm)	MS (mg)
Tratamentos	5	3990,23**	124,59**	106,77**	525,37**	43,74**
Resíduo	24	123,84	1,36	6,47	23,69	5,86

^{ns}, *, ** Não significativo a 5%, significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

Tabela 14. Efeito do derivado do Ácido Maleâmico que reagiu com a Ciclohexilamina após 7 dias de exposição, sobre a porcentagem de germinação (PG), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento radicular (CR) e da parte aérea (CPA), quantidade de massa seca (MS) e porcentagem de inibição ou estimulação de *Lactuca sativa* L.

Derivado	PG (%)	IVG	CR (mm)	CPA (mm)	MS (mg)
Controle	66,7	9,9	9,2	11,4	7,6
Ciclohexilamina	1,7	0,3	11,7	5,8	0,9
¹	-97,5	-97,2	+27,5	-49,0	-88,1

¹ Porcentagem de Inibição (-) ou Estimulação (+) para a concentração da substância em 2000 µg mL⁻¹ aos 7 dias.

Tabela 15. Resumo da análise de variância da porcentagem de germinação (PG) e índice de velocidade de germinação (IVG) das sementes e comprimento da parte aérea (CPA), comprimento da raiz (CR) e matéria seca (MS) de *Lactuca sativa* L. submetidas a diferentes concentrações do Ácido Maleâmico que reagiu com a Ciclohexilamina.

Fontes de Variação	GL	Quadrados Médios para <i>Lactuca sativa</i> L. frente a Ciclohexilamina				
		PG (%)	IVG	CPA (mm)	CR (mm)	MS (mg)
Tratamentos	5	4416,52**	87,43**	90,74**	214,73*	162,88 ^{ns}
Resíduo	24	113,32	3,63	12,43	61,34	40,36

^{ns}, *, ** Não significativo a 5%, significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

Tabela 16. Efeito do derivado do Ácido Maleâmico que reagiu com a Dietilamina após 7 dias de exposição, sobre a porcentagem de germinação (PG), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento radicular (CR) e da parte aérea (CPA), quantidade de massa seca (MS) e porcentagem de inibição ou estimulação de *Lactuca sativa* L.

Derivado	PG (%)	IVG	CR (mm)	CPA (mm)	MS (mg)
Controle	66,7	9,9	9,2	11,4	7,6
Dietilamina	68,3	8,0	15,9	10,2	7,8
1	+2,5	-19,0	+72,9	-10,6	+3,4

¹ Porcentagem de Inibição (-) ou Estimulação (+) para a concentração da substância em 2000 µg mL⁻¹ aos 7 dias.

Tabela 17. Resumo da análise de variância da porcentagem de germinação (PG) e índice de velocidade de germinação (IVG) das sementes e comprimento da parte aérea (CPA), comprimento da raiz (CR) e matéria seca (MS) de *Lactuca sativa* L. submetidas a diferentes concentrações do Ácido Maleâmico que reagiu com a Dietilamina.

Fontes de Variação	GL	Quadrados Médios para <i>Lactuca sativa</i> L. frente a Dietilamina				
		PG (%)	IVG	CPA (mm)	CR (mm)	MS (mg)
Tratamentos	5	122,24 ^{ns}	14,01 ^{**}	128,86 ^{**}	58,64 [*]	1,44 ^{ns}
Resíduo	24	105,22	3,22	18,24	20,26	1,45

^{ns}, *, ** Não significativo a 5%, significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

Tabela 18. Efeito do derivado do Ácido Maleâmico que reagiu com a Etilamina após 7 dias de exposição, sobre a porcentagem de germinação (PG), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento radicular (CR) e da parte aérea (CPA), quantidade de massa seca (MS) e porcentagem de inibição ou estimulação de *Lactuca sativa* L.

Derivado	PG (%)	IVG	CR (mm)	CPA (mm)	MS (mg)
Controle	66,7	9,9	9,2	11,4	7,6
Etilamina	71,7	10,8	21,8	15,7	8,9
1	+7,5	+9,2	+137,7	+37,6	+18,0

¹ Porcentagem de Inibição (-) ou Estimulação (+) para a concentração da substância em 2000 µg mL⁻¹ aos 7 dias.

Tabela 19. Resumo da análise de variância da porcentagem de germinação (PG) e índice de velocidade de germinação (IVG) das sementes e comprimento da parte aérea (CPA), comprimento da raiz (CR) e matéria seca (MS) de *Lactuca sativa* L. submetidas a diferentes concentrações do Ácido Maleâmico que reagiu com a Etilamina.

Fontes de Variação	GL	Quadrados Médios para <i>Lactuca sativa</i> L. frente a Etilamina				
		PG (%)	IVG	CPA (mm)	CR (mm)	MS (mg)
Tratamentos	5	152,31 ^{ns}	3,21 ^{ns}	34,09 ^{ns}	184,49 ^{**}	220,35 ^{ns}
Resíduo	24	133,07	3,68	17,89	26,84	203,09

^{ns}, *, ** Não significativo a 5%, significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

Tabela 20. Efeito do derivado do Ácido Maleâmico que reagiu com a Etilenodiamina após 7 dias de exposição, sobre a porcentagem de germinação (PG), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento radicular (CR) e da parte aérea (CPA), quantidade de massa seca (MS) e porcentagem de inibição ou estimulação de *Lactuca sativa* L.

Derivado	PG (%)	IVG	CR (mm)	CPA (mm)	MS (mg)
Controle	66,7	9,9	9,2	11,4	7,6
Etilenodiamina	43,3	5,7	6,8	6,1	6,4
¹	-35,0	-42,8	-25,7	-46,1	-14,8

¹ Porcentagem de Inibição (-) ou Estimulação (+) para a concentração da substância em 2000 µg mL⁻¹ aos 7 dias.

Tabela 21. Resumo da análise de variância da porcentagem de germinação (PG) e índice de velocidade de germinação (IVG) das sementes e comprimento da parte aérea (CPA), comprimento da raiz (CR) e matéria seca (MS) de *Lactuca sativa* L. submetidas a diferentes concentrações do Ácido Maleâmico que reagiu com a Etilenodiamina.

Fontes de Variação	GL	Quadrados Médios para <i>Lactuca sativa</i> L. frente a Etilenodiamina				
		PG (%)	IVG	CPA (mm)	CR (mm)	MS (mg)
Tratamentos	5	474,48*	13,46 ^{**}	27,59 ^{**}	41,63 ^{**}	0,82 ^{ns}
Resíduo	24	130,78	2,90	5,04	5,01	3,56

^{ns}, *, ** Não significativo a 5%, significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

Tabela 22. Efeito do derivado do Ácido Maleâmico que reagiu com a Fenilhidrazina após 7 dias de exposição, sobre a porcentagem de germinação (PG), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento radicular (CR) e da parte aérea (CPA), quantidade de massa seca (MS) e porcentagem de inibição ou estimulação de *Lactuca sativa* L.

Derivado	PG (%)	IVG	CR (mm)	CPA (mm)	MS (mg)
Controle	66,7	9,9	9,2	11,4	7,6
Fenilhidrazina	0	0	0	0	0
¹	-100	-100	-100	-100	-100

¹ Porcentagem de Inibição (-) ou Estimulação (+) para a concentração da substância em 2000 µg mL⁻¹ aos 7 dias.

Tabela 23. Resumo da análise de variância da porcentagem de germinação (PG) e índice de velocidade de germinação (IVG) das sementes e comprimento da parte aérea (CPA), comprimento da raiz (CR) e matéria seca (MS) de *Lactuca sativa* L. submetidas a diferentes concentrações do Ácido Maleâmico que reagiu com a Fenilhidrazina.

Fontes de Variação	GL	Quadrados Médios para <i>Lactuca sativa</i> L. frente a Fenilhidrazina				
		PG (%)	IVG	CPA (mm)	CR (mm)	MS (mg)
Tratamentos	5	3809,31**	74,11**	81,93**	68,73**	49,40**
Resíduo	24	97,21	2,82	4,15	2,23	1,82

^{ns}, *, ** Não significativo a 5%, significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

Tabela 24. Efeito do derivado do Ácido Maleâmico que reagiu com a Piperazina após 7 dias de exposição, sobre a porcentagem de germinação (PG), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento radicular (CR) e da parte aérea (CPA), quantidade de massa seca (MS) e porcentagem de inibição ou estimulação de *Lactuca sativa* L.

Derivado	PG (%)	IVG	CR (mm)	CPA (mm)	MS (mg)
Controle	83,3	13,4	17,0	14,9	9,5
Piperazina	75,0	9,5	4,3	8,3	7,5
¹	-10,0	-28,6	-74,8	-44,2	-20,3

¹ Porcentagem de Inibição (-) ou Estimulação (+) para a concentração da substância em 2000 µg mL⁻¹ aos 7 dias.

Tabela 25. Resumo da análise de variância da porcentagem de germinação (PG) e índice de velocidade de germinação (IVG) das sementes e comprimento da parte aérea (CPA), comprimento da raiz (CR) e matéria seca (MS) de *Lactuca sativa* L. submetidas a diferentes concentrações do Ácido Maleâmico que reagiu com a Piperazina.

Fontes de Variação	GL	Quadrados Médios para <i>Lactuca sativa</i> L. frente a Piperazina				
		PG (%)	IVG	CPA (mm)	CR (mm)	MS (mg)
Tratamentos	5	70,75**	15,26**	35,84 ^{ns}	96,90**	24,64*
Resíduo	24	1,49	1,83	15,19	11,44	7,70

^{ns}, *, ** Não significativo a 5%, significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

4.3.3.2. Avaliação da atividade reguladora da germinação de sementes e crescimento da *Cucumis sativus* L. pelo Anidrido Maléico, pelas substâncias sintetizadas

Tabela 26. Efeito do Anidrido Maléico após 7 dias de exposição, sobre a porcentagem de germinação (PG), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento radicular (CR) e da parte aérea (CPA), quantidade de massa seca (MS) e porcentagem de inibição ou estimulação de *Cucumis sativus* L.

Substância	PG (%)	IVG	CR (mm)	CPA (mm)	MS (mg)
Controle	63,3	12,0	50,9	44,8	100,5
Anidrido Maléico	63,3	10,7	42,3	49,3	92,8
¹	0	-10,8	-16,9	+10,0	-7,7

¹ Porcentagem de Inibição (-) ou Estimulação (+) para a concentração da substância em 2000 µg mL⁻¹ aos 7 dias.

Tabela 27. Resumo da análise de variância da porcentagem de germinação (PG) e índice de velocidade de germinação (IVG) das sementes e comprimento da parte aérea (CPA), comprimento da raiz (CR) e matéria seca (MS) de *Cucumis sativus* L. submetidas a diferentes concentrações do Ácido Maleâmico que reagiu com a Piperazina.

Fontes de Variação	GL	Quadrados Médios para <i>Cucumis sativus</i> frente ao Anidrido Maléico				
		PG (%)	IVG	CPA (mm)	CR (mm)	MS (mg)
Tratamentos	5	163,44 ^{ns}	22,03**	581,27*	487,73 ^{ns}	354,86 ^{ns}
Resíduo	24	122,70	2,88	177,19	226,55	611,52

^{ns}, *, ** Não significativo a 5%, significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

Tabela 28. Efeito do derivado do Ácido Maleâmico que reagiu com o 4-Metilpiperidina após 7 dias de exposição, sobre a porcentagem de germinação (PG), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento radicular (CR) e da parte aérea (CPA), quantidade de massa seca (MS) e porcentagem de inibição ou estimulação de *Cucumis sativus* L.

Derivado	PG (%)	IVG	CR (mm)	CPA (mm)	MS (mg)
Controle	63,3	1,0	4,9	5,4	16,8
4-Metilpiperidina	60,0	8,4	56,8	36,7	91,9
¹	-5,3	+781,2	+1059,4	+580,3	+446,8

¹ Porcentagem de Inibição (-) ou Estimulação (+) para a concentração da substância em 2000 µg mL⁻¹ aos 7 dias.

Tabela 29. Resumo da análise de variância da porcentagem de germinação (PG) e índice de velocidade de germinação (IVG) das sementes e comprimento da parte aérea (CPA), comprimento da raiz (CR) e matéria seca (MS) de *Cucumis sativus* L. submetidas a diferentes concentrações do Ácido Maleâmico que reagiu com a 4-Metilpiperidina.

Fontes de Variação	GL	Quadrados Médios para <i>Cucumis sativus</i> frente ao 4-Metilpiperidina				
		PG (%)	IVG	CPA (mm)	CR (mm)	MS (mg)
Tratamentos	5	22,45 **	78,57**	884,71**	2393,86 **	5378,06**
Resíduo	24	1,05	2,64	76,94	180,98	1159,07

^{ns}, *, ** Não significativo a 5%, significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

Tabela 30. Efeito do derivado do Ácido Maleâmico que reagiu com a Anilina após 7 dias de exposição, sobre a porcentagem de germinação (PG), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento radicular (CR) e da parte aérea (CPA), quantidade de massa seca (MS) e porcentagem de inibição ou estimulação de *Cucumis sativus* L.

Derivado	PG (%)	IVG	CR (mm)	CPA (mm)	MS (mg)
Controle	63,3	12,0	50,9	44,8	100,5
Anilina	55,0	7,1	15,0	18,3	106,9
¹	-13,2	-40,9	-70,5	-59,1	+6,3

¹ Porcentagem de Inibição (-) ou Estimulação (+) para a concentração da substância em 2000 µg mL⁻¹ aos 7 dias.

Tabela 31. Resumo da análise de variância da porcentagem de germinação (PG) e índice de velocidade de germinação (IVG) das sementes e comprimento da parte aérea (CPA), comprimento da raiz (CR) e matéria seca (MS) de *Cucumis sativus* L. submetidas a diferentes concentrações do Ácido Maleâmico que reagiu com a Anilina.

Fontes de Variação	GL	Quadrados Médios para <i>Cucumis sativus</i> frente a Anilina				
		PG (%)	IVG	CPA (mm)	CR (mm)	MS (mg)
Tratamentos	5	188,93 ^{ns}	23,29**	477,47**	2967,14**	1640,30 ^{ns}
Resíduo	24	200,23	4,91	43,41	213,98	818,90

^{ns}, *, ** Não significativo a 5%, significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

Tabela 32. Efeito do derivado do Ácido Maleâmico que reagiu com a Ciclohexilamina após 7 dias de exposição, sobre a porcentagem de germinação (PG), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento radicular (CR) e da parte aérea (CPA), quantidade de massa seca (MS) e porcentagem de inibição ou estimulação de *Cucumis sativus* L.

Derivado	PG (%)	IVG	CR (mm)	CPA (mm)	MS (mg)
Controle	8,3	1,0	4,9	5,4	16,8
Ciclohexilamina	15,0	1,5	7,4	1,9	69,2
¹	+80,0	+53,4	+51,0	-65,7	+311,7

¹ Porcentagem de Inibição (-) ou Estimulação (+) para a concentração da substância em 2000 µg mL⁻¹ aos 7 dias.

Tabela 33. Resumo da análise de variância da porcentagem de germinação (PG) e índice de velocidade de germinação (IVG) das sementes e comprimento da parte aérea (CPA), comprimento da raiz (CR) e matéria seca (MS) de *Cucumis sativus* L. submetidas a diferentes concentrações do Ácido Maleâmico que reagiu com a Ciclohexilamina.

Fontes de Variação	GL	Quadrados Médios para <i>Cucumis sativus</i> frente a Ciclohexilamina				
		PG (%)	IVG	CPA (mm)	CR (mm)	MS (mg)
Tratamentos	5	3174,45**	75,66**	1372,55**	2060,34**	7720,72**
Resíduo	24	168,99	1,63	54,00	187,76	753,11

^{ns}, *, ** Não significativo a 5%, significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

Tabela 34. Efeito do derivado do Ácido Maleâmico que reagiu com a Dietilamina após 7 dias de exposição, sobre a porcentagem de germinação (PG), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento radicular (CR) e da parte aérea (CPA), quantidade de massa seca (MS) e porcentagem de inibição ou estimulação de *Cucumis sativus* L.

Derivado	PG (%)	IVG	CR (mm)	CPA (mm)	MS (mg)
Controle	28,3	1,0	4,9	5,4	16,8
Dietilamina	18,3	2,0	4,5	14,7	59,0
¹	-35,3	+100	-8,1	+172,3	+251,1

¹ Porcentagem de Inibição (-) ou Estimulação (+) para a concentração da substância em 2000 µg mL⁻¹ aos 7 dias.

Tabela 35. Resumo da análise de variância da porcentagem de germinação (PG) e índice de velocidade de germinação (IVG) das sementes e comprimento da parte aérea (CPA), comprimento da raiz (CR) e matéria seca (MS) de *Cucumis sativus* L. submetidas a diferentes concentrações do Ácido Maleâmico que reagiu com a Dietilamina.

Fontes de Variação	GL	Quadrados Médios para <i>Cucumis sativus</i> frente a Dietilamina				
		PG (%)	IVG	CPA (mm)	CR (mm)	MS (mg)
Tratamentos	5	82,48 ^{ns}	3,02 ^{ns}	325,64*	33,23 ^{ns}	1651,53 ^{ns}
Resíduo	24	50,48	1,79	94,35	30,67	636,45

^{ns}, *, ** Não significativo a 5%, significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

Tabela 36. Efeito do derivado do Ácido Maleâmico que reagiu com a Etilamina após 7 dias de exposição, sobre a porcentagem de germinação (PG), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento radicular (CR) e da parte aérea (CPA), quantidade de massa seca (MS) e porcentagem de inibição ou estimulação de *Cucumis sativus* L.

Derivado	PG (%)	IVG	CR (mm)	CPA (mm)	MS (mg)
Controle	8,3	1,0	4,9	5,4	16,8
Etilamina	13,3	1,3	8,1	17,8	37,4
¹	+60,0	+30,0	+65,3	+230,4	+122,6

¹ Porcentagem de Inibição (-) ou Estimulação (+) para a concentração da substância em 2000 µg mL⁻¹ aos 7 dias.

Tabela 37. Resumo da análise de variância da porcentagem de germinação (PG) e índice de velocidade de germinação (IVG) das sementes e comprimento da parte aérea (CPA), comprimento da raiz (CR) e matéria seca (MS) de *Cucumis sativus* L. submetidas a diferentes concentrações do Ácido Maleâmico que reagiu com a Etilamina.

Fontes de Variação	GL	Quadrados Médios para <i>Cucumis sativus</i> frente a Etilamina				
		PG (%)	IVG	CPA (mm)	CR (mm)	MS (mg)
Tratamentos	5	392,56 *	13,64**	401,24 ^{ns}	28,04 ^{ns}	2347,03*
Resíduo	24	107,65	1,93	180,16	41,10	741,94

^{ns}, *, ** Não significativo a 5%, significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

Tabela 38. Efeito do derivado do Ácido Maleâmico que reagiu com a Etilenodiamina após 7 dias de exposição, sobre a porcentagem de germinação (PG), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento radicular (CR) e da parte aérea (CPA), quantidade de massa seca (MS) e porcentagem de inibição ou estimulação de *Cucumis sativus* L.

Derivado	PG (%)	IVG	CR (mm)	CPA (mm)	MS (mg)
Controle	8,3	1,0	4,9	5,4	16,8
Etilenodiamina	15,0	1,6	5,5	1,6	40,7
¹	+80,0	+60,0	+12,2	-70,4	+142,0

¹ Porcentagem de Inibição (-) ou Estimulação (+) para a concentração da substância em 2000 µg mL⁻¹ aos 7 dias.

Tabela 39. Resumo da análise de variância da porcentagem de germinação (PG) e índice de velocidade de germinação (IVG) das sementes e comprimento da parte aérea (CPA), comprimento da raiz (CR) e matéria seca (MS) de *Cucumis sativus* L. submetidas a diferentes concentrações do Ácido Maleâmico que reagiu com a Etilenodiamina.

Fontes de Variação	GL	Quadrados Médios para <i>Cucumis sativus</i> frente a Etilenodiamina				
		PG (%)	IVG	CPA (mm)	CR (mm)	MS (mg)
Tratamentos	5	368,97**	11,48**	53,7 ^{ns}	49,82 ^{ns}	2331,34**
Resíduo	24	93,76	2,07	27,92	50,31	415,97

^{ns}, *, ** Não significativo a 5%, significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

Tabela 40. Efeito do derivado do Ácido Maleâmico que reagiu com a Fenilhidrazina após 7 dias de exposição, sobre a porcentagem de germinação (PG), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento radicular (CR) e da parte aérea (CPA), quantidade de massa seca (MS) e porcentagem de inibição ou estimulação de *Cucumis sativus* L.

Derivado	PG (%)	IVG	CR (mm)	CPA (mm)	MS (mg)
Controle	56,7	8,3	4,9	5,4	16,8
Fenilhidrazina	46,7	7,1	4,4	8,3	85,3
¹	-17,6	-14,8	-10,7	+54,0	+407,7

¹ Porcentagem de Inibição (-) ou Estimulação (+) para a concentração da substância em 2000 µg mL⁻¹ aos 7 dias.

Tabela 41. Resumo da análise de variância da porcentagem de germinação (PG) e índice de velocidade de germinação (IVG) das sementes e comprimento da parte aérea (CPA), comprimento da raiz (CR) e matéria seca (MS) de *Cucumis sativus* L. submetidas a diferentes concentrações do Ácido Maleâmico que reagiu com a Fenilhidrazina.

Fontes de Variação	GL	Quadrados Médios para <i>Cucumis sativus</i> frente a Fenilhidrazina				
		PG (%)	IVG	CPA (mm)	CR (mm)	MS (mg)
Tratamentos	5	72,35**	1,33**	445,10**	96,30**	4932,48**
Resíduo	24	13,15	0,21	50,00	14,21	1248,07

^{ns}, *, ** Não significativo a 5%, significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

Tabela 42. Efeito do derivado do Ácido Maleâmico que reagiu com a Piperazina após 7 dias de exposição, sobre a porcentagem de germinação (PG), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento radicular (CR) e da parte aérea (CPA), quantidade de massa seca (MS) e porcentagem de inibição ou estimulação de *Cucumis sativus* L.

Derivado	PG (%)	IVG	CR (mm)	CPA (mm)	MS (mg)
Controle	63,3	12,0	50,9	44,8	100,5
Piperazina	70,0	10,9	24,8	32,8	95,8
¹	+10,5	-9,1	-51,2	-26,7	-4,7

¹ Porcentagem de Inibição (-) ou Estimulação (+) para a concentração da substância em 2000 µg mL⁻¹ aos 7 dias.

Tabela 43. Resumo da análise de variância da porcentagem de germinação (PG) e índice de velocidade de germinação (IVG) das sementes e comprimento da parte aérea (CPA), comprimento da raiz (CR) e matéria seca (MS) de *Cucumis sativus* L. submetidas a diferentes concentrações do Ácido Maleâmico que reagiu com a Piperazina.

Fontes de Variação	GL	Quadrados Médios para <i>Cucumis sativus</i> frente a Piperazina				
		PG (%)	IVG	CPA (mm)	CR (mm)	MS (mg)
Tratamentos	5	48,61 ^{ns}	1,20 ^{ns}	158,36 ^{ns}	949,67 ^{**}	441,16 ^{ns}
Resíduo	24	135,42	6,32	110,92	196,31	1207,90

^{ns}, *, ** Não significativo a 5%, significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

4.3.3.3. Avaliação da atividade reguladora da germinação de sementes e crescimento da *Sorghum bicolor* L. pelo Anidrido Maléico, pelas substâncias sintetizadas e análise de variância

Tabela 44. Efeito do Anidrido Maléico após 7 dias de exposição, sobre a porcentagem de germinação (PG), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento radicular (CR) e da parte aérea (CPA), quantidade de massa seca (MS) e porcentagem de inibição ou estimulação de *Sorghum bicolor* L.

Substância	PG (%)	IVG	CR (mm)	CPA (mm)	MS (mg)
Controle	65,0	12,1	67,4	35,9	129,7
Anidrido Maléico	76,7	10,3	30,6	43,3	7,9
¹	+17,9	-14,6	-54,7	+20,4	-93,9

¹ Porcentagem de Inibição (-) ou Estimulação (+) para a concentração da substância em 2000 µg mL⁻¹ aos 7 dias.

Tabela 45. Resumo da análise de variância da porcentagem de germinação (PG) e índice de velocidade de germinação (IVG) das sementes e comprimento da parte aérea (CPA), comprimento da raiz (CR) e matéria seca (MS) de *Sorghum bicolor* L. submetidas a diferentes concentrações do Ácido Maleâmico que reagiu com o Anidrido Maléico.

Fontes de Variação	GL	Quadrados Médios para <i>Sorghum bicolor</i> L. frente a Anidrido Maléico				
		PG (%)	IVG	CPA (mm)	CR (mm)	MS (mg)
Tratamentos	5	7,16 *	0,1 ^{ns}	7,54 ^{**}	612,21 ^{**}	150,94 ^{**}
Resíduo	24	2,35	0,05	1,63	41,49	9,08

^{ns}, *, ** Não significativo a 5%, significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

Tabela 46. Efeito do derivado do Ácido Maleâmico que reagiu com o 4-Metilpiperidina após 7 dias de exposição, sobre a porcentagem de germinação (PG), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento radicular (CR) e da parte aérea (CPA), quantidade de massa seca (MS) e porcentagem de inibição ou estimulação de *Sorghum bicolor* L.

Derivado	PG (%)	IVG	CR (mm)	CPA (mm)	MS (mg)
Controle	63,3	9,1	25,4	16,2	166,1
4-Metilpiperidina	73,3	11,3	39,6	47,9	161,9
1	+15,8	+24,7	+55,5	+195,7	-2,6

¹ Porcentagem de Inibição (-) ou Estimulação (+) para a concentração da substância em 2000 µg mL⁻¹ aos 7 dias.

Tabela 47. Resumo da análise de variância da porcentagem de germinação (PG) e índice de velocidade de germinação (IVG) das sementes e comprimento da parte aérea (CPA), comprimento da raiz (CR) e matéria seca (MS) de *Sorghum bicolor* L. submetidas a diferentes concentrações do Ácido Maleâmico que reagiu com a 4-Metilpiperidina.

Fontes de Variação	GL	Quadrados Médios para <i>Sorghum bicolor</i> L. frente a 4-Metilpiperidina				
		PG (%)	IVG	CPA (mm)	CR (mm)	MS (mg)
Tratamentos	5	434,78 ^{ns}	25,13 ^{ns}	7175,0**	292,25 ^{ns}	92,27**
Resíduo	24	234,95	10,52	1376,32	161,31	19,78

^{ns}, *, ** Não significativo a 5%, significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

Tabela 48. Efeito do derivado do Ácido Maleâmico que reagiu com a Anilina após 7 dias de exposição, sobre a porcentagem de germinação (PG), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento radicular (CR) e da parte aérea (CPA), quantidade de massa seca (MS) e porcentagem de inibição ou estimulação de *Sorghum bicolor* L.

Derivado	PG (%)	IVG	CR (mm)	CPA (mm)	MS (mg)
Controle	65,0	12,1	67,4	35,9	129,7
Anilina	65,0	10,9	60,0	19,2	131,8
1	0	-10,1	-11,0	-46,5	+1,7

¹ Porcentagem de Inibição (-) ou Estimulação (+) para a concentração da substância em 2000 µg mL⁻¹ aos 7 dias.

Tabela 49. Resumo da análise de variância da porcentagem de germinação (PG) e índice de velocidade de germinação (IVG) das sementes e comprimento da parte aérea (CPA), comprimento da raiz (CR) e matéria seca (MS) de *Sorghum bicolor* L. submetidas a diferentes concentrações do Ácido Maleâmico que reagiu com a Anilina.

Fontes de Variação	GL	Quadrados Médios para <i>Sorghum bicolor</i> L. frente a Anilina				
		PG (%)	IVG	CPA (mm)	CR (mm)	MS (mg)
Tratamentos	5	293,05 ^{ns}	2,68 ^{ns}	11,05 ^{**}	410,97 ^{**}	670,13 ^{ns}
Resíduo	24	226,85	2,04	9,42	54,12	495,09

^{ns}, *, ** Não significativo a 5%, significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

Tabela 50. Efeito do derivado do Ácido Maleâmico que reagiu com a Ciclohexilamina após 7 dias de exposição, sobre a porcentagem de germinação (PG), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento radicular (CR) e da parte aérea (CPA), quantidade de massa seca (MS) e porcentagem de inibição ou estimulação de *Sorghum bicolor* L.

Derivado	PG (%)	IVG	CR (mm)	CPA (mm)	MS (mg)
Controle	63,3	9,1	25,4	16,2	166,1
Ciclohexilamina	58,3	8,1	9,9	10,1	151,3
1	-7,9	-11,1	-61,2	-37,4	-8,9

¹ Porcentagem de Inibição (-) ou Estimulação (+) para a concentração da substância em 2000 µg mL⁻¹ aos 7 dias.

Tabela 51. Resumo da análise de variância da porcentagem de germinação (PG) e índice de velocidade de germinação (IVG) das sementes e comprimento da parte aérea (CPA), comprimento da raiz (CR) e matéria seca (MS) de *Sorghum bicolor* L. submetidas a diferentes concentrações do Ácido Maleâmico que reagiu com a Ciclohexilamina.

Fontes de Variação	GL	Quadrados Médios para <i>Sorghum bicolor</i> L. frente a Ciclohexilamina				
		PG (%)	IVG	CPA (mm)	CR (mm)	MS (mg)
Tratamentos	5	211,10 ^{ns}	24,39 ^{**}	217,86 ^{**}	806,95 ^{**}	16747,81 ^{ns}
Resíduo	24	212,95	5,72	33,98	58,58	8663,67

^{ns}, *, ** Não significativo a 5%, significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

Tabela 52. Efeito do derivado do Ácido Maleâmico que reagiu com a Dietilamina após 7 dias de exposição, sobre a porcentagem de germinação (PG), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento radicular (CR) e da parte aérea (CPA), quantidade de massa seca (MS) e porcentagem de inibição ou estimulação de *Sorghum bicolor* L.

Derivado	PG (%)	IVG	CR (mm)	CPA (mm)	MS (mg)
Controle	63,3	9,1	25,4	16,2	166,1
Dietilamina	61,7	8,3	50,3	48,6	98,5
1	-2,6	-8,8	+97,8	+200,1	-40,7

¹ Porcentagem de Inibição (-) ou Estimulação (+) para a concentração da substância em 2000 µg mL⁻¹ aos 7 dias.

Tabela 53. Resumo da análise de variância da porcentagem de germinação (PG) e índice de velocidade de germinação (IVG) das sementes e comprimento da parte aérea (CPA), comprimento da raiz (CR) e matéria seca (MS) de *Sorghum bicolor* L. submetidas a diferentes concentrações do Ácido Maleâmico que reagiu com a Dietilamina.

Fontes de Variação	GL	Quadrados Médios para <i>Sorghum bicolor</i> L. frente a Dietilamina				
		PG (%)	IVG	CPA (mm)	CR (mm)	MS (mg)
Tratamentos	5	69,75 ^{ns}	3,83 ^{ns}	5222,87 ^{**}	24187,67 ^{**}	18895,13 [*]
Resíduo	24	70,08	3,1	223,96	2829,41	5655,24

^{ns}, *, ** Não significativo a 5%, significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

Tabela 54. Efeito do derivado do Ácido Maleâmico que reagiu com a Etilamina após 7 dias de exposição, sobre a porcentagem de germinação (PG), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento radicular (CR) e da parte aérea (CPA), quantidade de massa seca (MS) e porcentagem de inibição ou estimulação de *Sorghum bicolor* L.

Derivado	PG (%)	IVG	CR (mm)	CPA (mm)	MS (mg)
Controle	63,3	9,1	25,4	16,2	166,1
Etilamina	63,3	10,8	60,1	55,5	148,7
1	0	+19,1	+136,0	+243,0	-10,5

¹ Porcentagem de Inibição (-) ou Estimulação (+) para a concentração da substância em 2000 µg mL⁻¹ aos 7 dias.

Tabela 55. Resumo da análise de variância da porcentagem de germinação (PG) e índice de velocidade de germinação (IVG) das sementes e comprimento da parte aérea (CPA), comprimento da raiz (CR) e matéria seca (MS) de *Sorghum bicolor* L. submetidas a diferentes concentrações do Ácido Maleâmico que reagiu com a Etilamina.

Fontes de Variação	GL	Quadrados Médios para <i>Sorghum bicolor</i> L. frente a Etilamina				
		PG (%)	IVG	CPA (mm)	CR (mm)	MS (mg)
Tratamentos	5	166,58 ^{ns}	24,83*	1203,17**	1505,27**	1053,12**
Resíduo	24	229,11	7,25	180,48	275,25	242,01

^{ns}, *, ** Não significativo a 5%, significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

Tabela 56. Efeito do derivado do Ácido Maleâmico que reagiu com a Etilenodiamina após 7 dias de exposição, sobre a porcentagem de germinação (PG), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento radicular (CR) e da parte aérea (CPA), quantidade de massa seca (MS) e porcentagem de inibição ou estimulação de *Sorghum bicolor* L.

Derivado	PG (%)	IVG	CR (mm)	CPA (mm)	MS (mg)
Controle	63,3	9,1	25,4	16,2	166,1
Etilenodiamina	63,3	9,3	15,8	17,8	155,1
¹	0	+2,4	-37,8	+9,8	-6,6

¹ Porcentagem de Inibição (-) ou Estimulação (+) para a concentração da substância em 2000 µg mL⁻¹ aos 7 dias.

Tabela 57. Resumo da análise de variância da porcentagem de germinação (PG) e índice de velocidade de germinação (IVG) das sementes e comprimento da parte aérea (CPA), comprimento da raiz (CR) e matéria seca (MS) de *Sorghum bicolor* L. submetidas a diferentes concentrações do Ácido Maleâmico que reagiu com a Etilenodiamina.

Fontes de Variação	GL	Quadrados Médios para <i>Sorghum bicolor</i> L. frente a Etilenodiamina				
		PG (%)	IVG	CPA (mm)	CR (mm)	MS (mg)
Tratamentos	5	2603,62 ^{ns}	1,17 ^{ns}	11,92 ^{ns}	129,12 ^{ns}	3075,02**
Resíduo	24	105,33	0,63	5,51	55,66	636,81

^{ns}, *, ** Não significativo a 5%, significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

Tabela 58. Efeito do derivado do Ácido Maleâmico que reagiu com a Fenilhidrazina após 7 dias de exposição, sobre a porcentagem de germinação (PG), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento radicular (CR) e da parte aérea (CPA), quantidade de massa seca (MS) e porcentagem de inibição ou estimulação de *Sorghum bicolor* L.

Derivado	PG (%)	IVG	CR (mm)	CPA (mm)	MS (mg)
Controle	63,3	9,1	10,4	16,2	161,6
Fenilhidrazina	68,3	10,2	2,8	17,3	159,6
1	+7,9	+12,5	-72,6	+6,6	-3,9

¹ Porcentagem de Inibição (-) ou Estimulação (+) para a concentração da substância em 2000 µg mL⁻¹ aos 7 dias.

Tabela 59. Resumo da análise de variância da porcentagem de germinação (PG) e índice de velocidade de germinação (IVG) das sementes e comprimento da parte aérea (CPA), comprimento da raiz (CR) e matéria seca (MS) de *Sorghum bicolor* L. submetidas a diferentes concentrações do Ácido Maleâmico que reagiu com a Fenilhidrazina.

Fontes de Variação	GL	Quadrados Médios para <i>Sorghum bicolor</i> L. frente a Fenilhidrazina				
		PG (%)	IVG	CPA (mm)	CR (mm)	MS (mg)
Tratamentos	5	331,40 **	296,45**	635,48**	200,76**	9748,48**
Resíduo	24	196,74	25,36	17,11	46,0	461,06

^{ns}, *, ** Não significativo a 5%, significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

Tabela 60. Efeito do derivado do Ácido Maleâmico que reagiu com a Piperazina após 7 dias de exposição, sobre a porcentagem de germinação (PG), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento radicular (CR) e da parte aérea (CPA), quantidade de massa seca (MS) e porcentagem de inibição ou estimulação de *Sorghum bicolor* L.

Derivado	PG (%)	IVG	CR (mm)	CPA (mm)	MS (mg)
Controle	65,0	12,1	67,4	35,9	129,7
Piperazina	63,3	11,8	32,7	36,6	143,9
1	-2,6	-2,8	-51,4	+1,8	+11,0

¹ Porcentagem de Inibição (-) ou Estimulação (+) para a concentração da substância em 2000 µg mL⁻¹ aos 7 dias.

Tabela 61. Resumo da análise de variância da porcentagem de germinação (PG) e índice de velocidade de germinação (IVG) das sementes e comprimento da parte aérea (CPA), comprimento da raiz (CR) e matéria seca (MS) de *Sorghum bicolor* L. submetidas a diferentes concentrações do Ácido Maleâmico que reagiu com a Piperazina.

Fontes de Variação	GL	Quadrados Médios para <i>Sorghum bicolor</i> L. frente a Piperazina				
		PG (%)	IVG	CPA (mm)	CR (mm)	MS (mg)
Tratamentos	5	42,59 ^{ns}	7,93 ^{ns}	104,01 ^{ns}	916,00 ^{**}	786,19 ^{ns}
Resíduo	24	135,43	4,29	69,44	81,57	911,65

^{ns}, *, ** Não significativo a 5%, significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

4.3.3.4. Avaliação da atividade reguladora da germinação de sementes e crescimento da *Bidens pilosa* L. pelo Anidrido Maléico, pelas substâncias sintetizadas e análise de variância

Tabela 62. Efeito do Anidrido Maléico após 7 dias de exposição, sobre a porcentagem de germinação (PG), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento radicular (CR) e da parte aérea (CPA), quantidade de massa seca (MS) e porcentagem de inibição ou estimulação de *Bidens pilosa* L.

Substância	PG (%)	IVG	CR (mm)	CPA (mm)	MS (mg)
Controle	66,7	10,3	34,0	43,2	8,2
Anidrido Maléico	76,7	10,3	30,6	43,3	7,9
1	+15,0	0	-10,1	+0,2	-3,1

¹ Porcentagem de Inibição (-) ou Estimulação (+) para a concentração da substância em 2000 µg mL⁻¹ aos 7 dias.

Tabela 63. Resumo da análise de variância da porcentagem de germinação (PG) e índice de velocidade de germinação (IVG) das sementes e comprimento da parte aérea (CPA), comprimento da raiz (CR) e matéria seca (MS) de *Bidens pilosa* L. submetidas a diferentes concentrações do Ácido Maleâmico que reagiu com o Anidrido Maléico.

Fontes de Variação	GL	Quadrados Médios para <i>Bidens pilosa</i> L. frente a Anidrido Maléico				
		PG (%)	IVG	CPA (mm)	CR (mm)	MS (mg)
Tratamentos	5	159,68*	14,35**	20,52 ^{ns}	30,92 ^{ns}	5,03*
Resíduo	24	54,38	1,53	11,07	18,96	1,89

^{ns}, *, ** Não significativo a 5%, significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

Tabela 64. Efeito do derivado do Ácido Maleâmico que reagiu com o 4-Metilpiperidina, Anilina, Ciclohexilamina, Etilenodiamina e Fenilhidrazina após 7 dias de exposição, sobre a porcentagem de germinação (PG), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento radicular (CR) e da parte aérea (CPA), quantidade de massa seca (MS) e porcentagem de inibição ou estimulação de *Bidens pilosa* L.

Derivado	PG (%)	IVG	CR (mm)	CPA (mm)	MS (mg)
Controle	6,7	1,1	10,4	3,4	1,8
4-Metilpiperidina	0	0	0	0	0
1	-100	-100	-100	-100	-100
Controle	66,7	10,3	34,0	43,2	8,2
Anilina	0	0	0	0	0
1	-100	-100	-100	100	100
Controle	6,7	1,1	10,4	3,4	1,8
Ciclohexilamina	0	0	0	0	0
1	-100	-100	-100	-100	-100
Controle	6,7	1,1	10,4	3,4	1,8
Etilenodiamina	0	0	0	0	0
1	-100	-100	-100	-100	-100

Tabela 64 continuação

Controle	6,7	1,1	10,4	3,4	1,8
Fenilhidrazina	0	0	0	0	0
1	-100	-100	-100	-100	-100

¹ Porcentagem de Inibição (-) ou Estimulação (+) para a concentração da substância em 2000 µg mL⁻¹ aos 7 dias.

Tabela 65. Resumo da análise de variância da porcentagem de germinação (PG) e índice de velocidade de germinação (IVG) das sementes e comprimento da parte aérea (CPA), comprimento da raiz (CR) e matéria seca (MS) de *Bidens pilosa* L. submetidas a diferentes concentrações do Ácido Maleâmico que reagiu com a 4-Metilpiperidina.

Fontes de Variação	GL	Quadrados Médios para <i>Bidens pilosa</i> L. frente a 4-Metilpiperidina				
		PG (%)	IVG	CPA (mm)	CR (mm)	MS (mg)
Tratamentos	5	2346,84**	114,77**	521,28**	376,35**	19,45**
Resíduo	24	86,78	4,00	49,09	62,71	1,22

^{ns}, *, ** Não significativo a 5%, significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

Tabela 66. Resumo da análise de variância da porcentagem de germinação (PG) e índice de velocidade de germinação (IVG) das sementes e comprimento da parte aérea (CPA), comprimento da raiz (CR) e matéria seca (MS) de *Bidens pilosa* L. submetidas a diferentes concentrações do Ácido Maleâmico que reagiu com a Anilina.

Fontes de Variação	GL	Quadrados Médios para <i>Bidens pilosa</i> L. frente a Anilina				
		PG (%)	IVG	CPA (mm)	CR (mm)	MS (mg)
Tratamentos	5	3557,79**	125,71 ^{ns}	1516,49**	908,13**	86,95 ^{ns}
Resíduo	24	158,58	66,27	5,22	11,83	50,43

^{ns}, *, ** Não significativo a 5%, significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

Tabela 67. Resumo da análise de variância da porcentagem de germinação (PG) e índice de velocidade de germinação (IVG) das sementes e comprimento da parte aérea (CPA), comprimento da raiz (CR) e matéria seca (MS) de *Bidens pilosa* L. submetidas a diferentes concentrações do Ácido Maleâmico que reagiu com a Ciclohexilamina.

Fontes de Variação	GL	Quadrados Médios para <i>Bidens pilosa</i> L. frente a Ciclohexilamina				
		PG (%)	IVG	CPA (mm)	CR (mm)	MS (mg)
Tratamentos	5	4670,38**	73,20**	1692,57**	1548,86**	256,86**
Resíduo	24	96,08	1,55	2,69	23,74	2,86

^{ns}, *, ** Não significativo a 5%, significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

Tabela 68. Resumo da análise de variância da porcentagem de germinação (PG) e índice de velocidade de germinação (IVG) das sementes e comprimento da parte aérea (CPA), comprimento da raiz (CR) e matéria seca (MS) de *Bidens pilosa* L. submetidas a diferentes concentrações do Ácido Maleâmico que reagiu com a Etilenodiamina.

Fontes de Variação	GL	Quadrados Médios para <i>Bidens pilosa</i> L. frente a Etilenodiamina				
		PG (%)	IVG	CPA (mm)	CR (mm)	MS (mg)
Tratamentos	5	8390,73**	236,02**	1405,21**	804,54**	66,32**
Resíduo	24	13,88	0,35	18,79	54,51	2,73

^{ns}, *, ** Não significativo a 5%, significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

Tabela 69. Resumo da análise de variância da porcentagem de germinação (PG) e índice de velocidade de germinação (IVG) das sementes e comprimento da parte aérea (CPA), comprimento da raiz (CR) e matéria seca (MS) de *Bidens pilosa* L. submetidas a diferentes concentrações do Ácido Maleâmico que reagiu com a Fenilhidrazina.

Fontes de Variação	GL	Quadrados Médios para <i>Bidens pilosa</i> L. frente a Fenilhidrazina				
		PG (%)	IVG	CPA (mm)	CR (mm)	MS (mg)
Tratamentos	5	37,02**	1,01**	9,63**	90,13**	2,82**
Resíduo	24	8,10	0,18	2,05	15,38	0,50

^{ns}, *, ** Não significativo a 5%, significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

Tabela 70. Efeito do derivado do Ácido Maleâmico que reagiu com a Dietilamina após 7 dias de exposição, sobre a porcentagem de germinação (PG), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento radicular (CR) e da parte aérea (CPA), quantidade de massa seca (MS) e porcentagem de inibição ou estimulação de *Bidens pilosa* L.

Derivado	PG (%)	IVG	CR (mm)	CPA (mm)	MS (mg)
Controle	78,3	12,4	10,4	3,4	1,8
Dietilamina	28,3	2,7	26,6	31,7	5,6
1	-63,8	-78,3	+156,2	+832,2	+206,5

¹ Porcentagem de Inibição (-) ou Estimulação (+) para a concentração da substância em 2000 µg mL⁻¹ aos 7 dias.

Tabela 71. Resumo da análise de variância da porcentagem de germinação (PG) e índice de velocidade de germinação (IVG) das sementes e comprimento da parte aérea (CPA), comprimento da raiz (CR) e matéria seca (MS) de *Bidens pilosa* L. submetidas a diferentes concentrações do Ácido Maleâmico que reagiu com a Dietilamina.

Fontes de Variação	GL	Quadrados Médios para <i>Bidens pilosa</i> L. frente a Dietilamina				
		PG (%)	IVG	CPA (mm)	CR (mm)	MS (mg)
Tratamentos	5	795,47**	52,98**	1119,21**	678,03**	18,98**
Resíduo	24	2,85	2,11	40,25	60,41	4,26

^{ns}, *, ** Não significativo a 5%, significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

Tabela 72. Efeito do derivado do Ácido Maleâmico que reagiu com a Etilamina após 7 dias de exposição, sobre a porcentagem de germinação (PG), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento radicular (CR) e da parte aérea (CPA), quantidade de massa seca (MS) e porcentagem de inibição ou estimulação de *Bidens pilosa* L.

Derivado	PG (%)	IVG	CR (mm)	CPA (mm)	MS (mg)
Controle	70,0	11,0	10,4	3,4	1,8
Etilamina	16,7	2,6	13,1	14,2	2,1
1	-76,2	-76,3	-26,0	-317,6	-15,2

¹ Porcentagem de Inibição (-) ou Estimulação (+) para a concentração da substância em 2000 µg mL⁻¹ aos 7 dias.

Tabela 73. Resumo da análise de variância da porcentagem de germinação (PG) e índice de velocidade de germinação (IVG) das sementes e comprimento da parte aérea (CPA), comprimento da raiz (CR) e matéria seca (MS) de *Bidens pilosa* L. submetidas a diferentes concentrações do Ácido Maleâmico que reagiu com a Etilamina.

Fontes de Variação	GL	Quadrados Médios para <i>Bidens pilosa</i> L. frente a Etilamina				
		PG (%)	IVG	CPA (mm)	CR (mm)	MS (mg)
Tratamentos	5	1638,09**	47,73**	510,21**	132,49 ^{ns}	48,55*
Resíduo	24	183,44	5,1	98,83	66,33	14,97

^{ns}, *, ** Não significativo a 5%, significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

Tabela 74. Efeito do derivado do Ácido Maleâmico que reagiu com a Piperazina após 7 dias de exposição, sobre a porcentagem de germinação (PG), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento radicular (CR) e da parte aérea (CPA), quantidade de massa seca (MS) e porcentagem de inibição ou estimulação de *Bidens pilosa* L.

Derivado	PG (%)	IVG	CR (mm)	CPA (mm)	MS (mg)
Controle	75,0	14,7	34,0	43,2	8,2
Piperazina	71,7	15,1	20,3	34,8	6,2
¹	-4,4	+3,0	-40,4	-19,3	-24,2

¹ Porcentagem de Inibição (-) ou Estimulação (+) para a concentração da substância em 2000 µg mL⁻¹ aos 7 dias.

Tabela 75. Resumo da análise de variância da porcentagem de germinação (PG) e índice de velocidade de germinação (IVG) das sementes e comprimento da parte aérea (CPA), comprimento da raiz (CR) e matéria seca (MS) de *Bidens pilosa* L. submetidas a diferentes concentrações do Ácido Maleâmico que reagiu com a Piperazina.

Fontes de Variação	GL	Quadrados Médios para <i>Bidens pilosa</i> L. frente a Piperazina				
		PG (%)	IVG	CPA (mm)	CR (mm)	MS (mg)
Tratamentos	5	54,32 ^{ns}	1,72*	61,64 ^{ns}	286,33**	10,79**
Resíduo	24	45,47	0,54	25,01	23,41	2,10

^{ns}, *, ** Não significativo a 5%, significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

Nos anexos estão as figuras relativas aos estudos estatísticos por meio de modelos lineares, quadráticos, cúbico ou cúbico raiz para o Anidrido Maléico e substâncias sintetizadas frente ao desenvolvimento germinativo de sementes de *Lactuca sativa* L., *Bidens pilosa* L. e *Sorghum bicolor* L.. Para exemplificar todo o estudo estatístico, na **Figura 19** observa-se que as PG da espécie *Lactuca sativa* L. foram reduzidas pelos derivados do Ácido Maleâmico que reagiram com as substâncias derivadas da Anilina e Etilenodiamina e com o Anidrido Maléico.

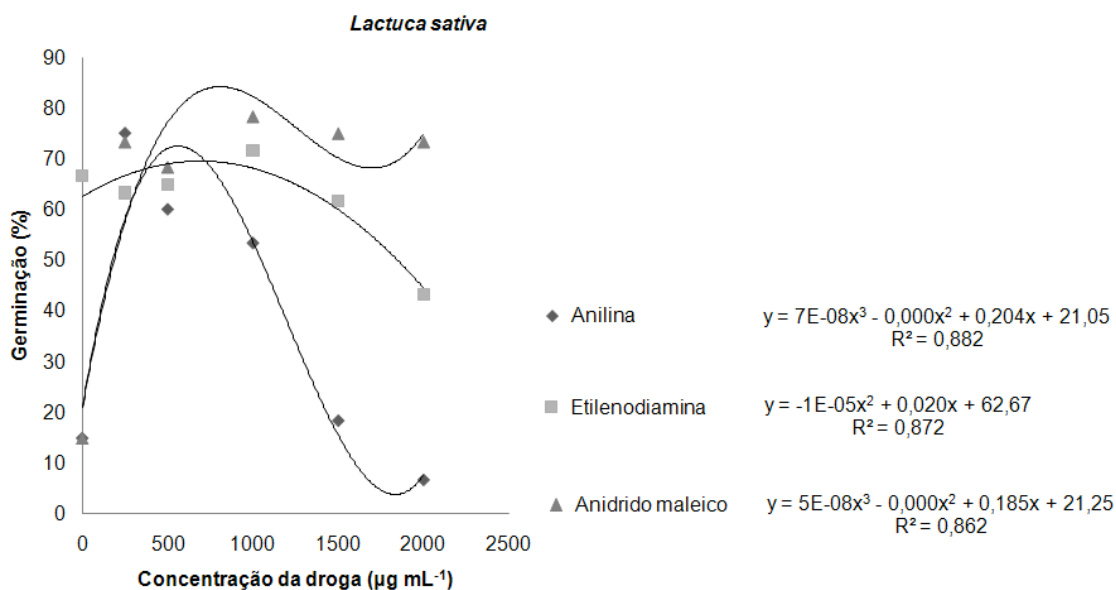


Figura 19. Germinação de sementes de *Lactuca sativa* L. tratadas com Anilina, Etilenodiamina e Anidrido Maléico nas concentrações 0; 250; 500; 1000; 1500 e 2000 µg mL⁻¹.

A **Figura 20** representa o IVG das sementes de alface sob a ação de Anidrido Maléico e dos derivados de Ciclohexilamina e Piperazina. O efeito herbicida é observado intensamente para o derivado da Ciclohexilamina.

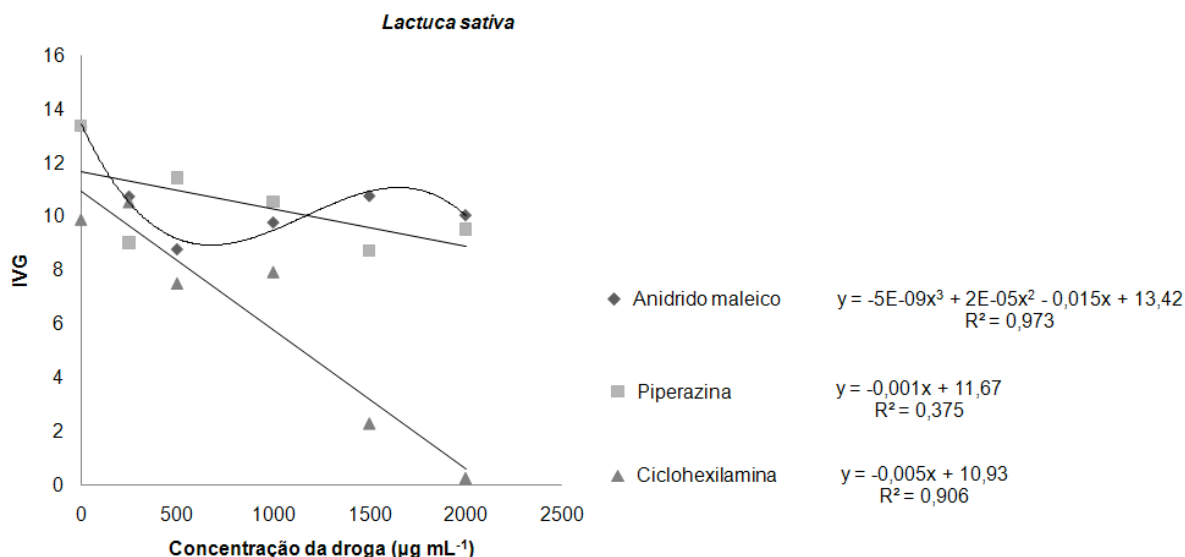


Figura 20. Efeitos das substâncias Anidrido Maléico, Ciclohexilamina e Piperazina nas concentrações 0; 250; 500; 1000; 1500 e 2000 µg mL⁻¹, sobre o IVG de sementes de *Lactuca sativa* L.

O comprimento das raízes (**Figura 21**) submetidas à substâncias derivadas da Ciclohexilamina, Dietilamina, Fenilhidrazina e Piperazina mostrou variação para *Lactuca sativa* L. em relação ao controle pelo modelo linear. Segundo (GUSMAN et al., 1994 & HOFFMANN et al., 2007) o alongamento da parte aérea e das raízes é dependente de divisões celulares, da formação do câmbio e dos vasos xilemáticos e essas estruturas são dependentes da partição de nutrientes pela plântula. Como houve redução das raízes, então estas estruturas foram afetadas por estas substâncias.

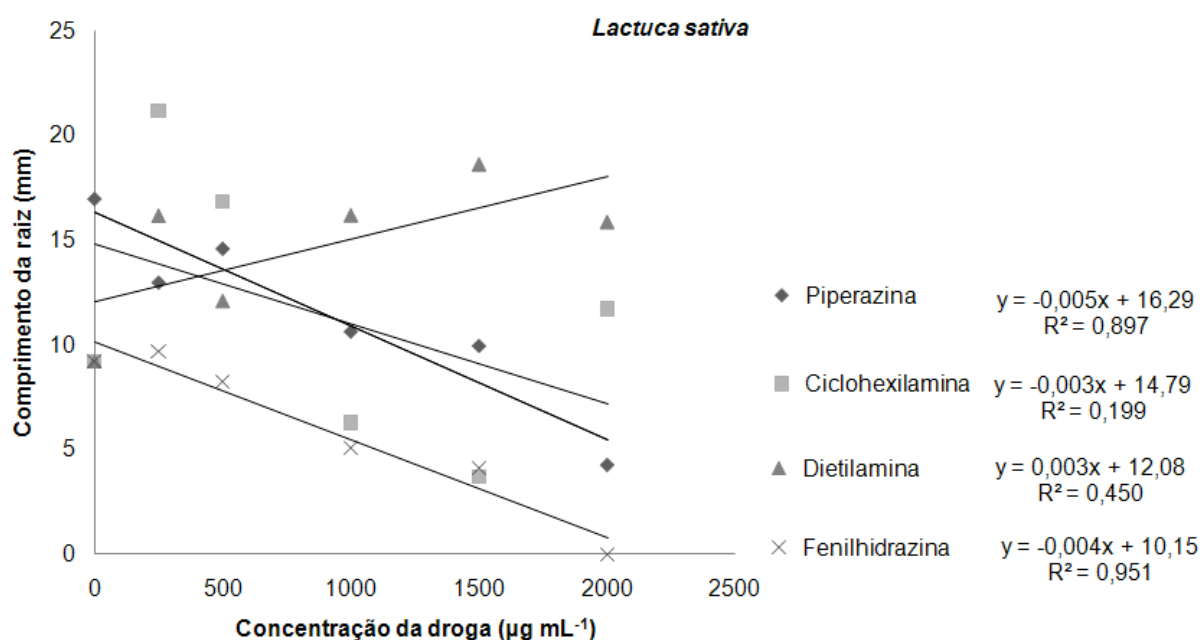


Figura 21. Efeitos das substâncias Piperazina, Ciclohexilamina, Dietilamina e Fenilhidrazina nas concentrações 0; 250; 500; 1000; 1500 e 2000 $\mu\text{g mL}^{-1}$, sobre o comprimento da raiz de *Lactuca sativa* L.

O produto derivado da Fenilhidrazina mostrou redução da parte aérea para as três espécies em estudo, porém verifica-se redução significativa pelo modelo linear (**Figura 22**) para a *Lactuca sativa* L., a partir de 250 $\mu\text{g mL}^{-1}$.

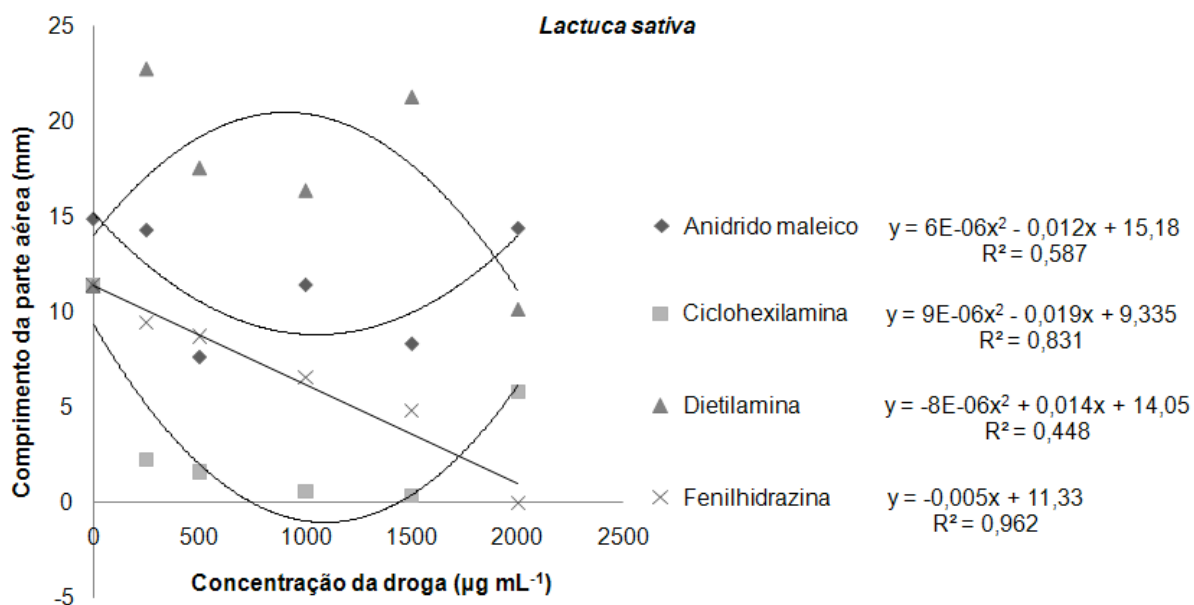


Figura 22. Efeitos das substâncias Anidrido maleico, Ciclohexilamina, Dietilamina e Fenilhidrazina nas concentrações 0; 250; 500; 1000; 1500 e 2000 $\mu\text{g mL}^{-1}$, sobre o CPA de *Lactuca sativa* L.

Na **Figura 23** verifica-se que a MS das radículas e partes aéreas de *Lactuca sativa* L. quando tratadas com as substâncias produzidas a partir de 4-Metilpiperidina e Anilina sofreram interferência quando comparado com o controle.

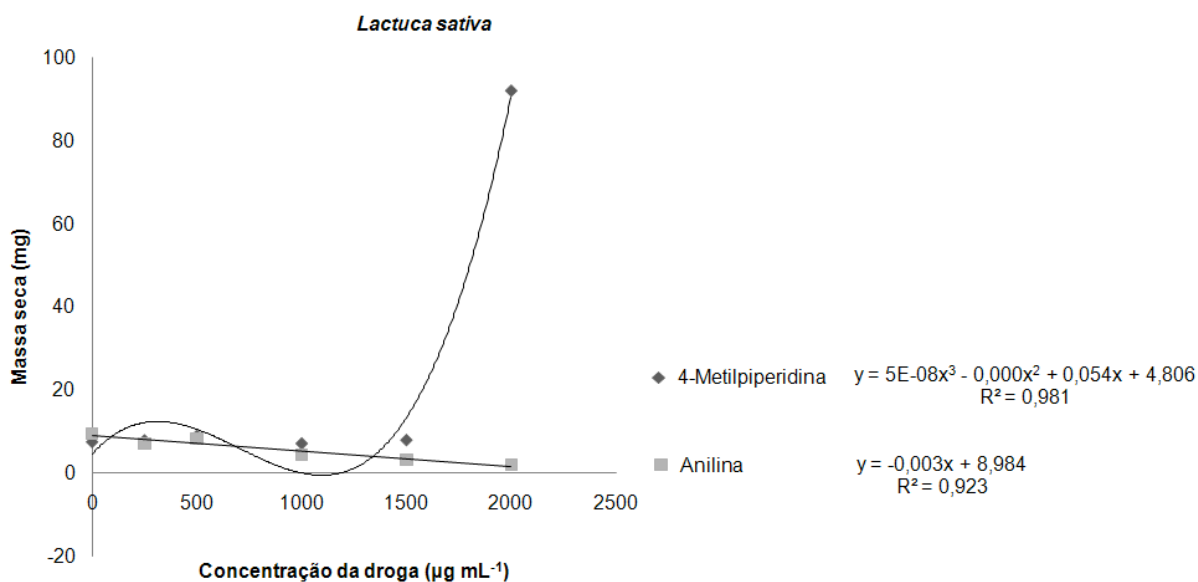


Figura 23. Efeitos das substâncias 4-Metilpiperidina e Anilina nas concentrações 0; 250; 500; 1000; 1500 e 2000 $\mu\text{g mL}^{-1}$, sobre a massa seca da raiz e das partes aéreas de *Lactuca sativa* L.

5. CONCLUSÃO

Este trabalho propiciou a obtenção de oito derivados (**2 a 9**) do Ácido Maleâmico, reagindo Anidrido Maléico com as respectivas aminas, por meio da abertura do anel e ataque nucleofílico ao carbono da carbonila.

Todas as novas substâncias tiveram suas estruturas confirmadas por espectroscopias no Infravermelho e de Ressonância Magnética Nuclear em uma e/ou duas dimensões (RMN 1D e 2D).

Nos testes de avaliação da atividade reguladora sobre germinação e crescimento radicular de sementes de *Cucumis sativus* L. (pepino - dicotiledônea), *Lactuca sativa* L. (alface - dicotiledônea), *Sorghum bicolor* L. (monocotiledônea) e *Bidens pilosa* L. (dicotiledônea), a maioria das substâncias sintetizadas apresentou efeito inibitório. O teste F da análise de variância mostrou efeito significativo nos parâmetros de desenvolvimento de raízes e partes aéreas de todas as plantas testadas. A análise de variância revelou para a *Lactuca sativa* L., efeitos significativos entre as médias dos tratamentos para Anidrido Maléico e os derivados de Anilina, Ciclohexilamina, Etilenodiamina, Fenilhidrazina e Piperazina quanto à variável PG. O IVG, CR e o CPA de sementes de *Lactuca sativa* L. foram significativos para todas as substâncias exceto a Etilamina e Piperazina, respectivamente. Exceto para o reagente de partida Anidrido Maléico, a variável CR teve efeito significativo para *Lactuca sativa* L. para todas as oito substâncias sintetizadas.

Nos testes com fungos fitopatogênicos *Colletotrichum musae*, *Fusarium solani* f. sp. phaseoli, *Fusarium solani* f. sp. piperis Alb. e *Penicillium* sp., as substâncias sintetizadas a partir da Anilina, Etilamina, Fenilhidrazina e Piperazina apresentaram potencial antifúngico enquanto as substâncias, sintetizadas a partir das aminas 4-Metilpiperidina, Ciclohexilamina, Dietilamina e Etilenodiamina não inibiram o desenvolvimento destas cepas de fungos.

As cepas das bactérias *Escherichia coli* (ATCC 8739); *Staphylococcus aureus* (ATCC 25923), *Staphylococcus aureus* isolado do Hospital Estadual Dr. Roberto Arnizaut Silves, situado no município de São Mateus, ES e *Bacillus cereus* (ATCC 11778) desenvolveram na presença do Anidrido Maléico e das substâncias sintetizadas, portanto não apresentam, para estas cepas, atividade antibacteriana.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BALBINOT-JUNIOR, A.A. Manejo das plantas daninhas pela alelopatia. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v.17, n.1, p.61-64, 2004.

BARBOSA, W.L.R. (Org.). Manual para Análise Fitoquímica e Cromatográfica de Extratos Vegetais. **Revista Científica da UFPA**, Belém, n.4, 2004.

BARTON, S.D.; OLLIS, W.D. **Comprehensive Organic Chemistry**. 6.ed. Oxford: Pergamon Press Ltd. v.2, 1979, 286p.

BASTOS, C.N.; ALBUQUERQUE, P.S.B. Efeito do óleo de *Piper aduncum* no controle em pós-colheita de *Colletotricum musae* em banana. **Fitopatologia Brasileira**, v.29, n.5, p.555-557, 2004.

BELINELO, V.J.; CZEPAK, M.P.; VIEIRA FILHO, S.A.; MENEZES, L.F.T.; JAMAL, C. M. Alelopatia de *Arctium minus* Bernh (Asteraceae) na germinação e crescimento radicular de sorgo e pepino. **Caatinga**, v.21, n.4, p.12-16, 2008.

BELINELO, V.J.; REIS, G.T.; STEFANI, G.M.; FERREIRA-ALVES, D.L., PILO-VELOSO, D. Synthesis of 6 α ,7 β -dihydroxycoumarin-17 β -oic acid derivatives. Part IV: Mannich base derivatives and its activities on the electrically stimulated guinea-pig ileum preparation. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, São Paulo, v.13, n.6, p.830-837, 2002.

BELINELO, V.J.; VIEIRA FILHO, S.A.; ALMEIDA, M.S.; FERREIRA-ALVES, D.L.; PILO-VELOSO, D. Potencial fitotóxico de *Pterodon polygalaeflorus* Benth (Leguminosae) sobre *Acanthospermum australe* (Loefl.) O. Kuntze e *Senna occidentalis* (L.) Link. **Caatinga**, v.22, n.4, p.108-115, 2009.

BELINELO, V.J.; STEFANI, G.M.; REIS, G.T.; FERREIRA-ALVES, D.L.; PILO-VELOSO, D. Síntese de amida acetilada do ácido 6 α ,7 β -di-hidroxycoumarin-17 β -oico isolado dos frutos de *Pterodon polygalaeflorus* Benth (Leguminosae). **Revista Científica Faminas**, n.1, p.35-45, 2005.

BELINELO, V.J.; TEIXEIRA, A.L.; FERREIRA-ALVES, D.L.; PILÓ-VELOSO, D.; REIS, G.T. ; STEFANI, G.M. Síntese de amidas derivadas do ácido 6alfa,7beta-dihidroxivouacapan-17beta-óico isolado dos frutos de *Pterodon polygalaeflorus* Benth (Leguminosae). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.3, n.2, p.37-44, 2001.

BELLAMY, L.J. **The infrared Spectra of Complex Molecules**. London, 3.ed. Chapman and Hall, v.1, 1975, p.433.

BENATO, E.A. Controle de doenças pós-colheita em frutas tropicais. **Summa Phytopathologica**, v.25, p.90-93, 1999.

BENCHIMOL, R.L.; SILVA, C.M.; VERZIGNASSI, J.R. **Utilização de substâncias naturais para o controle de doenças de plantas na região amazônica**. Embrapa Amazônia Oriental: Boletim Técnico 346. 2008, p.27.

BIANCHI, M.A.; **Programa de difusão do manejo integrado de plantas daninhas em soja no Rio Grande do Sul**: 1994/95. Cruz Alta: FUNDACEP FECOTRIGO, 1995. p.31.

BRASS, F.E.B.; Análise de atividade alelopática de extrato aquoso de falsamura sobre a germinação de picão-preto e caruru. **Enciclopédia Biosfera**, v.5, n.8, p.1-19, 2009.

CIA, P.; PASCHOLATI, S.F., BENATO, E.A. Indução de resistência no manejo pós-colheita. In: RODRIGUES, F. A. e ROMEIRO, R. (eds.) **Indução de resistência de plantas a patógenos**. Viçosa: Suprema, 2007. p.245-280.

COSTA, R.S.C.; MEDEIROS, I.M. **Pimenta-do-reino**. Porto Velho: EMBRAPA Rondônia, 2000. 6p. (EMBRAPA Rondônia, Folder).

EINHELLIG, F.A., SCHAN, M.K., RASMUNSEM, J.A. Synergistic effects of four cinnamic acid compounds again *sorghum*. **Plant Growth Regulators**, p.251-257, 1983.

EPAMIG. **Guia técnico - produção de feijão**. Epamig, 2010, p.52.

FAVERO, C.; JUCKSCH, I.; ALVARENGA, R.C.; COSTA, L.M. Modificações na população de plantas espontâneas na presença de adubos verdes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.36, n.11, p.1355-1362, 2001.

FERREIRA, D.F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium**, Lavras, v.6, p.36-41, 2008.

GUSSMAN, A.B.; PITELLI, R.A.; DIAS, S.M. Efeito do citrionelol sobre a germinação e desenvolvimento do amendoim bravo (*Euphorbia heterophila* L.) II. **Semina: Ciências Agrícola**, v.15, n.1, p.14-22, 1994.

HOFFMANN, C.E.F.; NEVES, L.A.S.; BASTOS, C.F.; WALLAU, G.L. Atividade alelopática de *Nerium Oleander* L. e *Dieffenbachia picta* schott em sementes de *Lactuca Sativa* L. e *Bidens pilosa* L. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v.6, n.1, p.11-21, 2007.

KISSMANN, G.K. **Plantas daninhas e nocivas**. 2.ed. São Bernardo do Campo: BASF Brasileira, 1997. tomo 1, p.825.

LABAVITCH, J.M. Fruit ripening and defense against pathogens-loss of resistance or gain of susceptibility. In: JOHNSON, G.; HIGHLEY, E.; JOYCE, D. C. (Eds.). **Disease resistance in fruit**. Australia: ACIAR, v.80, 1998. p.53-59.

MIRANDA, B. A.; LOBO JÚNIOR, M.; CUNHA, M. G. Reação de cultivares do feijoeiro comum às podridões radiculares causadas por *Rhizoctonia solani* e *Fusarium solani* f. sp. phaseoli. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.37, n.4, p.221-226, 2007.

NCCLS. NATIONAL COMMITTEE FOR CLINICAL LABORATORY STANDARDS. **M27-A2**. Método de referência para testes de diluição em caldo para determinação da sensibilidade de leveduras à terapia antifúngica. v.22, n.15, p. 14-42, 2002.

NCCLS. NATIONAL COMMITTEE FOR CLINICAL LABORATORY STANDARDS. **M38-A**. Método de referência para testes de diluição em caldo para determinação da sensibilidade a terapia antifúngica de fungos filamentosos. v.22, n.16, p.1-50, 2002.

NCCLS. NATIONAL COMMITTEE FOR CLINICAL LABORATORY STANDARDS. **M7-A6**. Metodologia dos testes de sensibilidade a agentes antimicrobianos por diluição para bactéria de crescimento aeróbico. v.23, n.2, p.1-48, 2003.

PAQUETTE, L.A.; FUCHS, P.L.; CRICH, D. **Encyclopedia of Reagents for Organic Synthesis**. 2ed. New York: John Wiley, 2009. p.12.094.

PESSOA, W.R.L.S.; OLIVEIRA, S.M. A. Doenças da banana. In: OLIVEIRA *et al*, **Patologia pós-colheita: Frutas, olerícolas e ornamentais tropicais**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2006. p.540-553.

PILÓ-VELOSO, D.; BARBOSA, L.C.A.; COSTA, A.V.; LOPES, J.L.C.; HERNANDEZTERRONES, M.G.; KINGDIAZ, B.; LOTINAHENNSEN, B. Phyto-growth-inhibitory lactones derivatives of glaucolide B. Zeitschrift Für Naturforschung Section B - A **Journal of Chemical Sciences**, v.59c, n.11/12, p. 803-810, 2004.

POPINIGS, F.; **Fisiologia de sementes**. Brasília. Agiplan, 1977. 289p.

SILVERSTEIN, R.M.; WEBSTER, F.X. **Identificação espectrométrica de compostos orgânicos**. 6. Ed. Rio de Janeiro: LTC Editora, 2000, p.460.

SOLOMONS, T.W.G.; FRYHLE, C.B. **Química orgânica**. 7.ed. Rio de Janeiro: LTC, 2001. v.1 p.148.

TAKEMATSU, T.; KUME, T. Derivados do ácido n-acila-n-fenilmaleâmico, métodos de produção dos mesmos e herbicida contendo os mesmos como componentes ativos. BR n. PI9305891-8. Disponível em <<http://www.patentesonline.com.br/derivados-do-acido-n-acila-n-fenilmaleamico-metodos-de-producao-dos-mesmos-e-herbicida-124733.html>>, acesso em 09 de maio de 2011.

WISNIEWSKI, M.E.; WILSON, C.L. Biological Control of post-harvest disease of fruit and vegetable: Recent Advance. **Horticultural Science**, v.27, p.94-98, 1992.

ZAMBOLIM, L.; VALE, F.X.R.; MONTEIRO, A.J.A.; COSTA, H.. **Controle de doenças de plantas: Fruteiras**. Viçosa, UFV, 2002. v.2. p.1313.

ZAMBOLIM, L.; VALE, F.X.R.; MONTEIRO, A.J.A.; COSTA, H.. **Controle de doenças de plantas: Fruteiras**. Viçosa, UFV, 2002. v.1. p.674.

7. ANEXOS

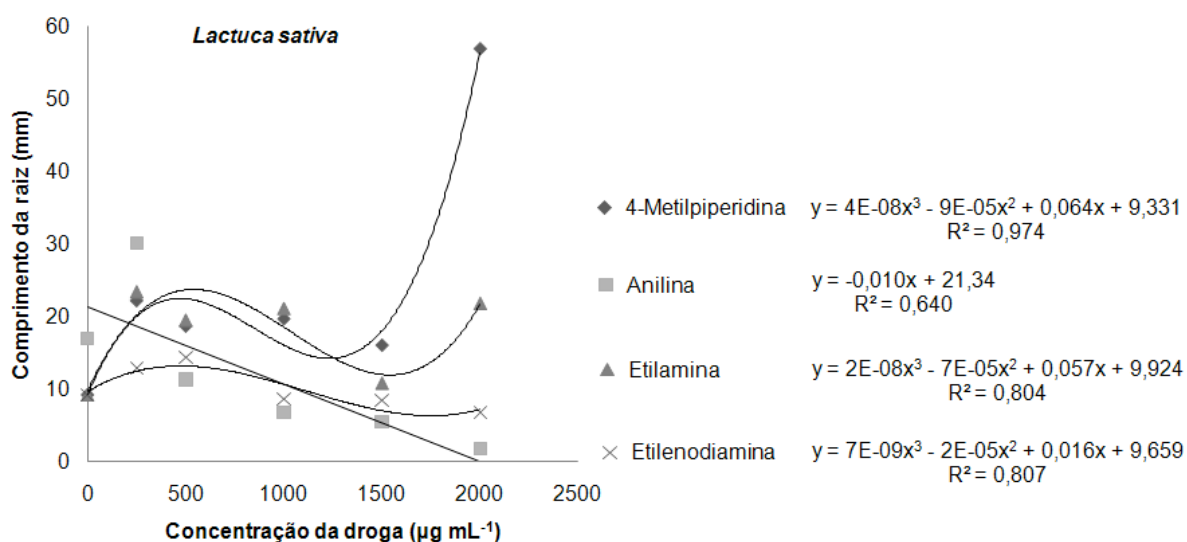


Figura 1. Efeitos das substâncias 4-Metilpiperidina, Anilina, Etilamina e Etilenodiamina nas concentrações de 0; 250; 500; 1000; 1500 e 2000 $\mu\text{g mL}^{-1}$, sobre o comprimento da raiz de *Lactuca sativa* L.

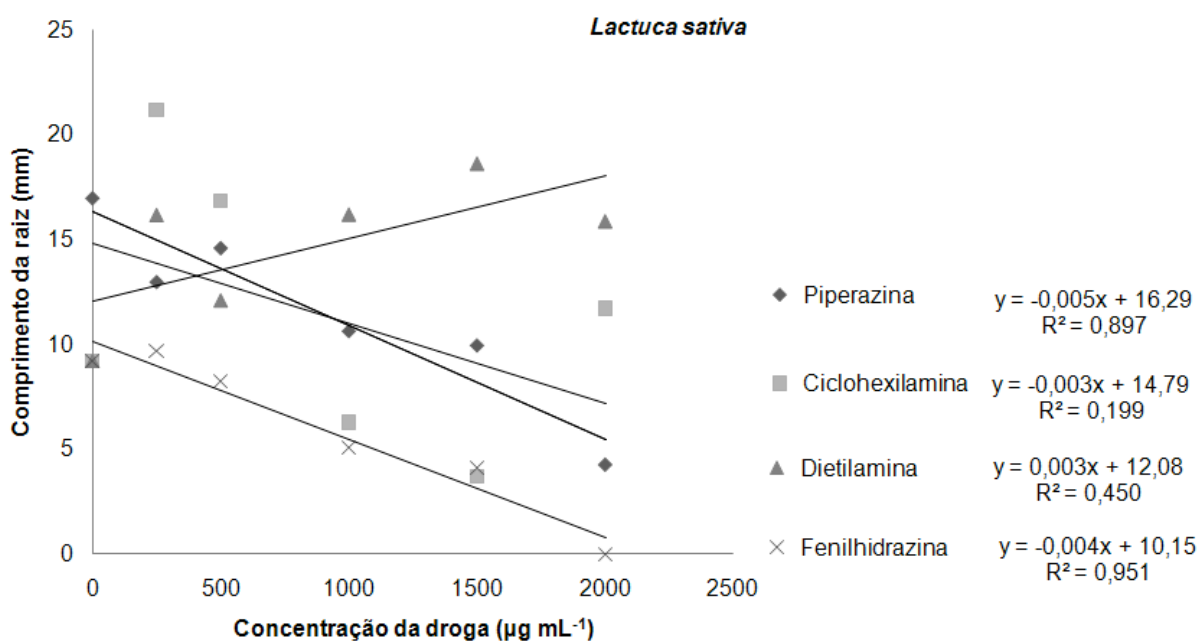


Figura 2. Efeitos das substâncias Piperazina, Ciclohexilamina, Dietilamina e Fenilhidrazina nas concentrações de 0; 250; 500; 1000; 1500 e 2000 $\mu\text{g mL}^{-1}$, sobre o comprimento da raiz de *Lactuca sativa* L.

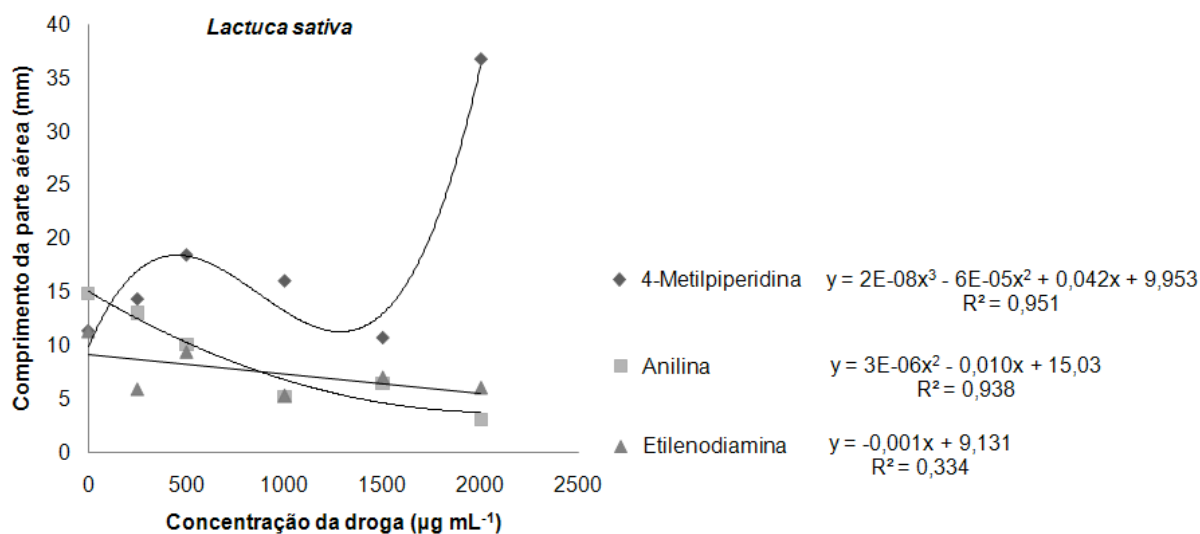


Figura 3. Efeitos das substâncias 4-Metilpiperidina, Anilina e Etilenodiamina nas concentrações de 0; 250; 500; 1000; 1500 e 2000 $\mu\text{g mL}^{-1}$, sobre o comprimento da parte aérea de *Lactuca sativa* L.

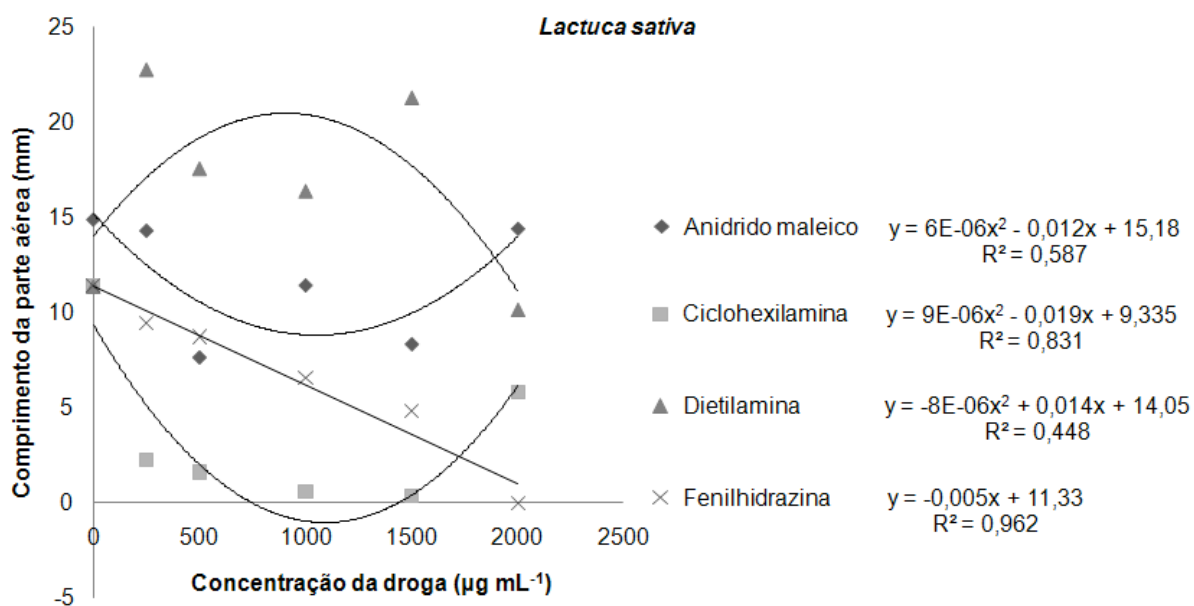


Figura 4. Efeitos das substâncias Anidrido maléico, Ciclohexilamina, Dietilamina e Fenilhidrazina nas concentrações de 0; 250; 500; 1000; 1500 e 2000 $\mu\text{g mL}^{-1}$, sobre o comprimento da parte aérea de *Lactuca sativa* L.

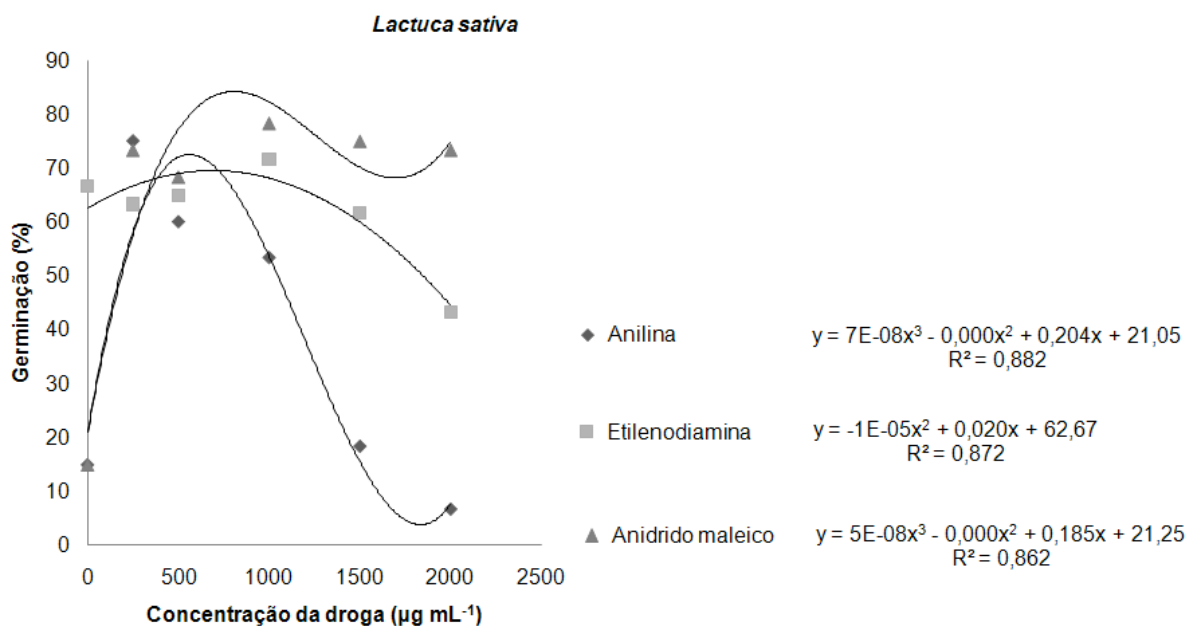


Figura 5. Germinação de sementes de *Lactuca sativa* L. tratadas com Anilina, Etilenodiamina e Anidrido maléico nas concentrações de 0; 250; 500; 1000; 1500 e 2000 µg mL⁻¹.

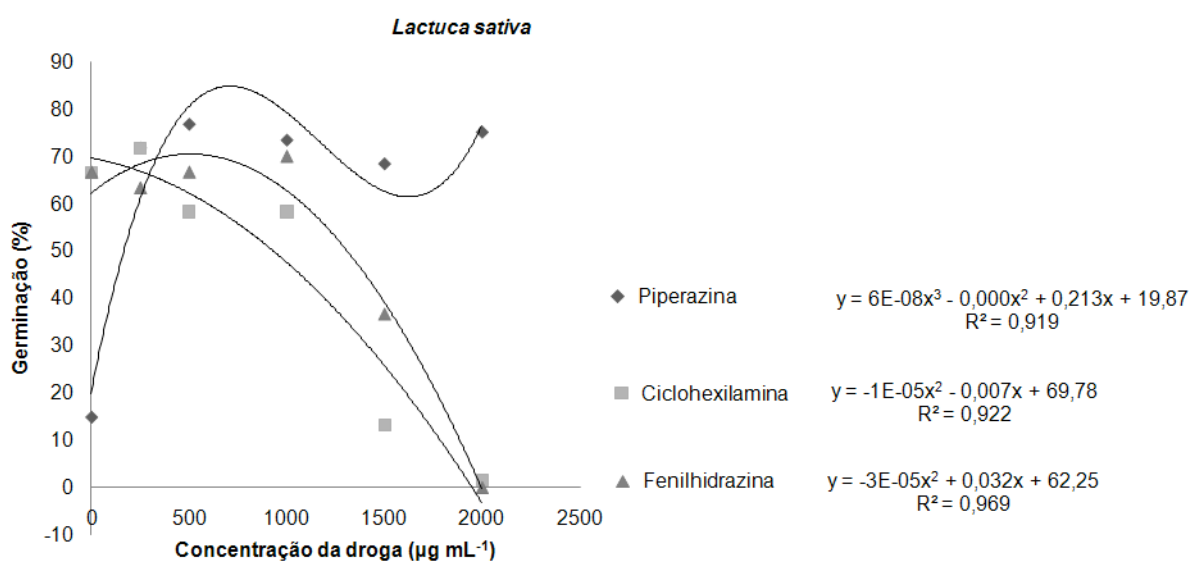


Figura 6. Germinação de sementes de *Lactuca sativa* L. tratadas com Piperazina, Ciclohexilamina e Fenilhidrazina nas concentrações de 0; 250; 500; 1000; 1500 e 2000 µg mL⁻¹.

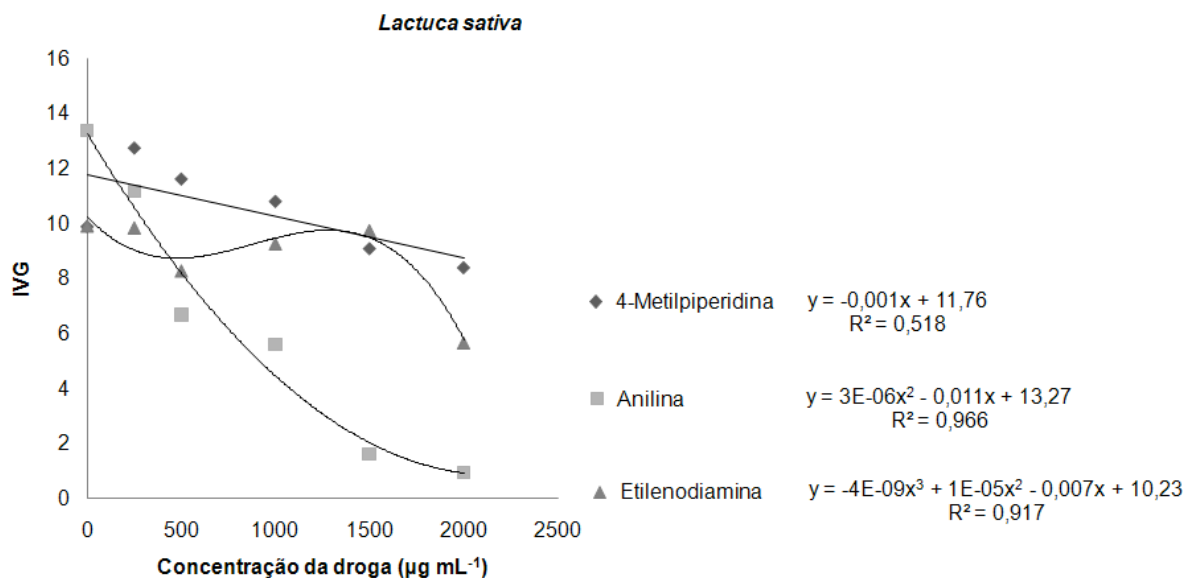


Figura 7. Efeitos das substâncias 4-Metilpiperidina, Anilina e Etilenodiamina nas concentrações de 0; 250; 500; 1000; 1500 e 2000 $\mu\text{g mL}^{-1}$, sobre o índice de velocidade de germinação de sementes de *Lactuca sativa* L.

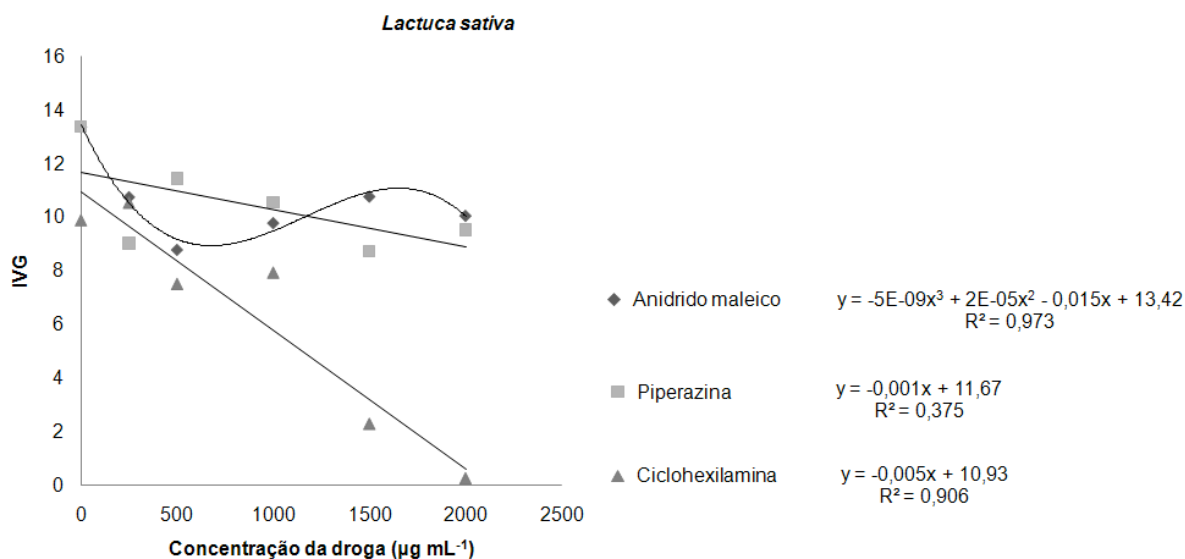


Figura 8. Efeitos das substâncias Anidrido maléico, Piperazina e Ciclohexilamina nas concentrações de 0; 250; 500; 1000; 1500 e 2000 $\mu\text{g mL}^{-1}$, sobre o índice de velocidade de germinação de sementes de *Lactuca sativa* L.

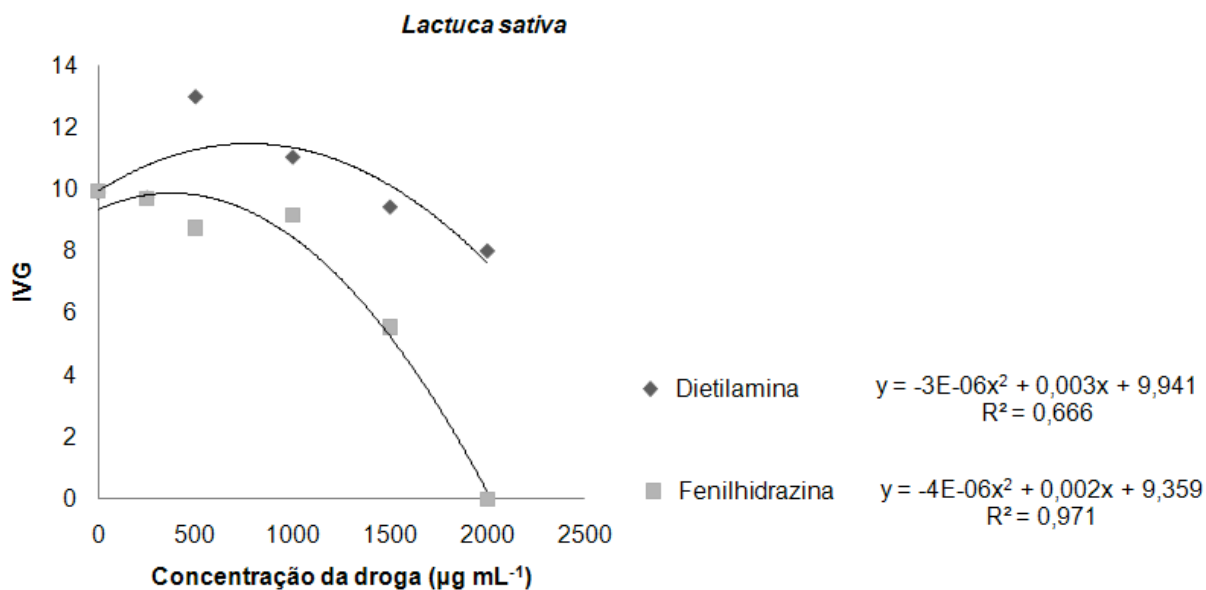


Figura 9. Efeitos das substâncias Dietilamina e Fenilhidrazina nas concentrações de 0; 250; 500; 1000; 1500 e 2000 µg mL⁻¹, sobre o índice de velocidade de germinação de sementes de *Lactuca sativa* L.

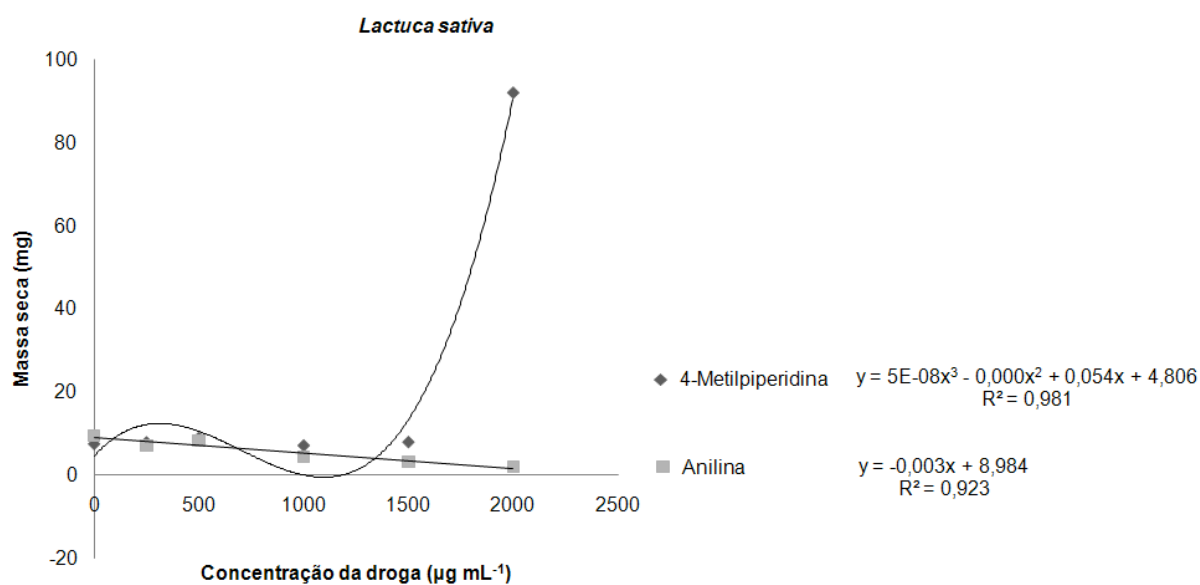


Figura 10. Efeitos das substâncias 4-Metilpiperidina e Anilina nas concentrações de 0; 250; 500; 1000; 1500 e 2000 µg mL⁻¹, sobre a massa seca da raiz e das partes aéreas de *Lactuca sativa* L.

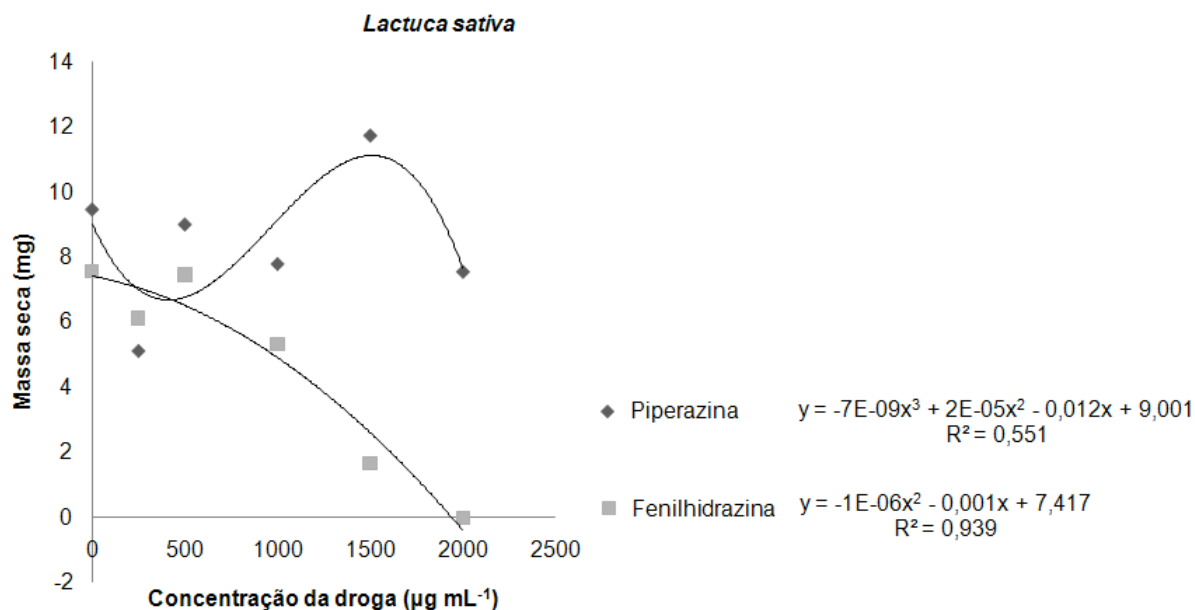


Figura 11. Efeitos das substâncias Piperazina e Fenilhidrazina nas concentrações de 0; 250; 500; 1000; 1500 e 2000 $\mu\text{g mL}^{-1}$, sobre a massa seca da raiz e das partes aéreas de *Lactuca sativa* L.

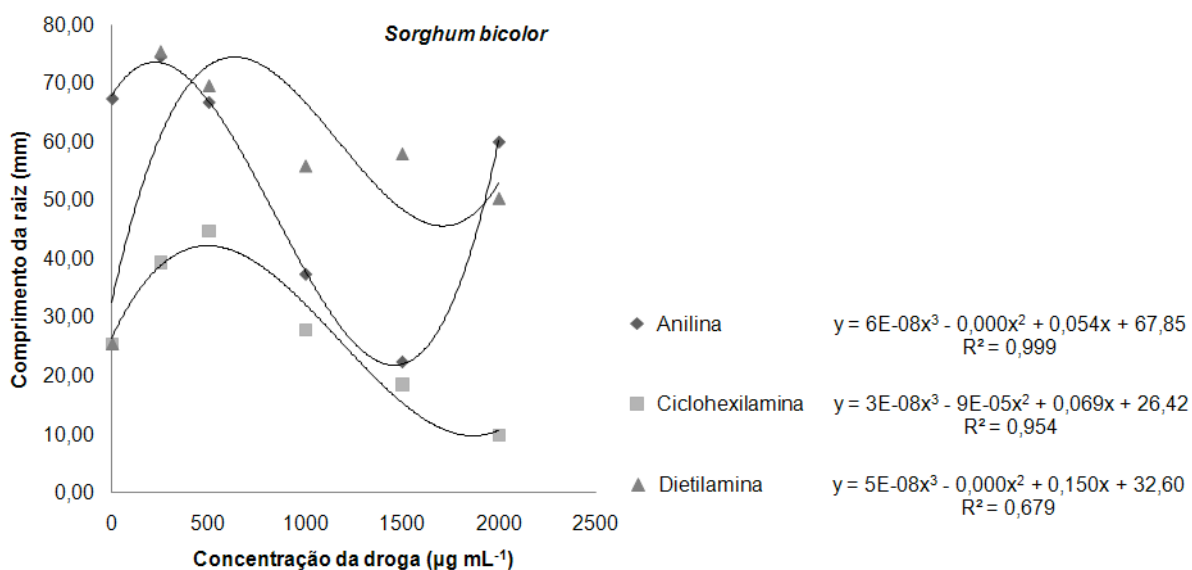


Figura 12. Efeitos das substâncias Anilina, Ciclohexilamina e Dietilamina nas concentrações de 0; 250; 500; 1000; 1500 e 2000 $\mu\text{g mL}^{-1}$, sobre o comprimento da raiz de *Sorghum bicolor* L.

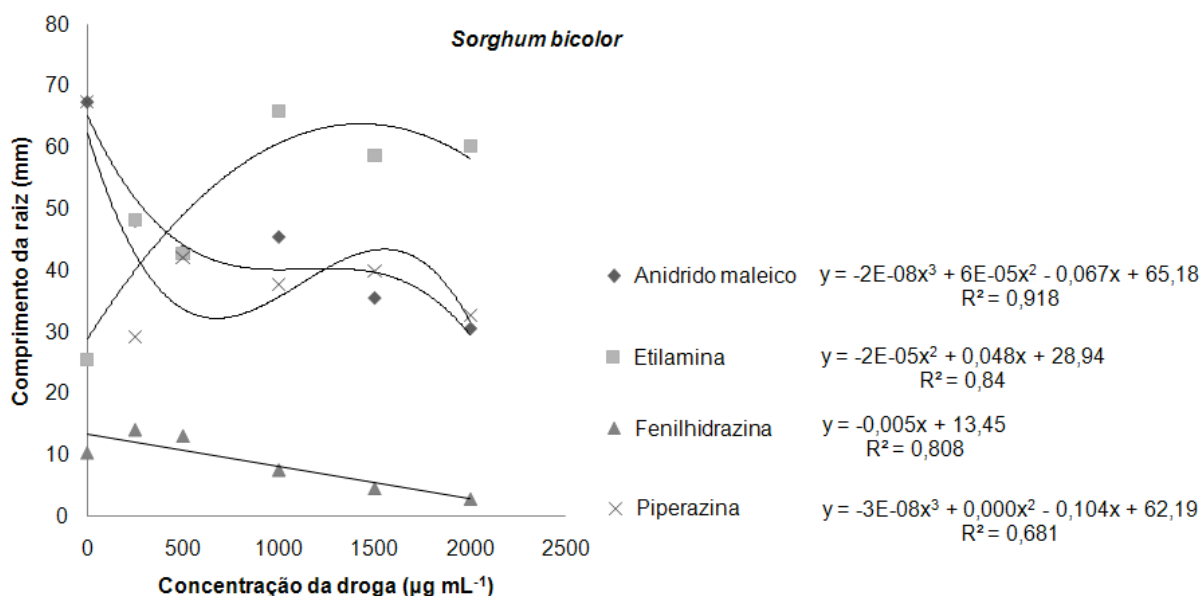


Figura 13. Efeitos das substâncias Anidrido maléico, Etilamina, Fenilhidrazina e Piperazina nas concentrações de 0; 250; 500; 1000; 1500 e 2000 $\mu\text{g mL}^{-1}$, sobre o comprimento da raiz de *Sorghum bicolor* L.

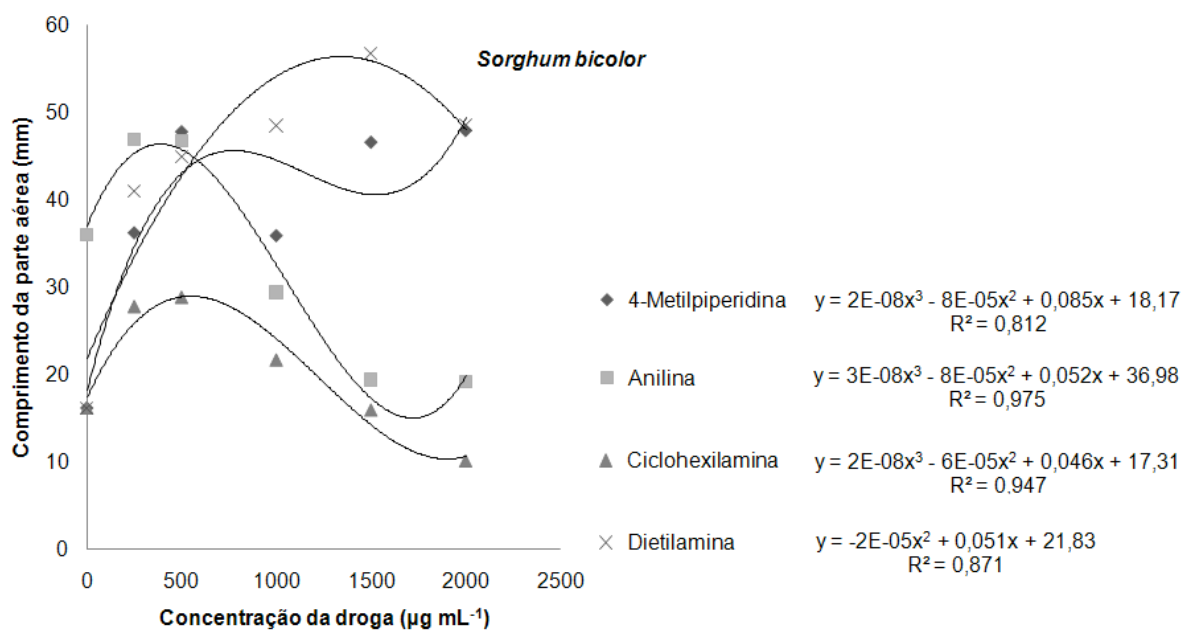


Figura 14. Efeitos das substâncias 4-Metilpiperidina, Anilina, Ciclohexilamina, Dietilamina nas concentrações de 0; 250; 500; 1000; 1500 e 2000 $\mu\text{g mL}^{-1}$, sobre o comprimento da parte aérea de *Sorghum bicolor* L.

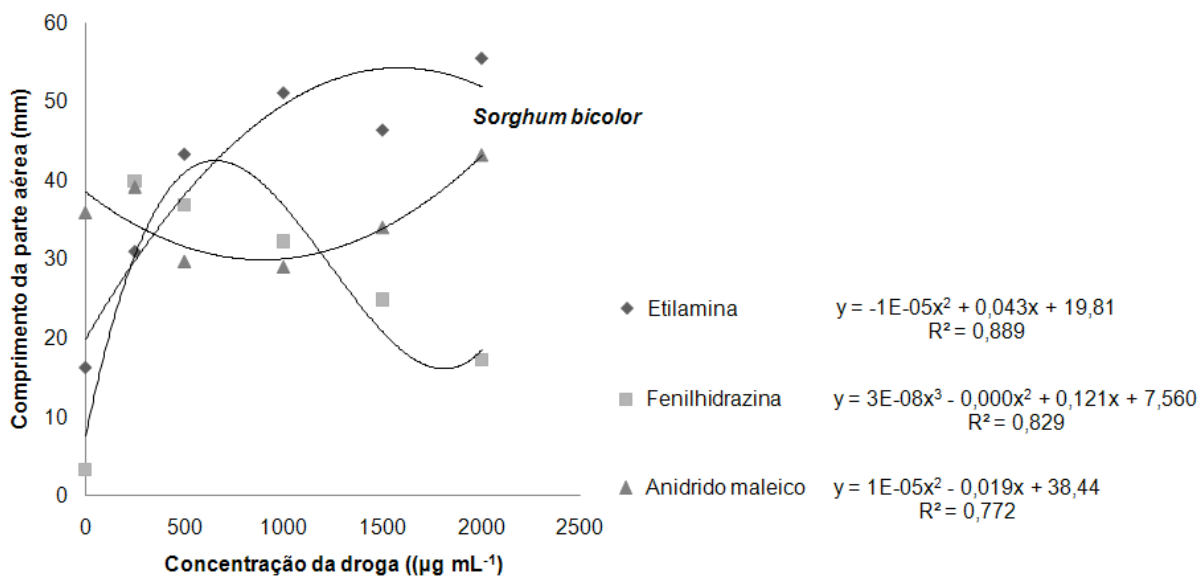


Figura 15. Efeitos das substâncias Etilamina, Fenilhidrazina e Anidrido maléico nas concentrações de 0; 250; 500; 1000; 1500 e 2000 $\mu\text{g mL}^{-1}$, sobre o comprimento da parte aérea de *Sorghum bicolor* L.

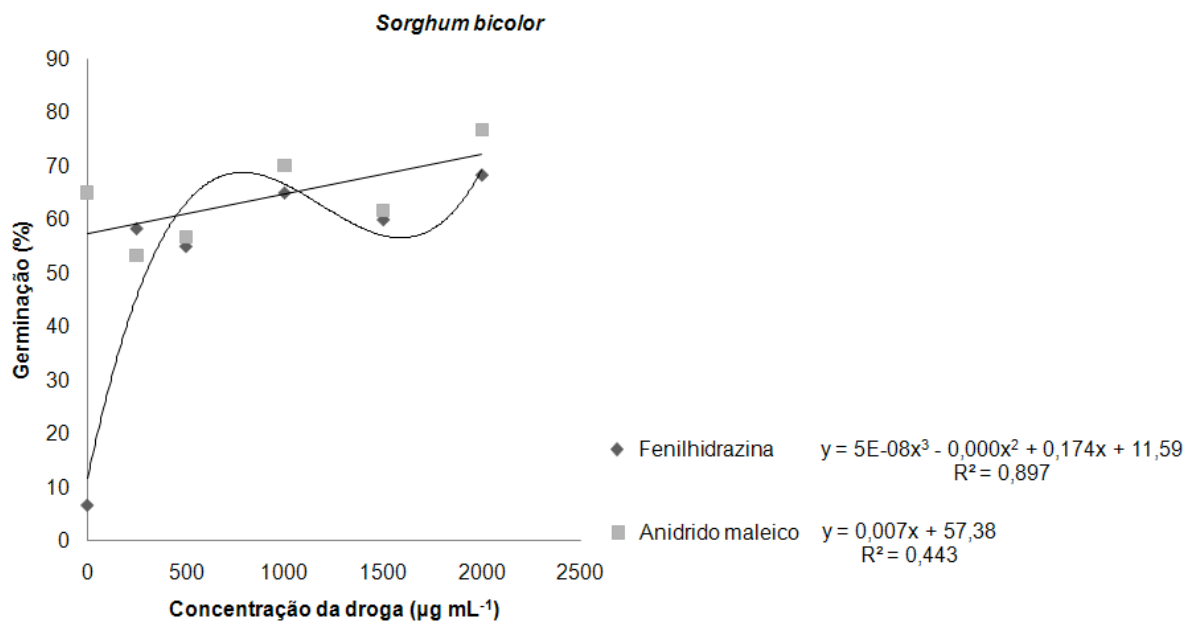


Figura 16. Germinação de sementes de *Sorghum bicolor* L. tratadas com Fenilhidrazina e Anidrido maléico nas concentrações de 0; 250; 500; 1000; 1500 e 2000 $\mu\text{g mL}^{-1}$.

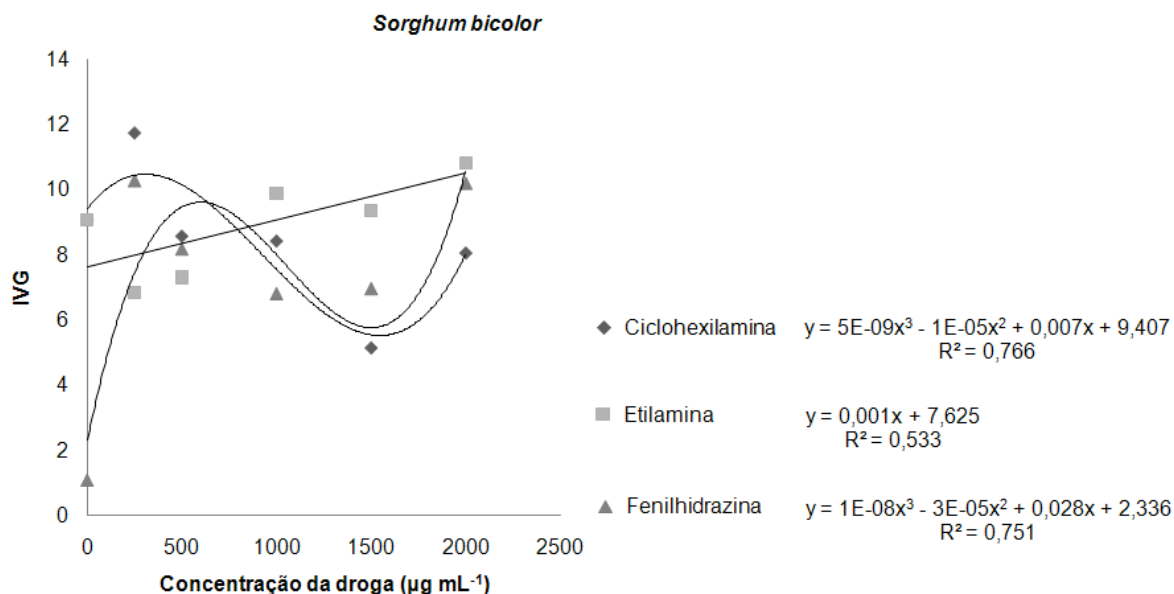


Figura 17. Efeitos das substâncias Ciclohexilamina, Etilamina e Fenilhidrazina nas concentrações de 0; 250; 500; 1000; 1500 e 2000 $\mu\text{g mL}^{-1}$, sobre o índice de velocidade de germinação de sementes de *Sorghum bicolor* L.

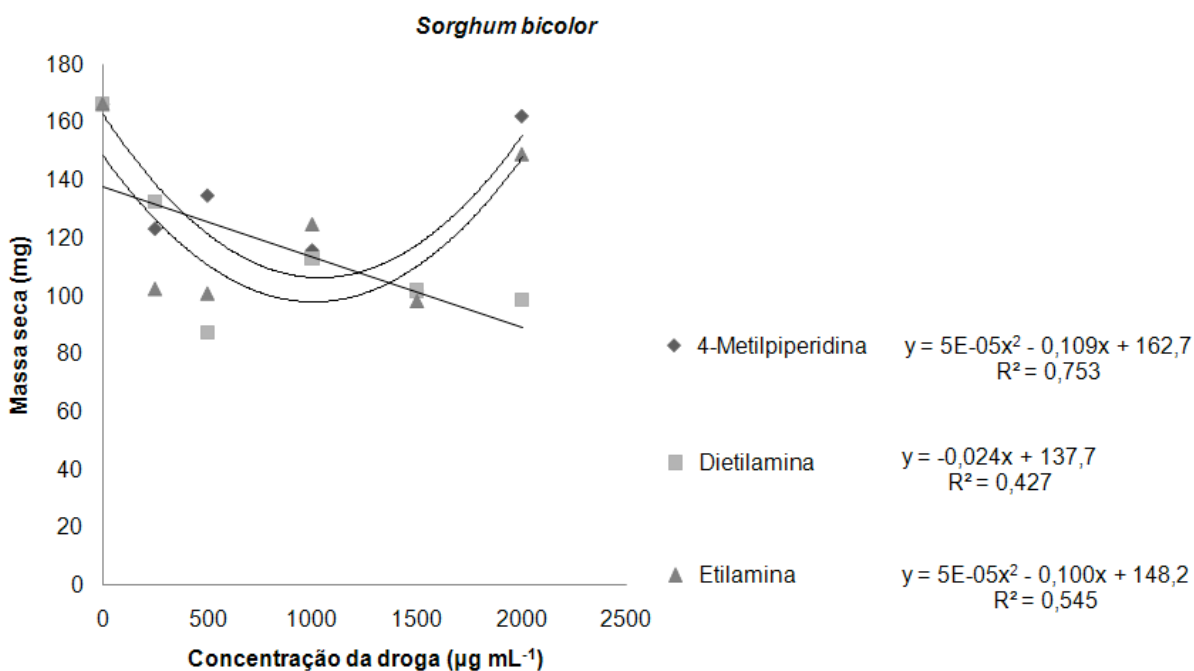


Figura 18. Efeitos das substâncias 4-Metilpiperidina, Dietilamina e Etilamina nas concentrações de 0; 250; 500; 1000; 1500 e 2000 $\mu\text{g mL}^{-1}$, sobre a massa seca da raiz e das partes aéreas de *Sorghum bicolor* L.

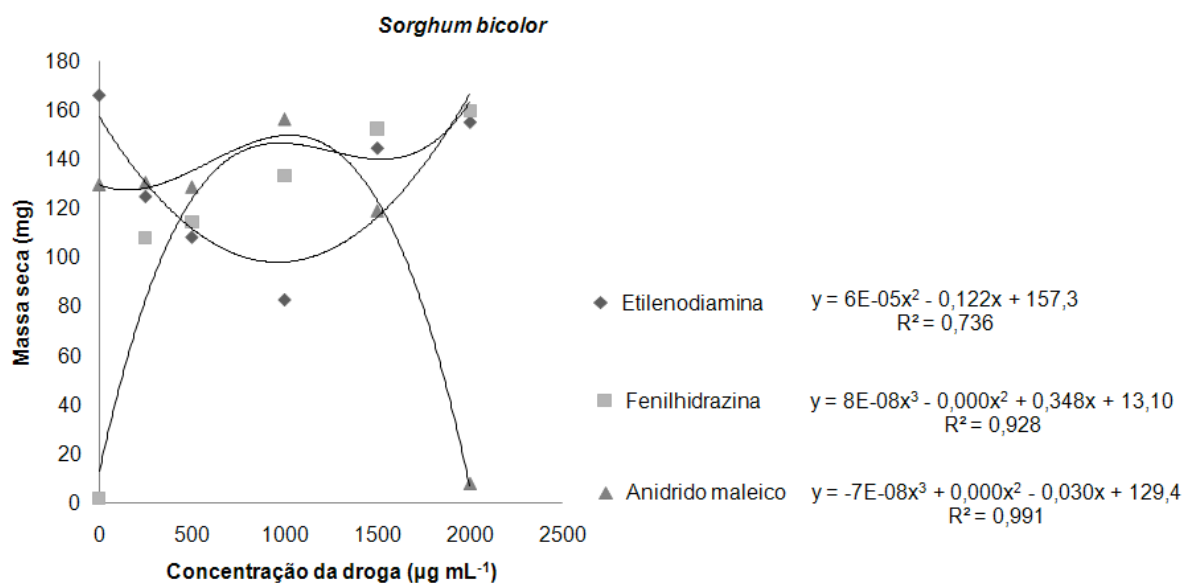


Figura 19. Efeitos das substâncias Etilenodiamina, Fenilhidrazina e Anidrido maléico nas concentrações de 0; 250; 500; 1000; 1500 e 2000 $\mu\text{g mL}^{-1}$, sobre a massa seca da raiz e das partes aéreas de *Sorghum bicolor* L.

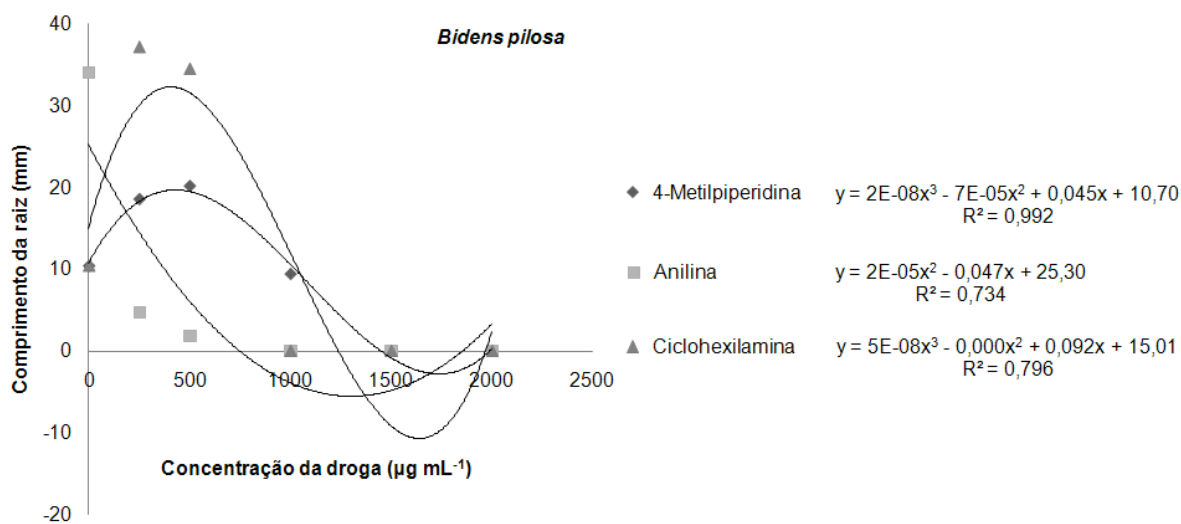


Figura 20. Efeitos das substâncias 4-Metilpiperidina, Anilina e Ciclohexilamina nas concentrações de 0; 250; 500; 1000; 1500 e 2000 $\mu\text{g mL}^{-1}$, sobre o comprimento da raiz de *Bidens pilosa* L.

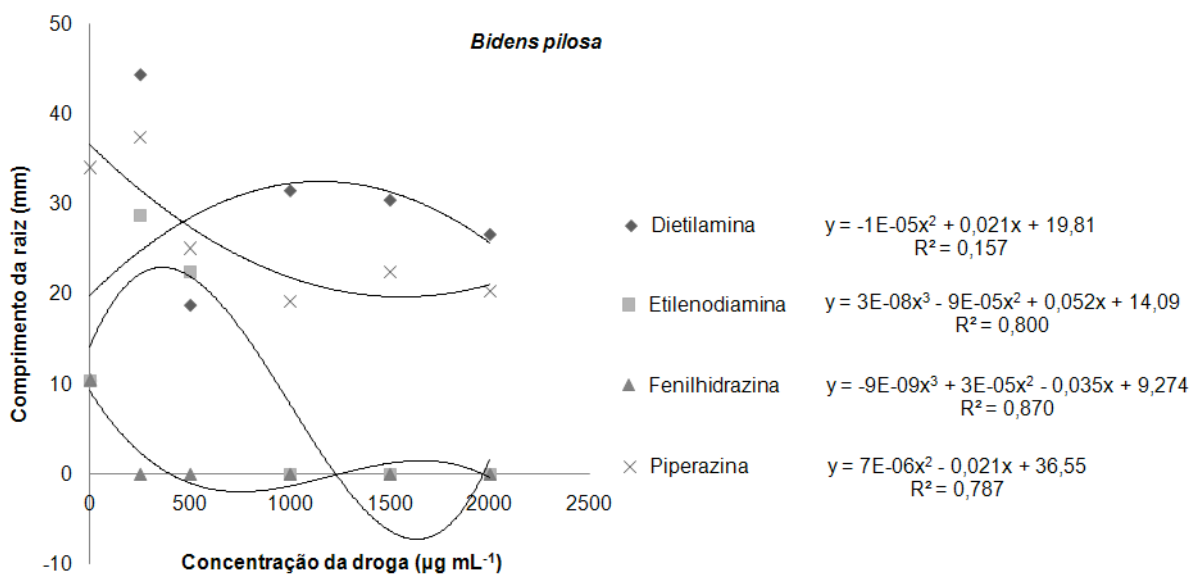


Figura 21. Efeitos das substâncias Dietilamina, Etilenodiamina, Fenilhidrazina e Piperazina nas concentrações de 0; 250; 500; 1000; 1500 e 2000 $\mu\text{g mL}^{-1}$, sobre o comprimento da raiz de *Bidens pilosa* L.

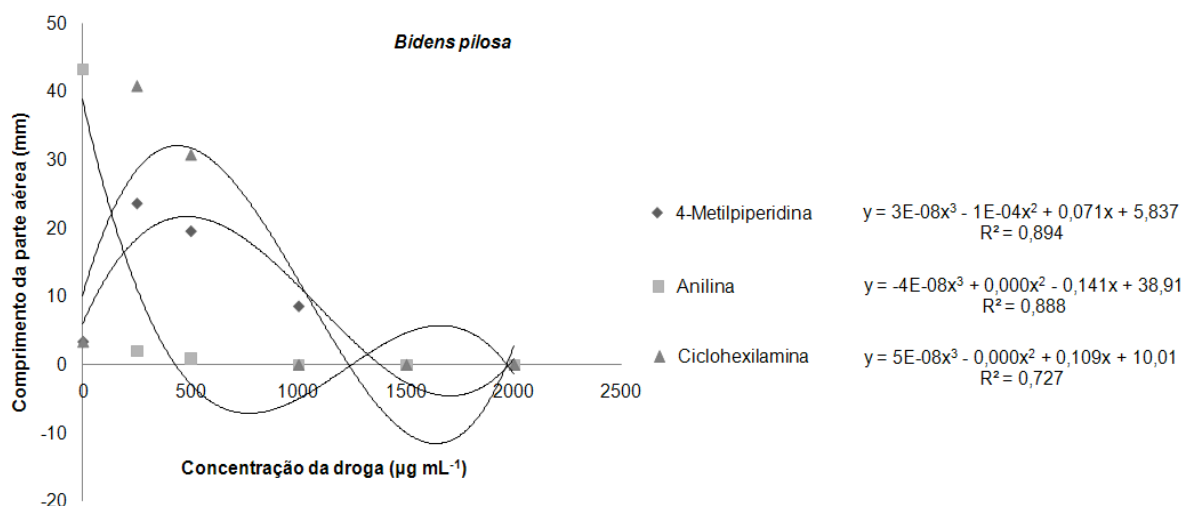


Figura 22. Efeitos das substâncias 4-Metilpiperidina, Anilina e Ciclohexilamina nas concentrações de 0; 250; 500; 1000; 1500 e 2000 $\mu\text{g mL}^{-1}$, sobre o comprimento da parte aérea de *Bidens pilosa* L.

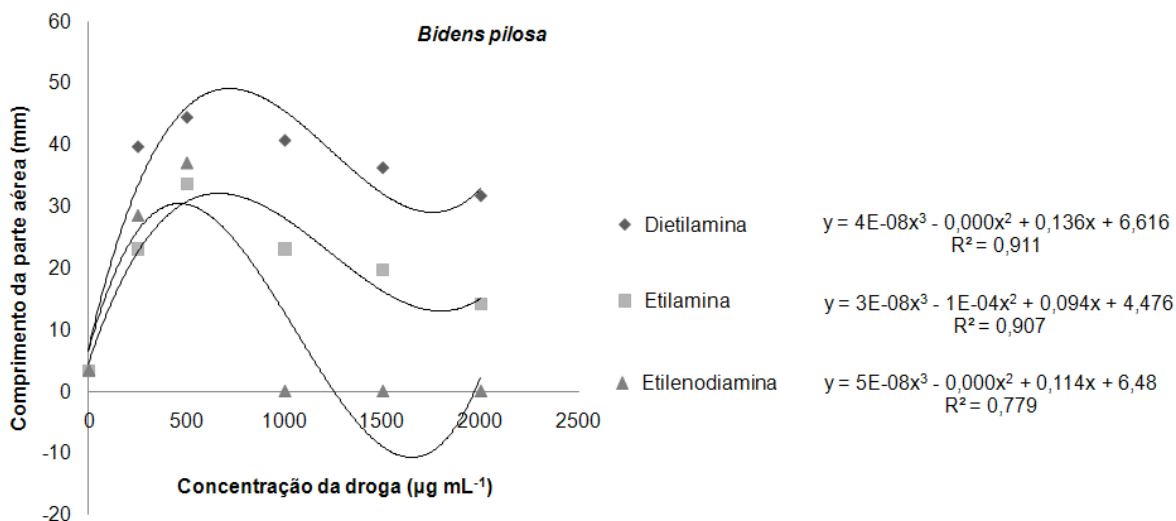


Figura 23. Efeitos das substâncias Dietilamina, Etilamina e Etilenodiamina nas concentrações de 0; 250; 500; 1000; 1500 e 2000 $\mu\text{g mL}^{-1}$, sobre o comprimento da parte aérea de *Bidens pilosa* L.

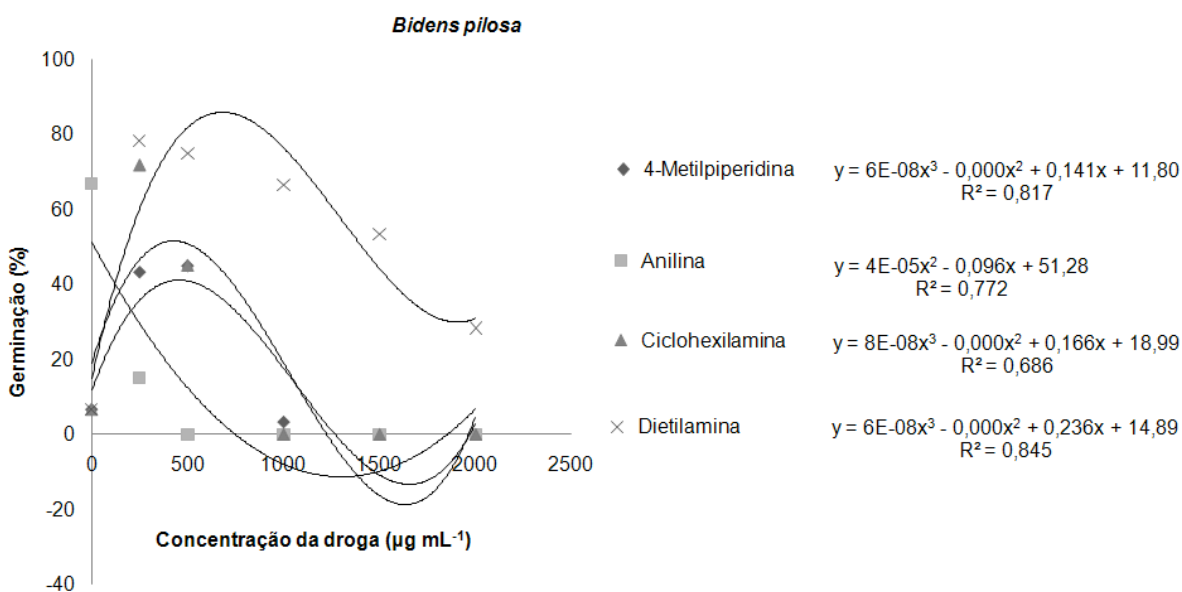


Figura 24. Germinação de sementes de *Bidens pilosa* L. tratadas com 4-Metilpiperidina, Anilina, Ciclohexilamina e Dietilamina nas concentrações de 0; 250; 500; 1000; 1500 e 2000 $\mu\text{g mL}^{-1}$.

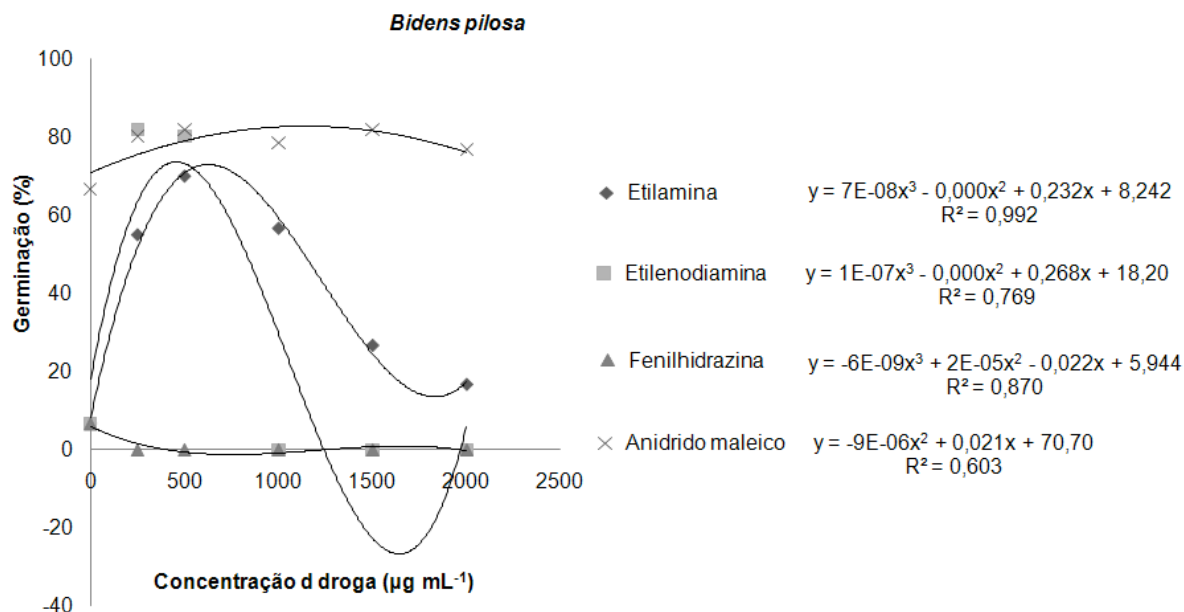


Figura 25. Germinação de sementes de *Bidens pilosa* L. tratadas com Etilamina, Etilenodiamina, Fenilhidrazina e Anidrido maléico nas concentrações de 0; 250; 500; 1000; 1500 e 2000 $\mu\text{g mL}^{-1}$.

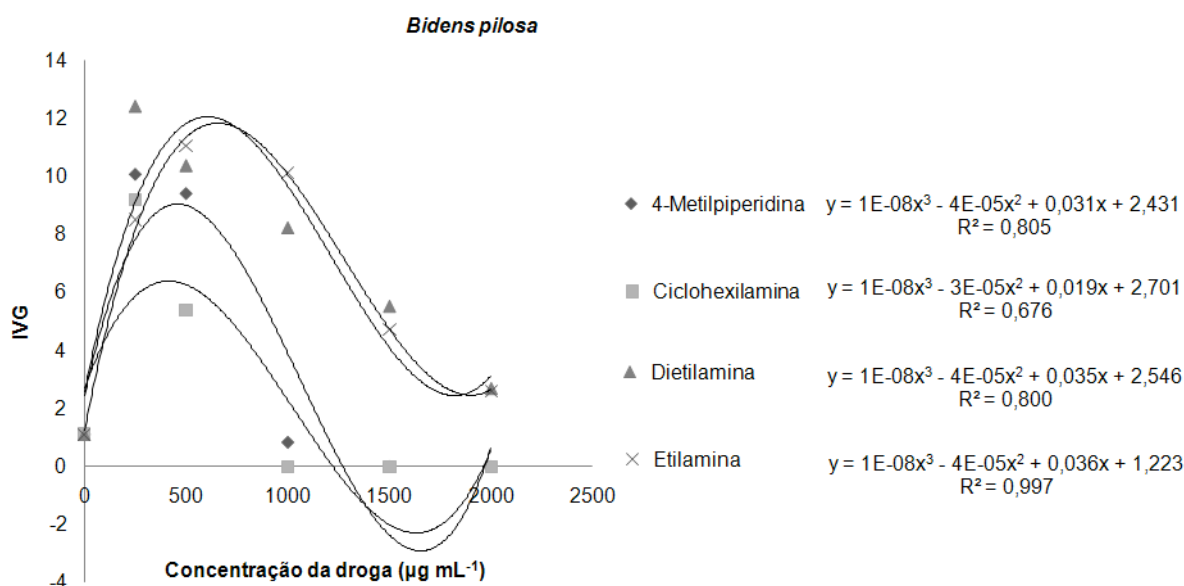


Figura 26. Efeitos das substâncias 4-Metilpiperidina, Ciclohexilamina, Dietilamina e Etilamina nas concentrações de 0; 250; 500; 1000; 1500 e 2000 $\mu\text{g mL}^{-1}$, sobre o índice de velocidade de germinação de sementes de *Bidens pilosa* L.

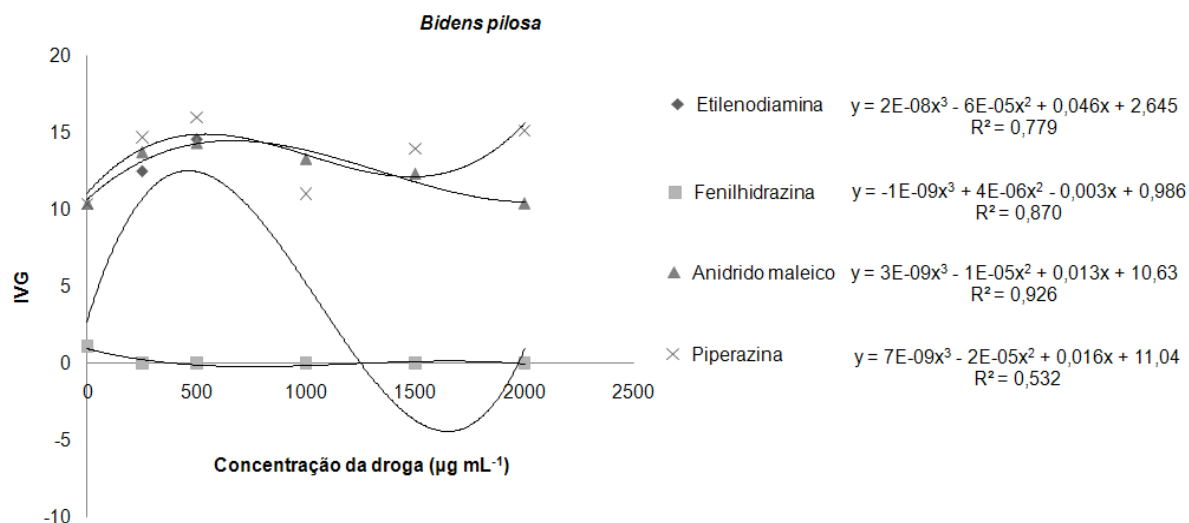


Figura 27. Efeitos das substâncias Etilenodiamina, Fenilhidrazina, Anidrido maléico e Piperazina nas concentrações de 0; 250; 500; 1000; 1500 e 2000 $\mu\text{g mL}^{-1}$, sobre o índice de velocidade de germinação de sementes de *Bidens pilosa* L.

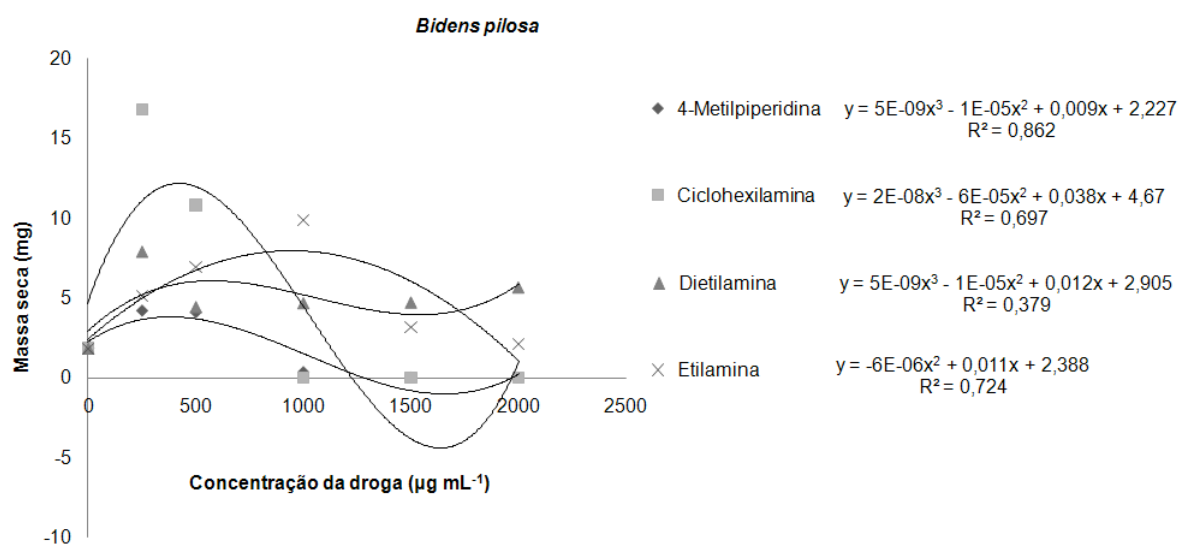


Figura 28. Efeitos das substâncias 4-Metilpiperidina, Ciclohexilamina, Dietilamina e Etilamina nas concentrações de 0; 250; 500; 1000; 1500 e 2000 $\mu\text{g mL}^{-1}$, sobre a massa seca da raiz e das partes aéreas de *Bidens pilosa* L.

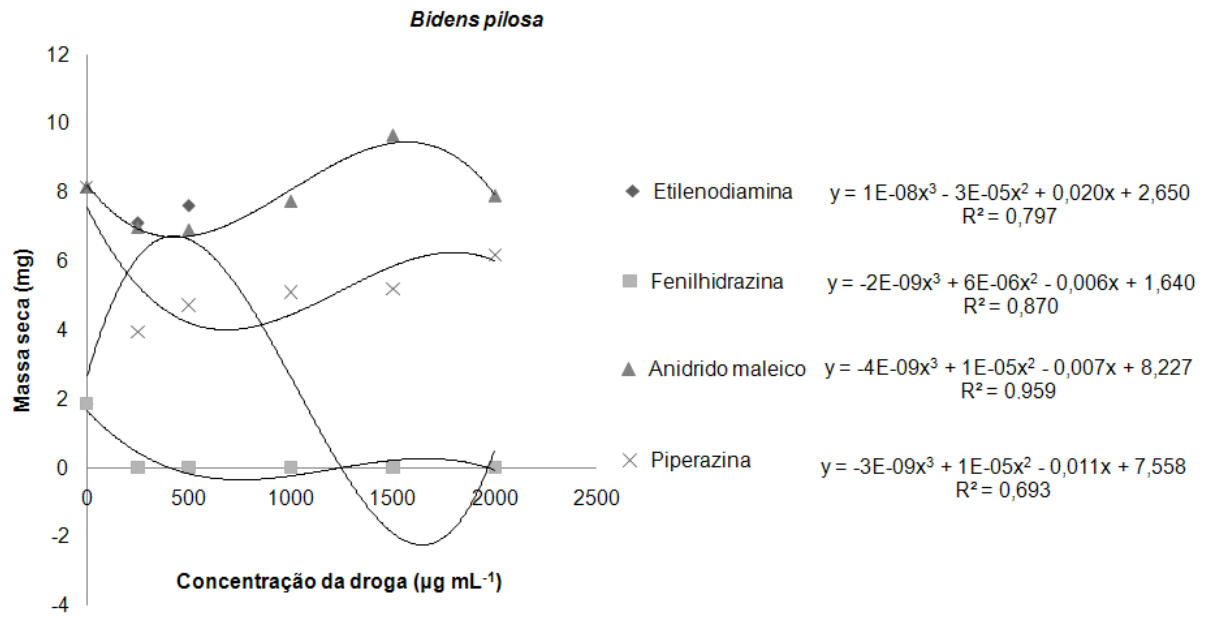


Figura 29. Efeitos das substâncias Etilenodiamina, Fenilhidrazina, Anidrido maléico e Piperazina nas concentrações de 0; 250; 500; 1000; 1500 e 2000 $\mu\text{g mL}^{-1}$, sobre a massa seca da raiz e das partes aéreas de *Bidens pilosa* L.