

**FERNANDO LUÍS CAPRIO DA COSTA**  
ENGENHEIRO - AGRÔNOMO

Auxiliar de Ensino do Departamento de Zoologia do  
Instituto de Biologia da Universidade Federal de Pelotas.

**COMPARAÇÃO DA EFICIÊNCIA FISIOLÓGICA DE ALGUMAS  
SUBSTÂNCIAS ALQUILANTES EM RELAÇÃO A RAIOS-GAMA  
EM *ARABIDOPSIS THALIANA* (L.) HEYNH.**

Orientador: Prof. Dr. João Lúcio de Azevedo

Dissertação apresentada à Escola Superior  
de Agricultura "Luiz de Queiroz" da Univer-  
sidade de São Paulo, para obtenção do  
título de Mestre.

**P I R A C I C A B A**  
Est. São Paulo - Brasil  
1974

A minha esposa Maria Luiza e filho Cristiano,  
aos meus pais Joaquim e Fernanda, Rubem  
e Nelly, companheiros de minhas horas -  
difíceis e de minhas horas alegres,  
Eu dedico este trabalho, sem ter suas -  
permissões.

### AGRADECIMENTOS

Expressamos os nossos sinceros agradecimentos a todos aqueles que contribuíram para a realização deste trabalho, particularmente às seguintes pessoas e instituições:

Prof. Dr. AKIHIKO ANDO, pelo apoio e orientação sempre presentes no desenvolvimento deste trabalho.

Prof. Dr. JOÃO LÚCIO DE AZEVEDO, que ficou nos orientando na ausência do Prof. Dr. Akihiko Ando, pela presteza e dedicação sempre demonstradas.

Prof. Dr. ROLAND VENCOVSKY, pelo apoio constante.

Prof. EDMUNDO HEIDRICH SOBRINHO pela lembrança e estímulo para que realizássemos o curso de Pós-Graduação.

Ao Departamento de Genética da UFRGS, na pessoa do Dr. ANTONIO RODRIGUES CORDEIRO por ter lembrado de nosso nome na distribuição da bolsa de estudos.

A Srta. MUNICE BARUM MACEDO pelo trabalho de datilografia, ao acadêmico GILBERTO GARCIAS pelo seu auxílio na conclusão da dissertação.

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS) pela concessão de bolsa de estudo por dois períodos consecutivos.

A Universidade Federal de Pelotas pelas facilidades concedidas para impressão e defesa desta dissertação.

## Índice

	Página
1. Introdução.....	1
2. Revisão da Literatura.....	3
2.1. A crucífera <u>Arabidopsis thaliana</u> (L.) Heynh.....	3
2.1.1. Origem, taxonomia e distribuição geográfica..	3
2.1.2. Algumas características da planta e da cultura de <u>Arabidopsis thaliana</u> .....	6
2.1.3. <u>Arabidopsis thaliana</u> como material genético e <del>sub</del> vantagens e desvantagens.....	9
2.2. Mutações induzidas e fatores modificadores.....	13
2.3. Efeito fisiológico dos mutagênicos.....	18
3. Material .....	23
3.1. Sementes .....	23
3.2. Mutagênicos químicos e físicos .....	23
3.3. Meio de cultura .....	23
3.4. Câmara de crescimento .....	25
4. Métodos .....	25
4.1. Padronização do conteúdo de água nas sementes .....	25
4.2. Tratamento .....	25
4.2.1. Experimento RG-1 .....	27
4.2.2. Experimento RG-2 .....	27
4.2.3. Experimento RG-3 .....	28
4.2.4. Experimento RG-4 .....	28
4.2.5. Experimento EMS-1 e EMS-2 .....	28
4.2.6. Experimento MMS-1 .....	29
4.2.7. Experimento MMS-2 .....	29
4.2.8. Experimento NML-1 e NML-2 .....	30
4.3. Pré-embibimento .....	31
4.4. Irradiação .....	32
4.5. Tratamento com mutagênicos químicos .....	32
4.6. Pós-tratamento .....	32
4.7. Combinação dos tratamentos .....	33
4.8. Semeadura .....	34

.....



	Página
4.9. Observações de características .....	34
4.9.1. Germinação .....	35
4.9.2. Comprimento da raiz e altura da plantinha ....	35
4.9.3. Sobrevivência .....	35
4.10. Cálculo da porcentagem germinação, comprimento relativo da raiz, altura relativa da plantinha e porcentagem sobrevivência .....	36
4.11. Cálculo da eficiência biológica relativa (RBE) .....	36
5. Resultados Obtidos .....	37
5.1. Experimentos para determinar a dose de raios gama testemunha para tratamentos com mutagênicos químicos.....	37
5.1.1. Experimento RG-1 .....	37
5.1.2. Experimento RG-2 .....	37
5.1.3. Experimento RG-3 .....	38
5.1.4. Experimento RG-4 .....	38
5.2. Experimentos com metano sulfonato de etila (EMS).....	39
5.2.1. Experimento EMS-1 .....	39
5.2.2. Experimento EMS-2.....	40
5.2.2.1. Germinação .....	40
5.2.2.2. Comprimento da raiz .....	40
5.2.2.3. Altura da plantinha .....	41
5.2.2.4. Sobrevivência .....	41
5.3. Experimentos com metano sulfonato de metila (MMS).....	42
5.3.1. Experimento MMS-1 .....	42
5.3.2. Experimento MMS-2 .....	43
5.3.2.1. Germinação .....	43
5.3.2.2. Comprimento da raiz .....	44
5.3.2.3. Altura da plantinha .....	44
5.3.2.4. Sobrevivência .....	45
5.4. Experimentos com N-nitroso-N-metil Uretano (NMU).....	45
5.4.1. Experimento NMU-1 .....	45
5.4.2. Experimento NMU-2 .....	45
5.5. Resultados da eficiência biológica relativa (RBE).....	46
6. Discussão.....	48

	Página
6.1. Efeito da combinação do tempo de tratamento em água com dose de raios-gama sobre germinação e comprimento da raiz .....	48
6.2. Efeito da combinação do tempo de pré-embobimento em água, concentração de EMS, tempo de tratamento e temperatura durante o tratamento com a solução mutagênica.....	49
6.3. Efeito da combinação do tempo de pré-embobimento em água, concentração de MMS, tempo de tratamento e temperatura durante o tratamento com a solução mutagênica .....	52
6.4. Efeito da combinação do tempo de pré-embobimento em água, concentração de NMU, tempo de tratamento e temperatura durante o tratamento com a solução mutagênica .....	53
6.5. Comparação da eficiência fisiológica de mutagênicos químicos alquilantes EMS, MMS e NMU em relação a ... raios gama .....	54
7. Resumo e conclusões .....	56
8. Sumarry and Conclusions .....	58
9. <del>Literatura citada</del> .....	60
10. Anexo .....	
Tabelas .....	65
Figuras .....	123

## 1. Introdução

Qualquer alteração auto reproduzível na estrutura ou no número de cromossomos, será transmissível e dará origem a novos genótipos. Estas variações hereditárias são chamadas mutações. Podemos classificar, convenientemente as mutações em numéricas, estruturais e gênicas.

As mutações podem ocorrer espontaneamente ou serem induzidas artificialmente. As mutações são muito importantes pois representam toda a fonte de variabilidade genética, primordial para a evolução e melhoramento. Baseados no fato das mutações ocorrerem espontaneamente, geneticistas procuraram um meio de aumentar a sua frequência de ocorrência.

Em 1904, De Vries, (cit. em Gaul, 1964) já havia proposto o uso da radiação para indução de mutações. Somente em 1927, Muller utilizando Raios-X, induziu mutações em Drosophila, bem como formulou métodos precisos de análise. Com substâncias químicas, somente em 1942 - 47, é que Auerbach e Oelkers realizaram simultaneamente, experimentos decisivos com Drosophila e Oenothera, respectivamente. Atualmente se sabe que a variabilidade causada por mutações induzidas não é essencialmente diferente daquelas mutações naturais que ocorrem durante a evolução de tais organismos.

Entre os efeitos resultantes do tratamento com mutagênicos físicos e químicos, encontram-se os danos fisiológicos, o qual é um termo mais descritivo do que indicativo à origem da troca biológica induzida. Os efeitos fisiológicos representam na maioria dos casos injúrias, que podem ser determinados citologicamente, podem ser medidos sobre um órgão ou consistem de uma reação de todo o organismo. Entretanto, para fins práticos, os efeitos mais importantes consistem no retardamento do crescimento e morte. A determinação quantitativa das injúrias causadas na geração M1 deve ser um procedimento de rotina nos experimentos que se utilizam de mutações induzidas.

Realizou-se este trabalho, com o objetivo de serem avaliados os danos fisiológicos causados por radiações ionizantes (raios

.....

gama) e agentes alquilantes (N-nitroso - N - metil uretano (NMU), metano sulfonato de metila (MMS) e metano sulfonato de etila (EMS); comparar os danos fisiológicos produzidos por raios-gama e agentes alquilantes em diferentes estágios metabólicos que se combinou em fatorial, períodos de pré-embrião (que resultam distintas fases metabólicas), concentração, tempo de tratamento e temperatura no tratamento com substâncias alquilantes.

Concomitantemente foi ensaiada uma metodologia mais adequada para o tratamento de Arabidopsis thaliana (L.) Heynh., com substâncias alquilantes bem como avaliar-se a sensibilidade da mesma a essas substâncias.

A maioria dos trabalhos onde são comparados mutagênicos físicos e químicos, são feitos com sementes secas, dormentes, sendo pouca atenção dada para outras condições metabólicas das sementes na hora dos tratamentos.

Em muitos organismos a radiosensibilidade varia entre os diferentes estágios metabólicos e de desenvolvimento. Pouco se conhece sobre a sensibilidade aos mutagênicos químicos nestes diferentes estágios metabólicos e de desenvolvimento.

## 2. Revisão da Literatura

Realizar-se-á a revisão da literatura em três partes. A primeira parte será a descrição geral sobre Arabidopsis thaliana (L.) Heynh. Na segunda parte serão discutidas mutações induzidas e os fatores modificadores sobre estas em Arabidopsis thaliana e outras espécies. Por fim na terceira parte, realizar-se-á uma revisão sobre o efeito fisiológico dos mutagênicos e as técnicas para a sua avaliação.

### 2.1. A Crucífera Arabidopsis thaliana (L.) Heynh

#### 2.1.1. Origem, Taxonomia e Distribuição Geográfica

O centro de origem de Arabidopsis thaliana não está bem estabelecido, porém Macoun, (1883) tendo em conta a abundância da espécie na região dos "Grandes Lagos", sugere como sendo originária da América do Norte (cit. em Rédei, 1970b), Hegi (1906) acredita, que o seu centro de origem seja o continente europeu (cit. em Rédei, 1970a). Berger (1965) entretanto, acredita que o centro de origem do gênero... Arabidopsis poderá ser na Ásia Central-Região Ocidental do Himalaia.

Em uma revisão feita por Berger (1965), sobre a confusa taxonomia de Arabidopsis thaliana, cita-se que o primeiro a descrevê-la taxonomicamente foi Heynhold em 1942, no entanto já em 1737, Linne mencionou esta espécie e a denominou Arabidopsis thaliana, em homenagem a Johannes Thal que em 1577, havia publicado a primeira ..... "Harzflora". Rédei (1970a) cita que a primeira informação botânica é atribuída a Johannes Thal (1542-1583). O nome Arabidopsis implica em similaridades com o gênero Arabis, o qual atualmente está quase extinto.

Dezenas de sinônimos existem na literatura antiga, sendo que dentre estes, os mais comuns citados por Rédei (1970a) são:..... Arabis thaliana (Linnaeus, 1753), Sisymbrium thalianum (Gay, 1826) e Stenophragma thaliana (Celak, 1870); atualmente, porém, encontra-se somente Arabidopsis thaliana (L.) Heynh, na literatura (Rédei, 1970a). Rédei (1970a) fez não somente uma revisão das denominações botânicas, mas também dos nomes vulgares em todos os países onde esta planta é conhecida. Em português, não existe ainda um nome vulgar para esta crucífera.

A posição taxonômica de Arabidopsis thaliana tem sido constantemente alterada. Em revisão realizada por Berger (1965), apresentam-se os sistemas de Linne (1737), De Candolle (1825), Prantl (1891) e Hayek (1910-1911) sendo este último o mais aceito pois tal sistema leva em conta a localização das células de mirosina e do número de cromossomos. Há uma constante alteração na taxonomia de ..... Arabidopsis thaliana porque os caracteres em geral são tomados mais ou menos subjetivamente.

Berger (1965) sugere que os problemas da taxonomia deverão ser solucionados não somente por comparações morfológicas e anatômicas, mas por relações filogenéticas.

Kribben (1965) realizando um estudo de hibridações inter específicas com Arabidopsis thaliana, cita que a confusão taxonômica, dentro de muitas tribos das crucíferas, não é maior do que a existente em gêneros de outras e que a confusão taxonômica mostrada por Berger (1965), é resultante da troca de genes entre as espécies desta família que ocorreram durante a evolução. Ele conclui que um sistema de classificação natural somente será encontrado seguindo-se o caminho evolucionário em experimentos de hibridação.

Ratcliffe (1965), mostra as dificuldades de se saber em quais áreas Arabidopsis thaliana é nativa, mostrando evidências de que ela ocorre em áreas com climas amplamente distintos. Rédei (1970a), baseado em uma revisão bibliográfica, construiu um mapa da distribuição geográfica desta espécie que está reproduzido na Figura I.

Rédei (1970b), realizando uma pesquisa sobre a existência de Arabidopsis thaliana, no hemisfério ocidental, verificou que esta espécie é limitada a pequenas áreas, não havendo evidências de sua ocorrência na América Central e do Sul.

Rédei (1970a) baseado no antigo trabalho de Martius e Eichler (1841 a 1872), cita que no Brasil ainda não foi encontrada esta crucífera.

.....

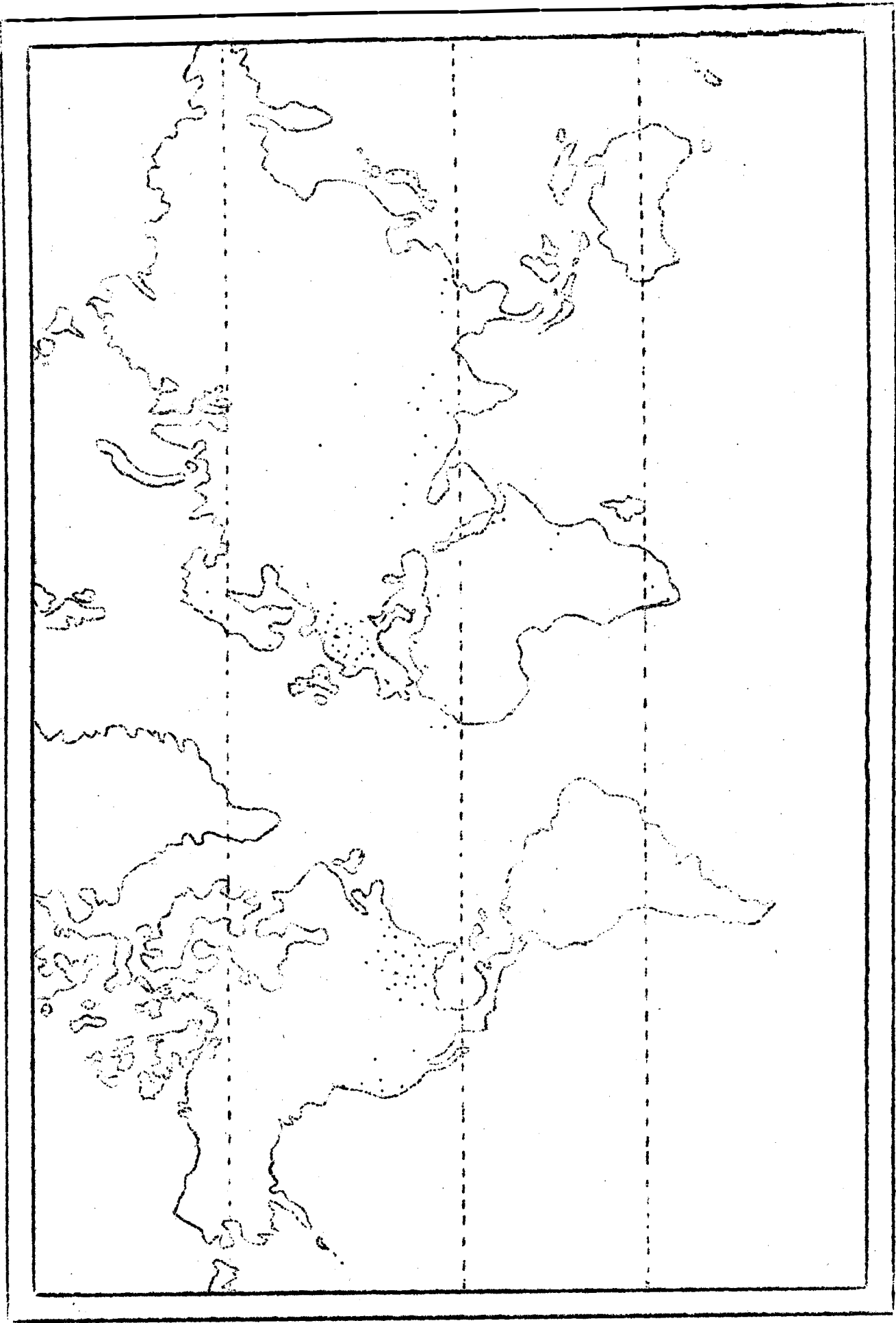


FIGURA I Distribuição Geográfica de Arabidopsis thaliana (L.) Heynh. (Rédei, 1970 a)

46

2.1.2. Algumas Características da Planta e da Cultura de  
Arabidopsis thaliana

Arabidopsis thaliana é uma planta autógama e sua taxa de cruzamento é baixa, possuindo valores que oscilam de 1,05 a 2,15%....- (Lawrence e Snape, 1971; Snape e Lawrence, 1971; Robbelen, 1971), sendo que a causa dos cruzamentos não é clara.

Apresenta flores hermafroditas, actinomorfas, com fórmula  $K 2 + 2; C 4; A 2$  curtos + 4 compridos;  $G (2)$ , típica das crucíferas. A flor deriva-se por divisão das duas pétalas e por divisão do verticilo mediano de estames. A folha apresenta a nervura central distinta e um sistema reticulado de nervuras que dificilmente é visível. Nas crucíferas se conhece bem as células de mirosina que contém a enzima mirosinase. As células contêm um grande número de estruturas de Golgi, mitocôndria e outras inclusões citoplasmáticas. Em Arabidopsis thaliana tais células estão localizadas no sistema vascular (Berger, 1965).

A inflorescência é racemosa e existem raças com hábitos de crescimento determinado e indeterminado. As raças Enkhein e Estland, por nós estudadas, são de hábito indeterminado. O fruto é uma siliqua e esta apresenta deiscência nas raças que possuímos, embora algumas raças sejam indeiscentes. O número de sementes é grande por planta variando conforme as condições de cultura, como será referido no item 2.1.3. A planta quando no florescimento atinge aproximadamente 30 cm. sendo que as folhas formam uma roseta rente ao solo e a totalidade da altura é dada pela haste floral.

O número de cromossomos é pequeno, sendo  $2n=10$  tendo sido primeiramente determinado por Laibach (1907), em células em divisão meiótica e cromocentros de núcleos em interfase (Steinitz - Sears,.... 1963). O volume nuclear é pequeno, sendo de  $19,3 \pm 1,27 \mu^3$ , (cit. em Rédei, 1970a). A técnica citológica, hoje, está bem desenvolvida, pois anteriormente era um dos grandes impasses para estudos dessa natureza, e foi desenvolvida por (Steinitz-Sears (1962, 1963, 1964, 1966) e Steinitz - Sears e Lee-Chen (1968). Dos estudos de Steinitz - Sears -

.....



(1962) comprovou-se que Arabidopsis thaliana possui cinco pares de cromossomos; a mesma autora determinou que na telófase I, o maior cromossomo apresenta  $3,7 \mu$  de comprimento e é o organizador dos nucléolos; o menor, possui  $1,1$  a  $1,4 \mu$  na telófase I. Steinitz-Sears (1963) cita não haver dificuldades em se identificar anormalidades maiores nos núcleos em divisão.

Recombinação somática foi detectada em Arabidopsis..... thaliana utilizando genes marcadores e tratada com raios-X. Se constituiu na única planta superior em que tal fenômeno foi observado..... (Rédei e Hirono, 1964).

Euplóides e aneuplóides tem sido largamente observados e estudados em Arabidopsis thaliana. Dentre estes encontramos: triplóides, tetraplóides, hexaplóides, octaplóides, nulissômicos e trissômicos. Entre as aberrações estruturais foram observadas: translocações, deleções e inversões (Steinitz - Sears, 1963, 1964; Lee-Chen e Burger, 1967; Steinitz - Sears e Lee - Chen, 1968; Rédei, 1970a).

Arabidopsis thaliana apresenta cinco grupos de ligação. Estes grupos estão bem estudados e o mapeamento genético bem desenvolvido. Os grupos de ligação foram determinados utilizando trissômicos.

Com relação aos genes principais que influenciam o florimento, um grande número de trabalhos tem sido realizados ..... (Hussein, 1973; Lee-Chen e Steinitz-Sears, 1964; Lee-Chen e Burger, ... 1967; McKelvie, 1965; Rédei e Hirono, 1964 e Van Deer Veen, 1965a, ... 1965b.).

Com respeito a germinação muitas raças possuem dormência, sendo que esta depende de vários fatores como raça, condições de cultura e armazenamento, podendo variar de poucos dias até vários meses ... após a colheita (Rédei, 1970a). A raça Enkeim, que foi utilizada no presente trabalho, não apresenta dormência quando armazenada em baixa temperatura, em dessecador com cloreto de cálcio e semeada em meio mínimo (Caprio Costa e Ando, 1973 não publicado). Rédei (1970a) apresenta uma revisão sobre os estudos de quebra da dormência por meios físicos e químicos realizados por vários pesquisadores.

8

A planta cresce melhor em solos secos, arenosos, sendo mesófila com respeito ao pH do solo, embora possa ser encontrada naturalmente sob outras condições. O mecanismo mais importante de adaptação é concernente ao tempo de florescimento e dormência, sendo todas as populações heteromórficas com respeito a estes dois caracteres (cit. em Rédei 1970a). As raças selvagens são classificadas dentro de tipos que independem de frio, mas que respondem aos tratamentos de baixa temperatura. Com respeito ao fotoperiodismo, é uma planta de dias longos sem ter nenhum requerimento definido de comprimento de dia (Cetl, 1965). É bem conhecida pelos pesquisadores que trabalham com esta planta, a existência de uma alta correlação entre número de folhas na roseta e tempo de florescimento.

A semente pode ser semeada em solo, em canteiros, em caixas com solo, em meio de cultura em balões ou em tubos de ensaio, em placas de Petri, etc., sendo que a estrutura da planta adapta-se plenamente em função do local de desenvolvimento. Diferentes laboratórios desenvolveram técnicas de cultura em solo ou em meio asséptico (Celt, Polichová, Dobrovolná e Krsková, 1970; Lawrence, 1966; Van Deer Veen, 1967) de semeadura e de colheita. O estudo de recipientes para o crescimento de Arabidopsis thaliana foi realizado por Mikolaj e Griffing (1971). Métodos de cultura asséptica e técnicas de cultura foram desenvolvidos por Feenstra (1965), Harle (1972) Langridge (1957), Rédei (1962, 1965), Rédei e Peny (1971), Savin, Stepanenko e Stolesnikova (1970), Veleminski e Gichner, (1964), Velikanov e Pumpianskaya (1970). Meios de cultura assépticos para a seleção de mutantes bioquímicos foram desenvolvidos por Jacobs (1964).

Devido ao tamanho reduzido da semente, técnicas de semeadura foram desenvolvidas por Veleminski e Gichner (1964). Rédei (1967) discutiu os métodos utilizados e sugeriu uma técnica de semeadura, utilizando uma suspensão da semente em ágar 0,1%. Outras técnicas de semeadura, utilizando um sistema a vácuo mas diferindo na estrutura do aparelho, foram desenvolvidos por Feenstra (1965) e Harle (1972).

Foi desenvolvido por Caprio Costa (1973, não publicado) uma técnica de semeadura, que pode ser utilizada tanto para sementes -

.....

secas como para úmidas, em superfície de meio asséptico, utilizando-se uma micro-pipeta. Condições de temperatura, umidade relativa do ar e intensidade da luz quando a planta for desenvolvida em câmara de crescimento foram relatadas por Veleminski e Gichner (1964).

### 2.1.3. Arabidopsis thaliana como Material Genético e Suas Vantagens e Desvantagens

Utiliza-se Arabidopsis thaliana há muito tempo como material genético em vários países, principalmente os localizados na Europa e América do Norte (Bonotto, Jacobs e Ledoux, 1965). Sua utilidade em pesquisas biológicas básicas foi amplamente demonstrada nas áreas, onde o pequeno tamanho, curto ciclo de vida e grande população do organismo são necessárias. Sua maior vantagem como material biológico, sobre outros organismos, consiste em sua grande adaptabilidade às várias condições de cultura. Devido às suas características, a planta tem sido utilizada não somente para pesquisas biológicas básicas como também para fins didáticos (Rédei, 1968).

Pode-se citar as seguintes vantagens do seu uso, como material de pesquisas biológicas:

- 1) Grande adaptabilidade às várias condições de cultura; podendo crescer em campo e casas de vegetação, em canchais ou em caixas, em cultura asséptica em balões ou em tubos de ensaio ou em placas de Petri (Veleminski e Gichner, 1964). Mikolaj e Griffing (1971), observaram que o desenvolvimento é influenciado não somente pelos nutrientes adicionados como também pelo volume do recipiente em que a planta se desenvolve.
- 2) Grande número de plantas podem crescer em espaço relativamente pequeno.
- 3) As plantas sob contínua iluminação crescem e florescem rapidamente podendo as raças precoces florescerem dentro de dez a quatorze dias após a germinação..... (Mikolaj e Griffing, 1971). Com iluminação de 12 horas de luz - 12 horas de escuro considerando-se que neste espaço denominado horas de escuro, permaneçam acesas

as lâmpadas incandescentes, Ledoux e Jacobs (1969) citam esta planta como um material ideal para estudar o efeito biológico provocado por diferentes DNAs exógenos por possuir um curto ciclo.

4) Produzem um número enorme de sementes podendo se mostrar os dados apresentados por Rédei (1970a) em sua revisão bibliográfica:

Em tubos de ensaio:  $152 \pm 10$  sementes (Langridge, 1957)

Em condições naturais:  $1650 \pm 150$  sementes (Salisbury, ... 1942)

Em casa de vegetação: 20.000 a 30.000 sementes .....

(Laibach, 1943)

50.000 sementes (Hirono, não publicado)

5) É uma planta superior (cit. em 2.1.2.)

6) Ausência de dormência em algumas raças sob certas condições (cit. em 2.1.2.).

7) Pequeno número de cromossomos, sendo  $2n = 10$  (cit. em ... 2.1.2.)

8) Sementes com pequeno tamanho e volume, o que permitiu serem conduzidas milhares de sementes pela nave Apollo 16, à lua no ano de 1972, no "Biostack" para estudos dos efeitos biológicos de núcleos pesados de radiações cósmicas. Os resultados daí obtidos serão importantes para estimar os danos serem causados em vôos tripulados (Reinholz, 1972 b).

9) Apresenta reprodução vegetativa quando se utilizam certas técnicas simples. A reprodução vegetativa de cortes de folhas foi obtida por Napp-Zinn e Berset (1966). Uma técnica mais recente foi desenvolvida por Reinholz (1972a) em que conforme a duração do período de luz, faz com que os botões florais retornem à fase vegetativa onde cada flor forma uma pequena roseta de folhas.-

.....

Esta reprodução vegetativa é importante para se conservar mutações esterais ou se detectar mutações somáticas.

- 10) Constitui-se um material precioso para estudos da ação gênica e de diferenciação como os realizados por Rédei (1965) utilizando o gene im, o qual tem a habilidade facultativa de formar cloroplastídeos.
- 11) É um material utilizado como indicador da fertilidade do solo, e constitui-se principalmente num eficiente indicador do conteúdo de fósforo no solo como foi mostrado em estudos realizados por Rédei e Zuber (1967).
- 12) As plantas crescem assépticamente em meio bem definido (cit. em 2.1.2.) devido a esta possibilidade, estudos com mutantes bioquímicos podem ser realizados ... (Jacobs, 1964) e pelo mesmo motivo, constitui-se em um material ideal para trabalhos de nutrição mineral como os realizados por Sroka (1967).
- 13) É uma planta largamente utilizada em estudos com mutagênicos, onde a resposta diferencial do organismo aos mutagênicos exige plantas com um curto ciclo (McKelvie, 1962). Nos estudos da ação de mutagênicos sob caracteres quantitativos tal como tempo de florescimento e número de folhas na roseta, foram efetivos utilizando-se Arabidopsis thaliana (Russein, 1969).
- 14) Foram discutidos por Hoffmann (1965) as vantagens de se utilizar Arabidopsis thaliana para investigações fisiológicas, apontando como principal vantagem a possibilidade de se estudar certos processos fisiológicos em diferentes estágios de ontogênese sobre condições controladas de ambiente.
- 15) Foram apontadas por Getl (1965) as vantagens de utilizá-la para estudos da influência do ambiente sobre os organismos vivos, por ela apresentar diferentes requisitos de desenvolvimento, constituindo-se um excelente modelo para tais investigações. Barthelmess (1967).

aponta Arabidopsis thaliana como organismo ideal para estudos da interação genótipo-ambiente, em genética quantitativa, por ser uma planta anual de inverno em que caracteres como tempo de florescimento, número de folhas e ramificações laterais na haste principal interagem com as variações de temperatura e fotoperíodo. O mesmo autor aponta que populações de Arabidopsis thaliana ou genótipos selecionados são muito úteis para: (a) esclarecer questões como interações gênicas com as condições ambientais; (b) especificar por meio de genes simples a teoria de caracteres correlacionados de Falconer; e (c) estudar a relação epistática entre diferentes genes em cruzamentos heteróticos entre raças.

16.) Rêdei (1964) mostrou as vantagens e desvantagens em se utilizar Arabidopsis thaliana sobre as técnicas microbianas em bioanálise.

Entretanto, esta crucífera apresenta certas limitações que são principalmente técnicas, mas à medida que os estudos vão sendo desenvolvidos elas serão facilmente superadas. Entre as principais desvantagens observadas durante o decorrer do trabalho, podemos citar: o reduzido tamanho das sementes, que em certos casos apresenta vantagens como citado anteriormente, mas por outro lado, é um fator prejudicial para a sua contagem e semeadura de um número exato de sementes, principalmente quando há necessidade de serem semeadas em linha com espaçamento adequado. É uma planta exigente quanto às condições ambientais de solo, temperatura, umidade e intensidade da luz, principalmente em climas quentes onde somente em câmara de crescimento pode se desenvolver e possivelmente no inverno em casa de vegetação. A flor é pequena e o cruzamento parece ser tecnicamente difícil, embora existam muitos trabalhos em que é citado o cruzamento entre plantas. As raças com as quais trabalhamos apresentam deiscência, havendo dificuldade na colheita. Fênstra (1967) desenvolveu uma técnica para se realizar a colheita da semente.

2.2. Mutações Induzidas e Fatores Modificadores

O estudo de mutações induzidas em Arabidopsis thaliana tanto por agentes físicos como químicos tem sido largamente realizado.

Mutações espontâneas são relativamente infrequentes em Arabidopsis thaliana e as estimativas feitas em diferentes laboratórios variaram consideravelmente devido aos diferentes critérios utilizados. A frequência de mutações espontâneas em Arabidopsis thaliana pode ser resumida no Quadro I, compilado por Rédei (1970a).

Quadro I - Frequência de mutações espontâneas em Arabidopsis thaliana (Rédei, 1970a)

Tipo de mutação	Frequência (%)	Método de estimação (*)	Referências
Letais embriônicos e deficientes em - clorofila.....	1 a 3	mb	Gichner Ehrenberg Wachtmeister, 1968
	0,7	ma	Muller, 1966
	0,1	mc	Muller, 1964
Visíveis.....	0,5	M1	Robbelen, 1962
	0,1 a 0,2	M1	Reinholz, 1947
	0,1	M1	Mckelvie, 1963
	0,1	M1	Hirono, Smith, 1968
	0,01	M1	Rédei, não publ.

(\*) Método M1, expressa a frequência de famílias M2 segregando para mutantes.

ma, indica a frequência de plantas M1 mostrando mutantes embriônicos detectáveis em 5 siliques consecutivas de plantas individuais (comparável ao método M1).

mb, indica a frequência de plantas M1 as quais mostram mutantes embriônicos em uma ou 5 siliques examinadas (esperado dar metade a quarta parte do valor do teste ma).

mc, indica a frequência de mutantes embriônicos entre todos os embriões observados nas plantas M1.

Foi apresentado por Rédei (1970a) uma revisão de 12 páginas na forma de tabelas, onde encontram-se os trabalhos realizados com radiações ionizantes e mutagênicos químicos em Arabidopsis thaliana.

.....

Muller (1927) utilizando raios-X em Drosophila, foi o primeiro a comprovar o efeito mutagênico desta radiação. As outras radiações tais como raios-gama e neutrons também tem sido largamente utilizados na indução de mutações.

Nos últimos anos descobriu-se que certas substâncias químicas são potentes mutagênicos, que induzem muitas das vezes mais mutações que as mutações ionizantes (Heslot e Ferrary, 1961). O número de mutagênicos químicos é enorme e é continuamente aumentado, mas os mais úteis em termos práticos são os que pertencem à classe dos alquilantes.

Os mutagênicos químicos alquilantes são conceituados por Heslot (1970) como: compostos com um ou mais grupos alquila capazes de serem transferidos para outras moléculas onde a densidade eletrônica seja suficientemente alta, e capazes de reagirem com o DNA, alquilando os grupos fosfatos.

Kamra e Brunner, (1970b) apresentaram as vantagens e desvantagens dos mutagênicos químicos sobre os físicos.

Entre os mutagênicos químicos alquilantes são mais importantes o metano sulfonato de etila (EMS) e metano sulfonato de metila (MMS).

EMS, quando comparado com radiações ionizantes, induz não somente uma maior frequência de mutações como também um espectro de mutação diferente daquele induzido pelas radiações ionizantes (Heslot e Ferrary, 1961; Gaul, 1964).

Mutagênicos químicos mostraram uma maior eficiência mutagênica que as radiações ionizantes em bactérias, Vicia sativa, cevada e arroz, como mostraram menor número de danos citológicos concomitantes (Ehrenberg, Gustafsson e Lundqvist, 1961; Ehrenberg, Lundqvist e Stron, 1958; Heiner, Konzak, Nilan e Legault, 1960; Loveless e Howarth, 1959; Osone, 1966).

Em tratamentos com mutagênicos químicos deve-se considerar a dose, sendo que a sua determinação, segundo Kamra e Brunner (1970c) é baseada nos seguintes parâmetros: concentração, duração do tratamento e temperatura durante o tratamento. A concentração preferida nas primeiras pesquisas era alta, porém hoje recomendam-se



tratamentos com baixas concentrações por períodos maiores e baixas temperaturas, o que promove uma alta frequência de mutação e taxa de sobrevivência.

Walles e Ahnstrom (1965) observaram que a dose é calculada, multiplicando-se a concentração do mutagênico pelo tempo de tratamento. Os mesmos autores, estudando a absorção de EMS tritiado por sementes de Arabidopsis thaliana, verificaram a existência do aumento da concentração dentro das sementes paralelamente com um embebibimento de água. A diferença entre as doses de mutagênicos químicos, embebidas por vários períodos de tempo, diminui com aumento do tempo de tratamento. Diferentes sensibilidades durante vários tempos de pré-embebibimento foram obtidos conforme o grau de alquilação e dose do mutagênico.

Foi verificado por Mikaelson, Ahnstrom e Li (1968) que o pré-embebibimento das sementes em água permite utilizar-se concentrações mais baixas. Kamra e Brunner (1970d) utilizando sementes de cevada, concluíram que o pré-embebibimento é um fator modificador elevando-se a sensibilidade das sementes a EMS, em consequência do aumento da permeabilidade da membrana celular e da absorção e incorporação do mutagênico.

Robbelen (1964) realizando o pré-embebibimento de sementes de Arabidopsis thaliana sobre papel filtro umedecido por diferentes tempos e tratando-as, em seguida, com mutagênicos físicos e químicos alquilantes, verificou que a taxa de mutação aumentou com o tempo de pré-embebibimento, ainda que as sementes secas tenham absorvido uma quantidade máxima de mutagênico químico. O tempo de pré-embebibimento, para se ter o efeito máximo, dependeu do mutagênico utilizado, principalmente do mecanismo de reação destes. Ele concluiu que o tempo de pré-embebibimento atua sobre a sensibilidade como um fator multiplicativo.

Muller (1967) utilizou períodos de pré-embebibimento variando de 0 a 48 horas em sementes de Arabidopsis thaliana e tratou-as em seguida com EMS por uma hora; encontrou que a frequência de mutações recessivas letais foi alterada no curso da embebição em água. Verificou também que a sensibilidade durante o embebibimento não foi influenciada pelas condições anaeróbicas e que a menor sensibilidade das...

sementes secas é devido à mais lenta penetração de EMS. Quando em condições aeróbicas, que permitem a germinação, a sensibilidade diminui e alcança um valor máximo após 24 a 30 horas de umedecimento, quando começa a germinação e replicação do DNA nos meristemas.

Ivanov, Sanina e Timofeeff - Ressovsky (1969) estudando a ação de raios-gama sobre sementes secas e pré-embebidas de ..... Arabidopsis thaliana observaram um aumento da sensibilidade com o processo de pré-embebedimento e germinação.

Gopal-Ayengar, Rao e Joshua (1969) utilizando sementes de arroz, verificaram que o pré-embebedimento sensibilizou as sementes aos mutagênicos químicos, sendo que uma alta taxa de mutação foi obtida quando as sementes foram tratadas no período de 24 horas em que se realizavam a síntese do DNA.

Contant (1968) pesquisando as alterações em sensibilidade de sementes de Arabidopsis thaliana e de tomate, irradiadas com os neutrons rápidos no curso da germinação, verificou que o aumento em sensibilidade das sementes de Arabidopsis thaliana está principalmente associada com a absorção de água e ligeiramente associada com os subsequentes processos metabólicos. A absorção de água causa intumescimento e aumento do peso da semente e uma troca na sua composição elementar como na total quantidade de átomos de hidrogênio e oxigênio. Cálculos aproximados permitiram-lhe concluir que a energia absorvida pelas sementes totalmente embebidas é duas vezes maior que quando em dormência, sendo que 70% do aumento de sensibilidade é explicado pela maior energia absorvida.

Mikaelsen (1969) utilizando sementes de cevada expostas a raios-gama e tratadas com EMS e Sulfato de Dietila (DES) e fixadas as raízes entre os períodos de 2 a 24 horas após o tratamento para observações citológicas, verificou que a mais alta frequência de aberrações cromossômicas se deu 4 horas após a irradiação, sendo G2 a fase mais sensível para radiações ionizantes. Para os mutagênicos químicos a mais alta frequência de aberrações cromossômicas ocorreu 18 a 21 horas após o tratamento, sendo que a fase mais sensível está situada .....

em um período anterior a fase G1.

Kamra e Brunner (1970c) ressaltaram a importância da temperatura durante o tratamento com mutagênicos químicos, pois esta tem grande influência na taxa de hidrólise destas substâncias. A temperatura está correlacionada com a atividade metabólica da semente, com a proporção da reação entre o produto químico e o alvo, e com a absorção do mutagênico.

Rédei (1970a), pesquisando o efeito da temperatura sobre o efeito genético da radiação, observou serem comparáveis os resultados de sementes de Arabidopsis thaliana irradiadas a - 190°C com 400 KR e a 20°C com 100 KR. As frequências de mutações após a irradiação de sementes com 35 KR a - 160°C, 10°C, e + 20°C foram de 26,2, 29,8, e 25,9%, respectivamente.

Em um tratamento com mutagênicos químicos deve-se levar em consideração os chamados fatores modificadores que influem na indução de mutações, atuando antes, durante ou após o tratamento com tais substâncias. Entre estes fatores, Kamra e Brunner (1970d) citam o pré-embecimento, o pH da solução mutagênica, a presença de íons metálicos e os chamados agentes "carregadores" que aumentam a absorção através das membranas biológicas. Entre os fatores modificadores de pós-tratamento temos a duração da pós-lavagem, composição da solução de pós-lavagem, ressecamento, armazenamento das sementes tratadas e temperatura dos tratamentos administrados.

Em Arabidopsis thaliana, o método mais popular de estimação dos efeitos dos tratamentos mutagênicos é o chamado "teste de embrião" desenvolvido por Muller (1965a) onde por este método as mutações embriônicas letais e de clorofila são detectadas no estágio de plantinha por dessecação, das siliquis de plantas M1, sob microscópio.

Sparrow e Miksche (1961) correlacionaram o conteúdo de DNA e o volume nuclear interfásico com a resistência a radiações ionizantes de modo que nas espécies diplóides sendo maior o volume nuclear, e maior a quantidade de DNA é maior também a sensibilidade do organismo. O volume nuclear e o volume dos cromossomos de Arabidopsis thaliana é de  $19 \mu^3$ , de 1,9 a  $2,3 \mu^3$ , respectivamente, e o conteúdo de DNA em

núcleos diplóide foi estimado ser de 1,9 picogramas. Mesmo com estes valores, Arabidopsis thaliana é a mais radioresistente entre as espécies herbáceas comparadas (Rédei, 1970a).

Jacobs (1964), com sementes de Arabidopsis thaliana, verificou que EMS é o mais eficiente mutagênico e que MMS não possui a eficiência do anterior, mas por outro lado MMS não é tão tóxico para Arabidopsis thaliana como citado na literatura para outras espécies. Concluiu o autor que o distinto espectro de mutação observado entre EMS e MMS é devido ao grupo específico de alquila encontrado nestes mutagênicos.

Velemínsky, Gichner, Pokorny e Snachulová (1964) utilizando o teste de embrião desenvolvido por Muller (1965) verificaram que EMS produzia uma maior percentagem de sementes mutantes, quando comparado com outros mutagênicos químicos e raios-X.

Goud (1968) estudou a eficiência de diferentes mutagênicos em tratamentos simples ou combinados e verificou a maior eficiência de EMS sobre raios-gama bem como a especificidade deste mutagênico a determinadas regiões cromossômicas, induzindo quebras cromossômicas nas regiões centrais e da constrição secundária dos cromossomos de trigo.

### 2.3. Efeito Fisiológico dos Mutagênicos

Gaul (1970) distinguiu tres tipos de efeitos resultantes após tratamentos com mutagênicos físicos e/ou químicos em plantas:

1. Danos fisiológicos
2. Mutações gênicas
3. Mutações cromossômicas

Dentre estes três efeitos somente os danos fisiológicos são restritos à geração M1. O termo "danos fisiológicos", segundo o autor, é mais descritivo do que indicativo da origem da alteração induzida.

Os efeitos mais importantes são o retardamento do crescimento e a morte. A origem destes danos é cromossômica ou extra cromossômica. O autor sugere oito maneiras de medi-los quantitativamente,....

.....

sendo que os que podem ser medidos no estágio de plântula são: altura da plântula, comprimento da raiz, germinação e sobrevivência.

O efeito dos mutagênicos sobre a germinação e sobrevivência é largamente utilizado como procedimento de rotina em experimentos básicos ou de melhoramento em que se utilizam mutações induzidas. Entretanto, o efeito sobre o comprimento da raiz é pouco utilizado, principalmente pelas dificuldades técnicas para a sua aferição, embora seja mais preciso que os anteriores. Sua utilização para avaliação dos efeitos fisiológicos nos mutagênicos é antigo já tendo sido utilizado em 1904 por Koernicke (cit. em Gaul 1970).

Foi estudado por Smith e Kersten (1942) o efeito de raios-X sobre o crescimento de raízes de sementes de milho. As raízes resultantes destas sementes irradiadas apresentaram um decréscimo no seu comprimento, sendo a média de 3 cm para as irradiadas e de 18 cm para a testemunha. Nas sementes tratadas ocorreu a ausência de raízes laterais e um reduzido desenvolvimento da coifa; também não ocorria formação de raízes adventícias na região do primeiro interno, o que é comum no milho.

Muller (1964) foi o primeiro a desenvolver uma técnica para se medir os efeitos de mutagênicos e outros inibidores do crescimento da raiz de Arabidopsis thaliana. Em sua técnica as sementes eram semeadas sobre papel de filtro em 4 filas paralelas e em algodão embebido em solução de 0,1% de  $KNO_3$ . As placas de Petri eram colocadas sobre a luz em um ângulo de  $60^\circ$ , o que assegura um bom desenvolvimento da raiz em linha reta e uma medida fácil das mesmas. Ele verificou que a utilização de uma solução completa de nutrientes não provocava nenhum benefício extra, quando comparado com a simples utilização somente em solução 0,1% de  $KNO_3$ .

A raça Wilna de Arabidopsis thaliana foi utilizada por Jacobs (1965) e várias concentrações de EMS, MMS e Metano Sulfonato de Butila (BMS) em diferentes tempos de tratamento. Verificou que MMS causa mais danos fisiológicos em doses similares a de outros sulfonatos. A germinação foi menos afetada por EMS, seguindo-se por BMS e MMS, respectivamente.

Sementes de Arabidopsis thaliana foram tratadas por..... Muller (1965b) com EMS, N-Nitroso-metil-uréia (NMH), N-Nitroso-etil - uréia (NEH), N-Nitroso-N-metil-uretano (NMU) e N-metil-N<sup>o</sup>-nitroguani- dina e raios-X. Verificou que a relação existente entre inibição do - crescimento da raiz e frequência de mutações, apresentava resultados - idênticos com EMS e nitroso-amidas testadas. Os mutagênicos químicos - induziram 20 a 30 vezes mais mutações do que raios-X. Classificou to - dos estes mutagênicos químicos como sendo de baixa toxicidade. O autor concluiu que a mais drástica inibição do crescimento das raízes após - tratamento com raios-X, está relacionada com uma alta frequência de - aberrações cromossômicas.

Bonotto (1966) modificou a técnica de Muller (1964) subs- tituindo algodão por papel de filtro e as placas de Petri por funis, - tendo apenas a parte cônica dentro da qual ele colocou papel de filtro, sendo colocados sobre uma camada de algodão espessa e papel de filtro. Um conteúdo constante de umidade é mantido no papel de filtro dentro - do funil, subindo a água por capilaridade durante todo o experimento. As sementes de Arabidopsis thaliana são semeadas sobre o papel de fil- tro dentro do funil dispostas em torno de uma circunferência. Segundo o autor, esta técnica apresenta vantagens sobre a de Muller (1964) por se manterem constantes as condições de intensidade de luz e de conteú- do de umidade.

Muller (1966) estudando o efeito da dose de EMS e as con- dições de tratamento quando aplicados a sementes de Arabidopsis thaliana e observando a dependência da taxa do crescimento das raízes primárias e outros efeitos somáticos, obteve as seguintes conclusões: a redução do comprimento da raiz aumentou com o aumento da temperatura durante o tratamento; o aumento da frequência de mutação está correla- cionado positivamente com o aumento da fertilidade de plantas M1 e não está correlacionado com o decréscimo da sobrevivência. A correlação - existente estes dois fatores e a redução do comprimento da raiz não é influenciado pelas trocas das condições de tratamento. As condições - anaeróbicas não influenciaram os resultados produzidos pelo EMS. Houve uma correlação positiva entre redução do comprimento da raiz e tempera- tura durante o tratamento.

Contant (1966b) desenvolveu uma técnica para medir o efeito de substâncias mutagênicas e outros agentes redutores do comprimento da raiz, baseando-se principalmente na técnica de Muller (1964). Sua modificação básica foi a de substituir o papel de filtro e algodão por solução de agar 0,75% em solução de  $KNO_3$  a 0,1%, que segundo o autor apresenta uma série de vantagens tais como: fácil e rápida preparação de um grande número de placas; composição constante inclusive para a umidade; densidade homogênea com distribuição uniforme da umidade; superfície macia; transparência, o que permite leitura da germinação das sementes com as placas fechadas e fácil medida da raiz bem como de outras observações. O autor ainda introduziu modificações tais como: intensidade de luz, tipo de lâmpadas, temperatura e natureza do material das placas de Petri.

Contant (1966a) irradiando sementes da raça Li-2 de .... Arabidopsis thaliana com neutrons rápidos, observou que a germinação ainda que atrasada, ocorria quando utilizou nove diferentes doses deste mutagênico, não ocorrendo relação entre germinação e sobrevivência. Ele utilizou uma técnica muito eficiente e prática para medir a sobrevivência, que consiste em se examinar as plantinhas aos 7 dias após a germinação sob a lupa e verificar se entre as folhas cotiledonais existe o primórdio das primeiras folhas verdadeiras, o que está altamente correlacionado com sobrevivência das plantas no final do ciclo. Encontrou uma diferença marcante entre o crescimento das raízes das sementes tratadas com mutagênicos secas ou pré-embecidas.

Neutrons rápidos e raios-gama, foram utilizados por .... Contant e Dankert (1968a), que estudaram a regressão entre o tempo de armazenamento a  $-20^{\circ}C$  e o número de horas necessárias para obter 50% de germinação bem como a regressão entre estes tempos de armazenamento e o comprimento médio da raiz, medido com horas após a germinação. Os seus resultados indicaram que os raios-gama promovem uma maior redução do comprimento das raízes.

Foram estudadas por Contant e Dankert (1968b), 120 famílias  $F_1$  de Arabidopsis thaliana, derivadas do cruzamento de plantas M1

irradiadas com neutrons, e foram obtidos resultados que indicaram a ausência de correlação entre a redução do comprimento da raiz nos primeiros estágios e o atraso no florescimento.

A raça Li-2 de Arabidopsis thaliana foi utilizada por Contant e Dankert (1968c). Tratando-as com mutagênicos físicos tais como raios-gama da fonte de <sup>137</sup>Cs e neutrons rápidos e com EMS, verificaram que EMS e sua testemunha (tratamento em água por igual período) tiveram uma germinação mais rápida devido ao pré-embecimento por 24 horas. Quanto à sobrevivência, todos os tratamentos diferiram de sua testemunha e EMS foi o que menos afetou a sobrevivência. O comprimento da raiz, medido 100 horas após a germinação, foi bastante reduzido, exceto para doses baixas de EMS em relação a sua testemunha. O coeficiente de variação foi sempre maior nos tratamentos do que nas testemunhas, tendo um maior valor quando tratadas com raios-gama, o que reflete a grande variabilidade fisiológica provocada por este mutagênico. Foi observada uma alta correlação ( $r = 0,91$ ) entre a sobrevivência e o comprimento da raiz. Verificavam que raízes com menos de 2 mm estão associadas com uma inibição completa da mitose.



### 3. Material

#### 3.1. Sementes

Utilizaram-se sementes de Arabidopsis thaliana (L.)..... Heynh, raça Enkheim. As sementes foram enviadas da Alemanha, pelo Dr. G. Robbelen, da Universidade de Gottingem, sendo após semeadas pelo Dr. A. Ando, do Departamento de Genética, por 5 gerações, no mínimo. Sempre colheram-se as sementes de uma única planta para obter material homozigoto. Em 1972, foram feitas mais duas gerações; neste caso, misturaram-se as sementes das 192 plantas colhidas, para aumentar-se a quantidade de sementes. Em fins de novembro de 1972, foram semeadas 224 plantas na câmara de crescimento do Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Piracicaba, SP. Marcaram-se 10 plantas mais precoces quanto à data de florescimento e, destas plantas, colheram-se as sementes que foram utilizadas neste trabalho. O número de plantas semeadas era o máximo que se podia ter dentro do espaço disponível na câmara de crescimento.

#### 3.2. Mutagênicos Químicos e Físicos

Utilizou-se tres mutagênicos químicos: metano sulfonato de etila (EMS), metano sulfonato de metila (MMS) e N-nitroso-N-metil uretano (NMU). As propriedades dos mutagênicos químicos utilizados são dadas no Quadro II.

Como mutagênico físico utilizaram-se raios-gama da fonte de <sup>60</sup>Co do CENA, modelo GB 150 B, fabricada no "Atomic Energy of Canada" com 1394 Curies (Fevereiro/1966) Piracicaba, SP.

#### 3.3. Meio de Cultura

Utilizou-se o meio recomendado por Contant (1966b), modificado por nós devido a certos problemas técnicos. O meio de cultura utilizado consistiu de uma solução de ágar 1% em solução 0,1% de KNO<sub>3</sub>, sendo que o utilizado por Contant era de solução de ágar 0,75% em solução 0,1% de KNO<sub>3</sub>. A maior concentração utilizada foi necessária devido a difícil solidificação do meio de cultura na temperatura ambiente de Piracicaba.

.....

QUADRO II - Propriedades dos mutagênicos químicos utilizados neste trabalho

propriedades físicas e químicas									
Agente mu- tagênico	Fórmula	Fabricante	Natureza física	Natureza química	Densidade g/ml	Solubili- dade em água	Ponto de ebulição	Meia-vida em água em pH = 7 (em h)	Peso mo- lecular
EMS	$CH_3SO_2OC_2H_5$	Eastman Kodak	líquido incolor	sulfona- to	$D_4^{25} = 1,203$ c.a.	8%	85-86°C/ 10mmHg	0°C - 1716,0 20°C - 93,1 30°C - 25,9	124,163
MMS	$CH_3SO_2OCH_3$	TCI-Tokyo Kasei Kogyo	líquido incolor	sulfonato to	-	-	-	0°C - - 20°C - 68,00 30°C - 20,0	110,136
NMU	$CH_3N-COOC_2H_5$	TCI-Tokyo Kasei Kogyo	líquido amarelo	composto nitroso	-	-	-	0°C - - 20°C - - 30°C - 35,0	132,124

### 3.4. Câmara de Crescimento

A condução dos ensaios foi realizada em câmara de crescimento, marca Percival, modelo PGW-132, com temperatura constante de 20°C, com luz contínua, sendo sua intensidade de 6.000 luxes.

## 4. Métodos

### 4.1. Padronização do Conteúdo de Água nas Sementes

As sementes semeadas em fins de novembro de 1972 e colhidas em janeiro de 1973, foram mantidas em dessecador com cloreto de cálcio ( $\text{CaCl}_2$ ) para uniformizar o conteúdo de água nas mesmas. Após um mes no dessecador começaram-se a retirar as sementes em quantidades necessárias para cada ensaio. O objetivo de conservá-las em cloreto de cálcio foi o de se tornar a radiosensitividade uniforme em todos os ensaios. O dessecador foi conservado em refrigerador para manter o poder germinativo das sementes por longo tempo.

### 4.2. Tratamentos

Realizaram-se neste trabalho 10 experimentos dos quais 4 experimentos foram combinados em fatorial com 3 períodos de pré-embhecimento em água e 5 ou 6 doses de raios-gama. Estes experimentos serão denominados RG-1, RG-2, RG-3, e RG-4. Seis experimentos foram realizados com os mutagênicos químicos EMS, MMS e NMU que serão denominados de EMS-1, EMS-2, MMS-1, MMS-2, NMU-1 e NMU-2, respectivamente. Nestes seis experimentos combinaram-se em fatorial 3 períodos de pré-embhecimento em água, 3 concentrações da substância alquilante, 2 tempos de tratamento e duas temperaturas durante o tratamento com mutagênico químico. Nos experimentos com os mutagênicos químicos se incluiu uma testemunha geral, constituída por sementes secas semeadas no início do experimento e duas doses de raios-gama, 150 KR para 0h de pré-embhecimento em água e 30 KR para 12 e 24 horas de pré-embhecimento em água, cada experimento foi constituído de um ou mais ensaios sempre com testemunha, conforme o período de pré-embhecimento, sendo realizado em uma mesma época ou não.

As doses de raios-gama, taxa de dose e concentrações de mutagênicos químicos são mostradas no Quadro III.

.....

**QUADRO III - Doses de raios-gama e concentrações dos mutagênicos químicos**

cos: o número entre parênteses indica em qual experimento ou ensaio que foi utilizada a taxa de dose:

- (1) = RG-1, (2) = RG-2 e EMS-1, (3) = EMS-2-0,  
 (4) = EMS-2-12, EMS-2-24 e RG-3, (5) = MMS-1,  
 (6) = MMS-2-24 e RG-4-24, (7) = MMS-2-0,  
 (8) = MMS-2-12 e RG-4-12, (9) = NMU-1-0 e NMU-1-24  
 (10) = NMU-1-12, (11) = NMU-2-0 e NMU-2-24,  
 (12) = NMU-2-12.

Doses utilizadas de raios-gama (KR)	Taxa de dose (KR/MIN)	Concentração utilizada de mutagênicos químicos (% em peso)
0	-	EMS 0%
10	0,89 (6 e 8)	0,060%
15	0,89 (6 e 8)	0,120%
20	0,89 (6 e 8)	MMS 0%
25	0,89 (6 e 8)	0,025%
30	0,89 (4,6 e 8)	
	0,88 (9)	
	0,84 (10)	
	0,87 (11 e 12)	0,050%
35	0,89 (4)	0,100%
40	0,89 (4)	NMU 0%
45	0,89 (4)	0,005%
50	0,89 (4)	
	0,90 (2)	0,010%
100	0,90 (2) 0,91 (1)	0,015%
150	0,87 (11) 0,88(9, 7,5,3) 0,90 (2)	0,030%
200	0,90 (2) 0,91 (1)	
300	0,91 (1)	
400	0,91 (1)	

Nos experimentos com mutagênicos químicos inicialmente - realizou-se um experimento preliminar onde observou-se o efeito da concentração sobre a germinação nas diversas combinações fatoriais dos tratamentos. Cada tratamento, em todos os experimentos foram realizados com tres repetições e 30 sementes no RG-1 e 60 sementes por repetição nos demais, utilizando-se o delineamento inteiramente casualizado.

Os experimentos com raios-gama foram iniciados com doses altas, já que em pesquisas anteriormente realizadas, medindo-se germinação e sobrevivência, obtiveram-se resultados que indicavam ser uma-

.....

planta muito resistente à radiação, mas quando se media o comprimento da raiz, baixas doses já causavam um efeito drástico.

Os experimentos denominados preliminares, com raios-gama tinham o fito de encontrar a dose que reduzisse 50% o comprimento da raiz. O RG-1, além deste fim tinha outras finalidades tais como ensaiar a concentração ideal do meio de cultura, técnica de semeadura e período ideal para serem feitas as leituras. Os experimentos preliminares com mutagênicos químicos foram realizados para observar-se a germinação no terceiro dia após a semeadura, reduzindo-se a concentração quando o efeito era drástico.

#### 4.2.1. Experimento RG-1

Este experimento se constituiu no preliminar deste trabalho como o foi o RG-2, daí estes experimentos apresentarem diferenças com relação aos demais. Este experimento pode ser resumido no Quadro IV.

QUADRO IV - Períodos de pré-embibimento e doses de raios-gama utilizados no Experimento RG-1

Tempo de pré-embibimento em água (horas)	Doses de raios-gama (KR)
0	0
12	100
	200
24	300
	400

#### 4.2.2. Experimento RG-2

O experimento RG-2 está resumido no Quadro V.

QUADRO V - Período de pré-embibimento e doses de raios-gama utilizados no Experimento RG-2

Tempo de pré-embibimento em água (horas)	Doses de raios-gama (KR)
0	0
12	50
24	100
	150
	200

4.2.3. Experimento RG-3

O Experimento RG-3 está resumido no Quadro VI.

QUADRO VI - Períodos de pré-embobimento e doses de raios-gama utilizados no Experimento RG-3

Tempo de pré-embobimento em água (horas)	Doses de raios-gama (KR)
12	0
24	30
	35
	40
	45
	50

4.2.4. Experimento RG-4

Este experimento foi desenvolvido em dois ensaios os quais denominaremos: RG-4-24 e RG-4-12 onde 12 e 24 representam os períodos de pré-embobimento sendo realizados em épocas distintas. Os dois ensaios podem ser resumidos no Quadro VII.

QUADRO VII - Períodos de pré-embobimento e doses de raios-gama utilizados nos ensaios RG-4-24 e RG-4-12 do Experimento RG-4

Tempo de pré-embobimento em água (horas)	Doses de raios-gama (KR)
12	0
24	10
	15
	20
	25
	30

4.2.5. Experimento EMS-1 e EMS-2

O Experimento EMS-1 foi um preliminar para este mutagênico. Podemos resumir-lo no Quadro VIII.

QUADRO VIII - Períodos de pré-embecimento e concentrações de EMS utilizados nos Experimentos EMS-1 e EMS-2

Tempo de pré-embecimento em água (horas)	Concentração utilizada (%)	Tempo de tratamento (horas)	Temperatura durante o tratamento (°C)
0	0	12	20
12	0,06	24	30
24	0,12		

O Experimento EMS-2 foi exatamente igual ao anterior, apenas que o mesmo foi dividido em dois ensaios denominados EMS-2-0 e EMS-2-12, 24, conforme os períodos de pré-embecimento utilizados.

4.2.6. Experimento MMS-1

Foi um experimento preliminar para este mutagênico; os tratamentos utilizados estão resumidos no Quadro IX. Para o período de pré-embecimento de 0h a dose de raios-gama D-11 (150KR) e para 12 e 24h de pré-embecimento a dose de raios-gama D-5 (50KR) foi utilizada como testemunha.

QUADRO IX - Período de pré-embecimento e concentrações de MMS, tempo de tratamento e temperatura durante o tratamento com mutagênico químico, utilizados no Experimento MMS-1

Tempo de pré-embecimento em água (horas)	Concentração utilizada (%)	Tempo de tratamento (horas)	Temperatura durante o tratamento (°C)
0	0	12	20
	0,05	24	30
	0,10		

4.2.7. Experimento MMS-2

Este experimento foi realizado em tres ensaios denominados MMS-2-0, MMS-2-12 e MMS-2-24, conforme o período de pré-embecimento utilizado para ser combinado em fatorial com os demais tratamentos, sendo cada ensaio realizado em uma época distinta. Para o período de pré-embecimento de 0h a dose de raios de 150 KR foi usada como testemunha para 12 e 24 h de pré-embecimento a dose de raios-gama de 50KR foi utilizada como testemunha. Os tres ensaios estão resumidos no Quadro X XI e XII.

Ensaio MMS-2-0

QUADRO X - Período de pré-embibimento, concentrações de MMS, tempo de tratamento e temperatura durante o tratamento com mutagênico químico, utilizados no Ensaio MMS-2-0 do Experimento MMS-2

Tempo de pré-embibimento em água (horas)	Concentração utilizada (%)	Tempo de tratamento (horas)	Temperatura durante o tratamento (°C)
0	0	12	20
	0,025	24	30
	0,050		

Ensaio MMS-2-12

QUADRO XI - Período de pré-embibimento e concentrações de MMS, tempo de tratamento e temperatura durante o tratamento mutagênico químico, utilizados no Ensaio MMS-2-12 do Experimento MMS-2

Tempo de pré-embibimento em água (horas)	Concentração utilizada (%)	Tempo de tratamento (horas)	Temperatura durante o tratamento (°C)
12	0	12	20
	0,025	24	30
	0,050		

Ensaio MMS-2-24

QUADRO XII - Período de pré-embibimento, concentrações de MMS, temperatura de tratamento e temperatura durante o tratamento com mutagênico químico utilizados no Ensaio MMS-2-24, do Experimento MMS-2

Tempo de pré-embibimento em água (horas)	Concentração utilizada (%)	Tempo de tratamento (horas)	Temperatura durante o tratamento (°C)
24	0	12	20
	0,025	24	30
	0,050		

4.2.8. Experimento NMU-1 e NMU-2

O Experimento NMU-1 foi dividido em dois ensaios realizados em épocas distintas denominados NMU-1-0,24 e NMU-1-12. Realizaram-se o NMU-2 em dois ensaios, em épocas distintas denominados .....

.....



NMU-2-0,24 e NMU-2-12. Estes ensaios se resumem no Quadro XIII e XIV.

QUADRO XIII - Períodos de pré-embecimento e concentrações de NMU, tempo de tratamento e temperatura durante o tratamento com mutagênico químico, utilizados nos ensaios NMU-1,0,24 e NMU-1-12 do Experimento NMU-1

Tempo de pré-embecimento em água (horas)	Concentração utilizada (%)	Tempo de tratamento (horas)	Temperatura durante o tratamento (°C)
0	0	12	20
12	0,015	24	30
24	0,030		

QUADRO XIV - Períodos de pré-embecimento e concentrações de NMU, tempo de tratamento e temperatura durante o tratamento com mutagênico químico, utilizados nos Ensaio NMU-2-0,24 e NMU-2-12, do Experimento NMU-2

Tempo de pré-embecimento em água (horas)	Concentração utilizada (%)	Tempo de tratamento (horas)	Temperatura durante o tratamento (°C)
0	0	12	20
12	0,005	24	30
24	0,010		

A razão que nos levaram a dividir alguns experimentos em ensaios foram condições técnicas, tais como: impossibilidade de realizar todos os tratamentos do experimento no horário necessário; impossibilidade de realizar as observações em espaço de tempo que não ocorresse diferença entre a primeira e a última planta observada e espaço na câmara de crescimento.

#### 4.3. Pré-embecimento

Utilizaram-se três períodos de pré-embecimento, ou seja, 0, 12 e 24 horas, respectivamente. O pré-embecimento de 0h consistiu em se tratar as sementes secas, ou semeá-las diretamente, não sendo pré-embecidas. Realizaram-se os tratamentos de 12 e 24 horas de pré-embecimento sob condições anaeróbicas, colocando-se 1 ml de água destilada em tubos de ensaio (1,0 cm x 8,5 cm) contendo 30 sementes nos .....

.....

experimentos RG-1, RG-2 e EMS-1 e 60 sementes nos demais. A temperatura durante o pré-embecimento foi a do ambiente cerca de 25°C para o Experimento RG-1 e de 20°C para os demais experimentos.

#### 4.4. Irradiação

Para irradiação com raios-gama, utilizaram-se a bomba de  $^{60}\text{Co}$  do CENA, Piracicaba, SP, nas doses mencionadas no Quadro III. Realizaram-se todos os tratamentos, irradiando-se as sementes em tubos de ensaio (1,0 cm x 8,5 cm) a uma distância de 10 cm da fonte, com a taxa de dose dada no Quadro III.

As sementes que foram pré-embecidas antes da irradiação foram irradiadas sem se retirar a água dos tubos de ensaio.

#### 4.5. Tratamento com Mutagênicos Químicos

As soluções dos mutagênicos químicos foram preparadas no início de cada experimento, e conservados em refrigerador à baixa temperatura. Durante o tratamento, adicionaram-se 1 ml por tubo da solução dos mutagênicos aos tubos em que se encontravam as sementes. Nos tratamentos com pré-embecção, adicionava-se 1 ml da concentração em dobro da solução desejada, pois em combinação com 1 ml de água destilada, resultava a concentração desejada. Esta conduta foi escolhida pelo reduzido tamanho da semente o que não tornava viável a retirada da água de pré-embecimento. As concentrações utilizadas estão relacionadas no Quadro III. As temperaturas durante os tratamentos mutagênicos e os tempos de tratamento utilizados estão relacionados no Quadro VIII a XIV.

Com MMS, devido a sua curta meia vida (20h a 30°C) adicionou-se aos tubos após 12 horas, nos tratamentos a temperatura de 30°C durante o tratamento, mais 1 ml de solução mutagênica na concentração correspondente do tratamento.

#### 4.6. Pós-Tratamento

Após o tratamento das sementes pelas substâncias mutagênicas procedeu-se a lavagem. Primeiramente as sementes eram colocadas em um funil com papel filtro e eram lavadas em água corrente por meia hora. Após obliterava-se o tubo dos funis e cobria-se as sementes com

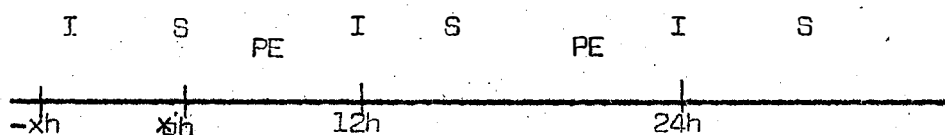
.....

água por mais meia hora. As sementes não tratadas com mutagênico químico, somente tratadas com água, permaneciam por igual período de tempo em água, que já existia nos tubos de ensaio.

#### 4.7. Combinação dos Tratamentos

Realizaram-se os experimentos de modo que se tivesse uma combinação em fatorial dos vários tratamentos. Desta maneira nos experimentos com raios-gama, foram combinados 3 períodos de pré-embibimento com 5 ou 6 doses, sempre incluindo-se uma testemunha que eram sementes secas semeadas no início de cada experimento ou ensaio. Nos experimentos com as substâncias alquilantes, combinaram-se em fatorial: 3 períodos de pré-embibimento, 3 concentrações, 2 tempos de tratamento e duas temperaturas durante o tratamento, incluindo-se além das testemunhas que estão dentro do fatorial, a testemunha geral de sementes secas e as doses de raios-gama de 150 KR, para sementes secas e de 30KR para as sementes pré-embebidas por 12 ou 24 horas.

Representando-se esquematicamente os experimentos com raios-gama teríamos:

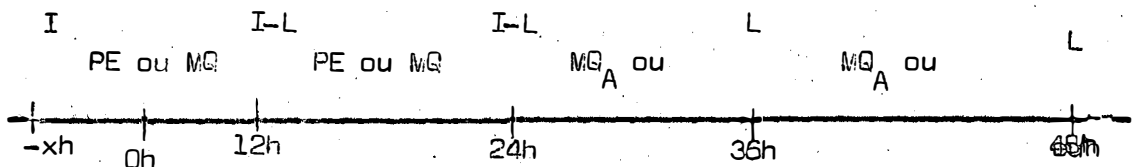


onde I significa irradiação com raios-gama  
PE: pré-embibimento  
S: semeadura

Deve-se lembrar que, sempre após o tratamento as sementes eram semeadas e que na 0h semeava-se a testemunha geral. As sementes secas irradiadas eram tratadas numa hora determinada antes do início do experimento, calculada de modo que, o término da irradiação coincidia com o início do experimento, para se ter sempre a partir do início, ou as sementes em água ou na solução de mutagênico ou no meio de cultura.

Com as substâncias alquilantes temos o seguinte esquema:

.....



onde MQ: mutagênico químico

L: lavagem

A: tratamento com água

#### 4.8. Semeadura

As sementes foram semeadas em placas de Petri, de vidro (2cm x 10cm) sobre o meio de cultura, dispostas em duas filas de 30 sementes distantes de 25 mm uma da outra. Após, as placas eram colocadas na câmara de crescimento a 20°C, com luz contínua, em suporte que permitiam às placas ficarem inclinadas de um ângulo de 60°, sendo que cada suporte continha 7 placas. Cada placa consistia de uma repetição - disposta inteiramente ao acaso na câmara e cada tratamento possuía 3 - repetições.

Realizou-se a semeadura através de uma micropipeta, técnica por nós idealizada. Após os tratamentos, as sementes eram colocadas sobre papel de filtro para secagem e com o auxílio desta micropipeta eram semeadas no meio de cultura em linha. O método de semeadura - por nós idealizado é eficiente, o que permitia semear-se 1.200 sementes por hora e que, considerando-se o tamanho da semente e a forma com que deveria ser disposta, é eficiente. As sementes tratadas com raios-gama, eram imediatamente semeadas. As tratadas com mutagênicos químicos sofreram um pós-tratamento conforme item 4.6., daí estes períodos serem diferentes nestes experimentos dos demais.

#### 4.9. Observações de Características

Observaram-se germinação, comprimento da raiz, altura - das plantinhas e sobrevivência, sendo isto realizado em um período de 3 a 10 dias. Nos Experimentos RG-1, RG-2 e EMS-1, que foram considerados preliminares determinou-se o período ótimo para se realizarem as - observações. No Quadro XV fornecemos os períodos em que as observações foram realizadas, sendo que todos os períodos foram contados a partir do início do experimento considerado como zero hora.

.....

QUADRO XV - Os experimentos RG-1, RG-2, RG-3 e RG-4, foram realizados para se estudar a dose que reduzia o comprimento da raiz em 50% como os fatores técnicos, tais como: meio de cultura e período para realização das observações.

Experimento	germinação	comprimento da raiz	altura da plantinha	sobrevivência
RG-1	72h	180h	-	-
RG-2	108h	204h	-	-
EMS-1	108h	-	-	-
RG-3, RG-4, EMS-2				
MMS-1, MMS-2,				
NMU-1, NMU-2	84h	180h	180	252

#### 4.9.1. Germinação

As observações da germinação foram realizadas com as placas de Petri fechadas e sem retirá-las dos suportes, o que foi possível pela transparência do meio.

#### 4.9.2. Comprimento da Raiz e Altura da Plantinha

Mediram-se o comprimento da raiz e a altura da plantinha, colocando-se as placas de Petri sobre papel milimetrado, o que pela transparência do meio e pelo fato das raízes e plantas terem crescido direitas (devido ao ângulo de inclinação em que foram colocadas as placas) permitida rápida leitura. Em alguns casos, era necessário, com auxílio de uma pinça, puxar-se a plantinha pelas folhas endireitando-se a raiz. A altura das plantinhas foi tomada a partir do início da raiz até o plano formado pelas folhas cotiledonais, no seu ponto de inserção no caule.

#### 4.9.3. Sobrevivência

A sobrevivência foi observada 252 horas após o início do experimento. Após medir-se o comprimento da raiz e altura das plantinhas, as placas retornavam para a câmara de crescimento, apenas não havendo mais a necessidade de colocá-las no suporte inclinado de 60°; elas permaneciam em plano horizontal até realizar-se a observação da sobrevivência. A técnica utilizada para observar a sobrevivência foi a recomendada por Contant (1966a), que consiste em se examinar as plantinhas sob a lupa e verificar-se entre as folhas cotiledonais se existe

o primórdio das primeiras folhas verdadeiras que, segundo o autor, está altamente correlacionada com a sobrevivência no final do ciclo da planta. A observação foi realizada com as plantinhas sobre o próprio meio nas placas de Petri. Com o auxílio de uma pinça dispunha-se as plantinhas em posição conveniente para a observação.

4.10. Cálculo da Porcentagem de Germinação, Comprimento Relativo da Raiz, Altura Relativa da Plantinha e Porcentagem de Sobrevivência.

Cada tratamento em todos os experimentos foram realizados com tres repetições e 30 sementes no RG-1 e 60 sementes por repetição nos demais, sendo as observações realizadas por planta.

A porcentagem de germinação foi calculada considerando-se o número de sementes semeadas por tratamento como 100% , após relacionando-se com sua respectiva testemunha sendo esta 100% de germinação.

Foram medidos o comprimento da raiz de todas as plantas germinadas, calculando-se a média por repetição e o erro padrão da média. Tendo-se a ~~testemunha~~ como 100% calculou-se o comprimento relativo da raiz. Da mesma forma procedeu-se para altura da plantinha.

Calculou-se a sobrevivência, tendo-se que o número total de plantinhas observadas por tratamento como 100%, após relacionando-se com sua respectiva ~~testemunha~~ considerando-se esta como tendo 100% de sobrevivência.

4.11. Cálculo da Eficiência Biológica Relativa (RBE)

Nos experimentos com mutagênicos químicos, tinha-se uma testemunha que era a dose de 150 KR de raios-gama para 0 horas de pré-embobimento e 30 KR para 12 e 24 horas de pré-embobimento.

Comparou-se o efeito dos mutagênicos químicos com o físico, sobre cada característica observada, utilizando-se a relação:

$$RBE = \frac{\text{EFICIÊNCIA BIOLÓGICA DO MUTAGÊNICO QUÍMICO SOB OBSERVAÇÃO}}{\text{EFICIÊNCIA BIOLÓGICA DE RAIOS-GAMA}}$$

Cada tratamento com mutagênico químico foi comparado com a dose testemunha de raios-gama, nas quatro características observadas, utilizando-se para este cálculo o efeito relativo.

## 5. Resultados Obtidos

### 5.1. Experimentos para Determinar a Dose de Raios Gama Testemunha para tratamentos com Mutagênicos Químicos

#### 5.1.1. Experimento RG-1

Nas Tabelas 1 e 2 são mostrados os resultados do Experimento RG-1. Na Tabela 1 são apresentadas as porcentagens de germinação para cada tratamento utilizado neste experimento. Na Tabela 2 são apresentados o comprimento da raiz em centímetros (cm) e o comprimento relativo da raiz. A Figura 1 mostra a relação entre a dose de raios gama em Quilo Roentgen (KR) e a porcentagem de germinação. A Figura 2 mostra a relação entre a dose de raios gama em KR e o comprimento relativo da raiz. Em ambas as curvas houve um decréscimo com o aumento da dose de raios-gama, tornando-se mais sensitivas a irradiação as sementes pré-embecidas por 12 horas em água.

A dose que reduzia o comprimento relativo da raiz de 50% para as sementes secas, ficou compreendida entre 100 e 200 KR, aproximadamente 160 KR; para 12 e 24 horas de pré-embecimento em água a dose que reduziu 50% o comprimento relativo da raiz ficou em 0 e 100 KR, aproximadamente 56 e 58 KR respectivamente. Pelos resultados obtidos tornou-se necessário um novo experimento, para determinar-se a dose procurada para 12 e 24 horas de pré-embecimento, bem como confirmar a dose para sementes secas.

#### 5.1.2. Experimento RG-2

Nas Tabelas 3 e 4 são mostrados os resultados do Experimento RG-2. Na Tabela 3 são apresentadas as porcentagens de germinação para cada tratamento utilizado neste experimento. Na Tabela 4 são apresentados o comprimento da raiz em centímetros (cm) e o comprimento relativo da raiz. A Figura 3 mostra a relação entre a dose de raios gama em KR e a porcentagem entre a dose de raios-gama em KR e o comprimento relativo da raiz. Na Figura 3 as curvas para sementes secas e 24 horas de pré-embecimento mantiveram-se mais ou menos estáveis, sendo pouco alterada a germinação para as doses utilizadas; entretanto, para 12 horas de pré-embecimento, a partir da dose de 100 KR, houve um decréscimo na germinação.

Foi escolhida a dose de 150 KR como sendo a dose que re-  
duz 50% o comprimento da raiz para sementes secas, (Figura 4); entre-  
tanto, para 12 e 24 horas de pré-embebi-  
mento esta dose ficou compreen-  
dida entre 0 e 50 KR, 32 e 39 KR respectivamente, mantendo-se o perí-  
odo de 12 horas de pré-embebi-  
mento como o mais radiosensitivo. Por es-  
tes resultados tornou-se necessário um novo experimento para determi-  
nar-se a dose procurada para 12 e 24 horas de pré-embebi-  
mento.

### 5.1.3. Experimento RG-3

Nas Tabelas 5 e 6 são mostrados os resultados do Experi-  
mento RG-3. Na Tabela 5 são apresentadas as porcentagens de germinação  
para cada tratamento utilizado neste experimento. Na Tabela 6 são apre-  
sentados o comprimento da raiz em centímetros e o comprimento relativo  
da raiz. A Figura 5 mostra a relação entre a dose de raios-gama em KR  
e a porcentagem de germinação. A Figura 6 mostra a relação entre a do-  
se de raios-gama em KR e o comprimento relativo da raiz. Na Figura 5 a  
curva para sementes pré-embebidas por 12 horas manteve-se mais ou me-  
nos estável, sofrendo um decréscimo a partir de 35 KR; as sementes pré-  
embebidas por 24 horas mostraram-se mais sensitivas decrescendo a ger-  
minação a partir de 30 KR.

Pela Figura 6, verifica-se que a dose capaz de reduzir o  
comprimento relativo da raiz de 50% ficou compreendida entre 0 e 30 KR,  
21,75 KR para 12 horas de pré-embebi-  
mento e 21,00 KR para 24 horas de  
pré-embebi-  
mento.

### 5.1.4. Experimento RG-4

Nas Tabelas 7 e 8 são mostrados os resultados do Experi-  
mento RG-4. Na Tabela 7 são apresentadas as porcentagens de germinação  
para cada tratamento utilizado neste experimento. Na Tabela 8 são apre-  
sentados o comprimento da raiz em centímetros e o comprimento da raiz  
para cada tratamento. A Figura 7 mostra a relação entre a dose de rai-  
os gama em KR e a porcentagem de germinação. A Figura 8 mostra a rela-  
ção entre a dose de raios-gama em KR e o comprimento relativo da raiz.

As curvas para 12 e 24 horas de pré-embebi-  
mento mostra -  
ram-se muito instáveis (Figura 7); para 12 horas de pré-embebi-  
mento -

.....



ocorreu um ramo descendente a 10 KR; entretanto, para 24 horas de pré-embecimento ocorreu um mínimo a 25 KR.

Pela Figura 8, verifica-se a maior sensibilidade das sementes pré-embecidas por 12 horas, apresentando a dose de 9,5 KR como sendo a dose que reduz 50% o comprimento relativo da raiz. Para 24 horas de pré-embecimento a dose de 27,75 KR reduziu 50% o comprimento relativo da raiz.

Pelos resultados apresentados pode-se verificar que de modo geral as sementes pré-embecidas por 12 horas tornaram-se mais sensíveis a irradiação com raios-gama. Pela alternância de sensibilidade nos experimentos RG-3 e RG-4, quanto aos períodos de 12 e 24 horas de pré-embecimento, embora a menor sensibilidade das sementes pré-embecidas por 12 horas na maioria dos experimentos, obteve-se um valor médio de 29,81 KR para sementes pré-embecidas por 12 horas e 36,44 KR para sementes pré-embecidas por 24 horas, escolheu-se a dose de 30 KR para ambos períodos de pré-embecimento como testemunha para os experimentos com os mutagênicos químicos alquilantes.

## 5.2. Experimentos com Metano Sulfonato de Etila (EMS)

### 5.2.1. Experimento EMS-1

Na Tabela 9 são mostrados os resultados do Experimento EMS-1, que foi preliminar para este mutagênico; nesta tabela são apresentadas as porcentagens de germinação para cada tratamento utilizado neste experimento. As Figuras 9,10,11 e 12 mostram a relação entre a concentração de EMS e as porcentagens de germinação com 12 horas de tratamento na solução mutagênica a 20°C; 12 horas de tratamento na solução mutagênica a 30°C; 24 horas de tratamento na solução mutagênica a 20°C e 24 horas de tratamento na solução mutagênica a 20°C e 24 horas de tratamento na solução mutagênica a 30°C, respectivamente. Em cada figura apresentam-se as três curvas correspondentes aos três períodos de pré-embecimento: 0, 12 e 24 horas.

Os resultados obtidos demonstraram que as concentrações utilizadas, quando combinadas com os períodos de pré-embecimento, tempo de tratamento e temperatura durante o tratamento não provocavam de modo geral o dano fisiológico máximo: letalidade, que era o efeito não

desejado. Estas concentrações foram utilizadas no experimentos EMS-2.

Pelas Figuras 9,10,11 e 12, verifica-se a maior sensibilidade das sementes pré-embebidas em água quando comparadas com sementes secas. O período de 24 horas de pré-embebição tornou as sementes mais sensíveis. As sementes tratadas por 24 horas com a solução mutagênica tiveram uma germinação menor do que a 12 horas de tratamento.

A temperatura de 30°C durante o tratamento com a solução mutagênica causou maior redução na germinação de modo geral, quando comparada com as tratadas a 20°C, principalmente nas que eram pré-embebidas por 24 horas e tratadas na solução mutagênica por igual período.

## 5.2.2. Experimento EMS-2

### 5.2.2.1. Germinação

Na Tabela 10 são mostrados os resultados do Experimento EMS-2, sendo apresentadas as porcentagens de germinação para cada tratamento utilizado neste experimento. As Figuras 13,14,15 e 16 mostram a relação entre a concentração de EMS e as porcentagens de germinação com 12 horas de tratamento na solução mutagênica a 20°C; 12 horas de tratamento na solução mutagênica a 30°C; 24 horas de tratamento na solução mutagênica a 20°C e 24 horas de tratamento na solução mutagênica a 30°C, respectivamente. Em cada figura são apresentadas três curvas correspondentes aos três períodos de pré-embebição; 0, 12 e 24 horas.

Os resultados obtidos são semelhantes aos do experimento EMS-1, com exceção das curvas para sementes secas nas figuras 14 e 15 que na concentração de 0,06% apresentaram-se mais sensíveis que as pré-embebidas por 12 horas em água.

### 5.2.2.2. Comprimento da Raiz

Na Tabela 11 são mostrados os resultados do Experimento EMS-2, sendo apresentados o comprimento da raiz em centímetros e o comprimento relativo da raiz. As figuras 17,18,19 e 20 mostram a relação entre a concentração de EMS e o comprimento relativo da raiz com 12 horas de tratamento na solução mutagênica a 30°C; 24 horas de tratamento na solução mutagênica a 20°C e 24 horas de tratamento na solução mutagênica a 30°C, respectivamente. Em cada figura são mostradas

.....

as três curvas correspondentes aos três períodos de pré-embecimento: 0, 12 e 24 horas.

Pelas figuras 17, 18, 19 e 20 verifica-se uma maior sensibilidade das sementes pré-embecidas em água, bem como uma redução do comprimento relativo da raiz com o aumento da concentração, tempo de tratamento e temperatura.

#### 5.2.2.3. Altura da Plantinha

Na Tabela 12 são mostrados os resultados do Experimento EMS-2, sendo apresentadas a altura da plantinha em centímetros e a altura relativa da plantinha. As Figuras 21, 22, 23, e 24 mostram a relação entre a concentração de EMS e a altura relativa da plantinha com 12 horas de tratamento na solução mutagênica a 20°C; 12 horas de tratamento na solução mutagênica a 30°C; 24 horas de tratamento na solução mutagênica a 20°C e 24 horas de tratamento na solução mutagênica a 30°C, respectivamente. Em cada figura são mostradas as três curvas correspondentes aos três períodos de pré-embecimento: 0, 12 e 24 horas.

Pelas Figuras 21, 23 e 24 verifica-se de um modo geral uma maior sensibilidade das sementes pré-embecidas em água, bem como uma redução da altura da plantinha com o aumento da concentração, tempo de tratamento e temperatura durante o tratamento com a solução mutagênica. Na Figura 22 verifica-se que as sementes pré-embecidas por 24 horas e tratadas por EMS 0,06% apresentaram uma altura relativa superior as sementes secas e pré-embecidas por 12 horas.

#### 5.2.2.4. Sobrevivência

Na Tabela 13 são mostrados os resultados do Experimento EMS-2, sendo apresentadas as porcentagens de sobrevivência para cada tratamento utilizado neste experimento. As figuras 25, 26, 27 e 28 mostram a relação entre a concentração de EMS e as porcentagens de sobrevivência com 12 horas de tratamento na solução mutagênica a 20°C; 12 horas de tratamento na solução mutagênica a 30°C; 24 horas de tratamento na solução mutagênica a 20°C e 24 horas de tratamento na solução mutagênica a 30°C respectivamente. Em cada figura são mostradas as três curvas correspondentes aos três períodos de pré-embecimento: 0, 12 e 24 horas.

Pela Figura 25 verifica-se que com sementes secas a sobrevivência foi estável. Na Figura 26 verifica-se que a sobrevivência ficou próxima a testemunha na concentração de 0,06%, sendo superior na concentração maior (0,12%).

Nas figuras 27 e 28 verifica-se de modo geral um decréscimo da sobrevivência das sementes secas e pré-embebidas por 12 horas com o aumento da concentração. As sementes pré-embebidas por 24 horas (Figuras 25,26,27 e 28), tiveram um decréscimo na sobrevivência com o aumento de concentração alcançando a letalidade nos tratamentos com a solução mutagênica a 0,12% por 12 horas a 30°C e 24 horas a 20 e 30°C, respectivamente.

### 5.3. Experimentos com Metano Sulfonato de Metila (MMS)

#### 5.3.1. Experimento MMS-1

Na Tabela 14 são mostrados os resultados do Experimento MMS-1, que foi preliminar para este mutagênico; nesta tabela são apresentadas as porcentagens de germinação para cada tratamento utilizado neste experimento. A Figura 29 mostra a relação entre a concentração de MMS e as porcentagens de germinação com 12 horas de tratamento na solução mutagênica a 20°C. Nesta figura apresenta-se a curva correspondente a sementes dormentes.

Embora tenha sido um experimento preliminar, realizaram-se as demais observações para confirmar o dano fisiológico elevado provocado principalmente pela concentração de 0,10% (Tabelas 15,16 e 17 e Figuras 30,31,32,33,34,35,36,37 e 38).

A Figura 29 mostra que a porcentagem de germinação diminuiu com o aumento da concentração. Pela Tabela 14 verificou-se que as concentrações utilizadas por período de 12 horas de tratamento a 30°C, como por período de 24 horas de tratamento a 20 ou 30°C provocaram um dano fisiológico drástico, não ocorrendo germinação 84 h após a semeadura.

As Figuras 30,31 e 32, mostram que o comprimento relativo da raiz diminuiu com o aumento da concentração. Pela Tabela 15 verifica-se que a concentração de 0,10% utilizada por período de 24 horas de tratamento a 30°C provocou um dano fisiológico drástico, não permitindo o crescimento da raiz.

As Figuras 33,34 e 35 mostram que a altura relativa da plantinha diminuiu com o aumento da concentração. Pela Tabela 16 verifica-se que a concentração de 0,10% utilizada por período de 24 horas de tratamento a 30°C provocou um dano fisiológico drástico, não se desenvolvendo a plantinha.

As Figuras 36,37 e 38 mostram que a porcentagem de sobrevivência diminuiu com o aumento de concentração. Pela Tabela 17 verifica-se que a concentração de 0,10% utilizada por período de 24 horas de tratamento a 30°C provocou um dano fisiológico drástico, não sobrevivendo nenhuma plantinha. Pelos dados obtidos, manteve-se a concentração de 0,05% e substituiu-se a concentração de 0,10% por 0,025%.

### 5.3.2. Experimento MMS-2

#### 5.3.2.1. Germinação

Na Tabela 18 são mostrados os resultados do Experimento MMS-2, sendo apresentadas as porcentagens de germinação para cada tratamento utilizado neste experimento. As Figuras 39,40,41 e 42 mostram a relação entre a concentração de EMS e as porcentagens de germinação com 12 horas de tratamento na solução mutagênica a 30°C; 24 horas de tratamento na solução mutagênica a 20°C e 24 horas de tratamento na solução mutagênica a 30°C respectivamente. Em cada figura são apresentadas as três curvas correspondentes aos três períodos de pré-embibimento: 0, 12 e 24 horas.

Pelas Figuras 39,41 e 42, verifica-se a maior sensibilidade das sementes pré-embibidas em água quando comparadas com sementes secas. Na Figura 40 verifica-se que as sementes pré-embibidas por 12 horas foram menos sensíveis que as sementes dormentes quando tratadas com a solução mutagênica a 0,025%.

As sementes tratadas por 24 horas com a solução mutagênica, sofreram um dano fisiológico maior que as tratadas por 12 horas.

A temperatura de 30°C durante o tratamento com a solução mutagênica causou maior redução na germinação quando comparada com as tratadas a 20°C.

.....

#### 5.3.2.2. Comprimento da Raiz

Na Tabela 19 são mostrados os resultados do Experimento MMS-2, sendo apresentados o comprimento da raiz em centímetros e o comprimento relativo da raiz. As Figuras 43, 44, 45 e 46 mostram a relação entre a concentração de MMS e o comprimento relativo da raiz com 12 horas de tratamento na solução mutagênica a 30°C; 24 horas de tratamento na solução mutagênica a 20°C e 24 horas de tratamento na solução mutagênica a 30°C, respectivamente. Em cada figura são apresentadas as três curvas correspondentes aos três períodos de pré-embecimento: 0, 12, e 24 horas.

Pelas Figuras 43, 44, 45 e 46 verifica-se que as sementes dormentes são menos sensíveis que as pré-embecidas. Como se verifica pelas figuras observou-se uma redução do comprimento da raiz com o aumento da concentração, com exceção da curva para 12 horas de pré-embecimento (Figura 43).

Observa-se uma redução no comprimento da raiz com aumento do tempo de tratamento com a solução mutagênica e temperatura durante o tratamento.

#### 5.3.2.3. Altura da Plantinha

Na Tabela 20 são mostrados os resultados do Experimento MMS-2, sendo apresentados a altura da plantinha em centímetros e a altura relativa da plantinha. As Figuras 47, 48, 49 e 50 mostram a relação entre a concentração de MMS e a altura relativa da plantinha com 12 horas de tratamento na solução mutagênica a 20°C; 12 horas de tratamento na solução mutagênica a 30°C; 24 horas de tratamento na solução mutagênica a 20°C e 24 horas de tratamento na solução mutagênica a 30°C. Em cada figura são apresentadas as três curvas correspondentes aos três períodos de pré-embecimento: 0, 12 e 24 horas.

Pelas Figuras 47, 48, 49 e 50 verifica-se que as sementes dormentes são menos sensíveis que as pré-embecidas. Ocorreu uma redução da altura das plantinhas com o aumento da concentração com exceção da curva para 12 horas de pré-embecimento (Figuras 48 e 49).

Observou-se uma redução na altura da plantinha com o aumento do tempo de tratamento com a solução mutagênica e temperatura durante o tratamento.

#### 5.3.2.4. Sobrevivência

Na Tabela 21 são mostrados os resultados do Experimento MMS-2, sendo apresentadas as porcentagens de sobrevivência para cada tratamento utilizado neste experimento. As Figuras 51, 52, 53 e 54, mostram a relação entre a contração de MMS e as porcentagens de sobrevivência com 12 horas de tratamento na solução mutagênica a 30°C; 24 horas de tratamento na solução mutagênica a 20°C e 24 horas de tratamento na solução mutagênica a 30°C, respectivamente. Em cada figura são apresentadas as três curvas correspondentes aos três períodos de pré-embobimento: 0, 12 e 24 horas.

Pelas Figuras 51, 52, 53 e 54 verifica-se que de um modo geral ocorreu um decréscimo da sobrevivência com o aumento do tempo de pré-embobimento, concentração da solução mutagênica, tempo de tratamento com a solução mutagênica e temperatura durante o tratamento.

As sementes dormentes tratadas com solução mutagênica por 12 horas a 20 ou 30°C não tiveram um decréscimo de sobrevivência com o aumento da concentração.

#### 5.4. Experimentos com N-Nitroso-N-Metil Uretano (NMU)

##### 5.4.1. Experimento NMU-1

Na Tabela 22 são mostrados os resultados do Experimento NMU-1, sendo apresentadas as porcentagens de germinação para cada tratamento utilizado neste experimento.

Pelos dados da Tabela 22 verifica-se que as concentrações utilizadas provocaram um dano fisiológico drástico, não ocorrendo germinação 84 horas após a semeadura, com exceção das sementes pré-embobidas por 24 horas, tratadas com solução mutagênica de 0,015% durante 12 ou 24 horas a 20°C.

Pelos dados obtidos reduziu-se as concentrações utilizadas nos experimentos para realizar-se o experimento NMU-2.

##### 5.4.2. Experimento NMU-2

Na Tabela 23 são mostrados os resultados do Experimento NMU-2, sendo apresentadas as porcentagens de germinação para cada tratamento utilizado neste experimento.

.....

Pelos dados da Tabela 23 verifica-se que as concentrações utilizadas provocaram um dano fisiológico drástico, causando efeito de letalidade em todas as plantas tratadas.

#### 5.5. Resultados da Eficiência Biológica Relativa (RBE)

Nas Tabelas 24, 25, 26, 27, 28 e 29 são mostrados os resultados da Eficiência Biológica Relativa (RBE), sendo apresentados os tratamentos utilizados para cada mutagênico, a dose de raios-gama testemunha em Quilo Roentgen, a taxa de dose em Quilo Roentgen por minuto, a observação realizada (germinação, comprimento relativo da raiz, altura relativa da plantinha ou sobrevivência) e a RBE.

Na Tabela 24 são mostrados a RBE do experimento EMS-1, pelos resultados verifica-se que apenas sete valores dos vinte e quatro são superiores a um, isto é, causam um dano fisiológico maior que as doses de raios-gama, utilizadas como testemunha.

Na Tabela 25 são mostradas as RBE do experimento EMS-2; pelos resultados verifica-se que trinta e nove dos noventa e seis valores são inferiores a um, isto é, causam um dano fisiológico menor que as doses de raios-gama utilizadas como testemunhas.

Destes trinta e nove, dezenove se referem a germinação, onze a altura da plantinha, cinco a sobrevivência e quatro a comprimento da raiz. Os tratamentos com EMS: 24-0,12-12-20; 24-0,12-12-30, 24-0,12-24-20 e 24-0,12-24-30, mostraram um RBE inferior a um em todas as características observadas, sendo que os três últimos deram um RBE com valor zero, causando um dano fisiológico máximo ou seja, letalidade.

Na Tabela 26 são mostradas as RBE do experimento MMS-1; pelos resultados verifica-se que todas RBE são inferiores a um, demonstrando que os tratamentos utilizados causam um dano fisiológico maior do que a dose de raios gama, utilizada como testemunha.

Na Tabela 27 são mostradas as RBE do experimento MMS-2; pelos resultados verifica-se que dos noventa e seis valores sessenta e cinco são inferiores a um, isto é, causam um dano fisiológico maior que as doses de raios-gama utilizadas como testemunhas. Destes sessenta e cinco, vinte e dois se referem a germinação, 15 a comprimento da raiz, 16 a altura da plantinha e 12 a sobrevivência. Onze tratamentos-



com MMS mostraram uma RBE inferior a um em todas as características - observadas, sendo que um (24-0,050-24-30) provocou letalidade.

Na Tabela 28 são mostradas as RBE do experimento NMU-1; pelos resultados verifica-se que todas as RBE são inferiores a um, sendo que dos 16, 14 são iguais a zero, isto é, causaram letalidade.

Na Tabela 29 são mostradas as RBE do experimento NMU-2; pelos resultados verifica-se todas as RBE são nulas, isto é, causaram letalidade.

## 6. Discussão

### 6.1. Efeito da Combinação do Tempo de Pré-embecimento em Água com Dose de Raios-Gama Sobre Germinação e Comprimento da Raiz.

Nos tratamentos com raios gama foi observada que, de um modo geral, com o aumento da dosagem, a germinação e comprimento da raiz, diminuíram. No que se refere a germinação algumas exceções foram verificadas. O comprimento da raiz se mostrou um caráter mais sensitivo a irradiação do que a germinação. Tavcar (1965) demonstrou que a germinação não se constitui um caráter adequado para medir-se radiosensitividade.

O comprimento da raiz, responde tanto as baixas doses - como as reduções dos intervalos entre as doses.

As sementes pré-embecidas em água se mostraram mais sensitivas do que as sementes secas; este resultado está de acordo com - aqueles obtidos por Ivanov, Sanina e Timofeeff-Ressonsky. O período de pré-embecimento de 12 horas mostrou-se de modo geral mais sensitivo a irradiação.

CONTANT (1968) sugere que o aumento da sensitividade de sementes de Arabidopsis e tomate pré-embecidas, quando tratadas com - neutrons rápidos é consequência direta da presença da água na semente e não devido os processos metabólicos decorrentes. Os resultados das Tabelas 2,4,6, e 8 evidenciam que as testemunhas pré-embecidas quando comparadas com sementes dormentes apresentaram um comprimento menor da raiz, sugerindo que o pré-embecimento sobre condições anaeróbicas por períodos prolongados (12 a 24 horas) produz uma redução no crescimento da raiz. Este efeito somado ao aumento de sensitividade **provoca** danos fisiológicos mais drásticos sobre o comprimento da raiz do que sobre a germinação.

O pré-embecimento sendo realizado a temperatura ideal para a germinação de sementes de Arabidopsis (20°C), acarretou menores - danos sobre este caráter.

Experimentos preliminares aos apresentados neste trabalho mostravam uma alta resistência das sementes dormentes de Arabidopsis a irradiação quando mediu-se a germinação.

.....

Tais resultados foram confirmados pelos resultados obtidos neste trabalho, embora as sementes pré-embecidas sejam menos radioresistentes. Contant e Dankert (1968a) observaram que sementes de Arabidopsis irradiadas com raios-gama apresentavam uma germinação mais precoce e crescimento da raiz reduzido, o que vem de acordo com os resultados obtidos, pois a observação da germinação 84 horas após a semeadura era elevada, quando comparada com o efeito do tratamento sobre o comprimento da raiz.

Foram escolhidas como testemunhas para os mutagênicos químicos, as doses que reduziam o comprimento da raiz em torno de 50%, já que o objetivo era verificar os danos fisiológicos causados por estes mutagênicos como compará-los com raios-gama; sendo o comprimento da raiz mais sensível, este se tornava ideal para os objetivos desejados.

De acordo com os resultados mostrados nas Figuras 2 e 4 escolheu-se a dose de 150 KR como sendo a dose que reduz 50% o comprimento da raiz para sementes secas. No Experimento RG-1 (Tabela 2) obteve-se uma dose de 160 KR e no RG-2 (Tabela 4) a dose de 150 KR que reduzia 50% o comprimento da raiz, tendo-se em conta que no Experimento RG-1, o comprimento da raiz foi medido 108 horas após a semeadura e no RG-2, 204 horas após a semeadura.

Para as sementes pré-embecidas em água por 12 horas, obteve-se um valor médio de 29,81KR e para 24 horas um valor de 36,44 KR, devido a alternância de sensibilidade nos experimentos RG-3 e RG-4, bem como a semelhança nos resultados obtidos nos experimentos RG-1 e RG-2 escolheu-se a dose de 30 KR para ambos períodos de pré-embecimento como testemunha para os experimentos com os mutagênicos químicos alquilantes.

## 6.2. Efeito da Combinação do Tempo de Pré-embecimento em Água, Concentração de EMS, Tempo de Tratamento e Temperatura Durante o Tratamento com a solução mutagênica.

O Experimento EMS-1 foi realizado para testar-se as doses de EMS a serem utilizadas. As doses utilizadas foram baseadas em -

.....

informações retiradas da Bibliografia. Neste teste inicial procurava-se obter as doses que não provocassem o dano fisiológico máximo: letalidade. As concentrações 0,06% e 0,12% utilizadas, não provocaram de modo geral letalidade, sendo estas concentrações utilizadas para se realizar o Experimento EMS-2. Neste experimento preliminar foi observada maior sensibilidade das sementes pré-embebidas, bem como um aumento de sensibilidade com o aumento do período de pré-embebibimento. Copal-Ayengar, Rao e Joshua (1969) observaram que as sementes de arroz pré-embebidas ficavam sensibilizadas ao tratamento com mutagênicos químicos. Tal efeito foi observado neste trabalho, já que as sementes pré-embebidas e tratadas com os mutagênicos químicos sofriam um maior dano fisiológico quando comparadas com as sementes secas.

O aumento de temperatura acompanhado do aumento do tempo de pré-embebibimento provocou um aumento na sensibilidade, este efeito pode ser verificado observando-se as tendências das curvas das Figuras 9 e 10 e Figuras 11 e 12. Kamra e Bruner (1970c) verificaram um aumento da sensibilidade nas sementes com o aumento da temperatura por esta influir na atividade metabólica da semente, na taxa de hidrólise e absorção do mutagênico químico.

Foram utilizadas as mesmas concentrações no experimento EMS-2. A germinação, nos tratamentos com a solução mutagênica por 12 horas a 20°C e por 24 horas a 30°C, foi reduzida com o aumento do período de pré-embebibimento e concentração da solução mutagênica. Nos tratamentos por 12 horas a 30°C e por 24 horas a 20°C, somente se obteve uma redução proporcional nas sementes pré-embebidas por 12 e 24 horas. De acordo, com as porcentagens mostradas na Tabela 10, a germinação apresentou-se mais sensível com o aumento do período de pré-embebibimento, concordando com os resultados obtidos por Robbelem (1964). As sementes secas tiveram um aumento em sua germinação, inclusive no tratamento por 12 horas a 30°C superando a testemunha. Nestes dois tratamentos as sementes secas foram mais sensíveis que as pré-embebidas por 12 horas a concentração de 0,06%. Estas exceções no que se refere a germinação foram devido a problemas técnicos, isto é, de tratamento, pois devido ao pequeno tamanho da semente, e baixa densidade as sementes secas ficaram sobrenadando a solução mutagênica, sendo difícil

mergulhá-las totalmente nesta solução.

A temperatura associada ao tempo de tratamento provocaram o efeito mais marcante no que tange a redução da germinação.

Os dados da Tabela 11 mostram que as sementes pré-embebidas tiveram uma redução maior no comprimento da raiz do que as sementes secas. Muller (1967) justifica a menor sensibilidade das sementes secas devido a mais lenta penetração do EMS.

Walles e Ahnstron (1965) verificaram que em sementes secas a concentração máxima de EMS somente era alcançada após 10 horas, enquanto que sementes pré-embebidas por 17 horas alcançaram uma concentração máxima no interior das células após 4 horas de tratamento. Estes resultados justificam as diferenças encontradas em sensibilidades entre as sementes secas e pré-embebidas.

As curvas obtidas (Figuras 17,18,19 e 20) para comprimento relativo da raiz evidenciam uma redução no seu comprimento com o aumento do tempo de tratamento, temperatura e concentração. Muller(1966) encontrou um quociente de temperatura de  $Q_{10}=2,6$ , concordando os nossos resultados com os encontrados por este pesquisador.

O aumento de tratamento com EMS e temperatura foram os fatores que mais reduziram o comprimento das raízes.

A altura da plantinha se constitui numa característica adequada para se medir quantitativamente os danos fisiológicos com mutagênicos físicos. (Gaul 1963,1970).

Foi observado entretanto que com a altura da plantinha não se obteve resultados semelhantes aos obtidos para comprimento da raiz; os valores encontrados foram para todos os tratamentos e testemunhas mais uniformes, não sendo tão discrepantes como os encontrados para comprimento da raiz. Os resultados obtidos por Gaul (1963) utilizando Raios-X em cevada mostram uma marcante redução na altura das plantinhas com o aumento da dose.

As sementes pré-embebidas por 24 horas, na concentração de 0,12% tratadas por 12 horas a 30°C ou por 24 horas a 20 ou 30°C provocaram letalidade, pois nem germinação tardia apresentaram.

.....

A sobrevivência manteve-se estável para sementes secas e pré-embecidas por 12 horas a 20 ou 30°C, mesmo com o aumento da concentração.

Os demais tratamentos sofreram um decréscimo na sobrevivência com o aumento do período de pré-embecimento, tempo de tratamento, temperatura e concentração de EMS.

Os tratamentos com mutagênicos químicos devem ser realizados de preferência por curtos períodos de tempo; pelos resultados obtidos pode-se reduzir o tempo de tratamento com EMS aumentando-se a concentração ou a temperatura, preferindo-se a segunda alternativa pois concentrações elevadas são muito tóxicas. Outro fator que deve ser considerado é o Pré-embecimento que permite uma rápida concentração do mutagênico no interior das células, permitindo utilizar doses mais baixas, recomendação esta, feita por Mikaelson, Ahnston e Li (1968).

### 6.3. Efeito da Combinação do Tempo de Pré-embecimento em Água, Concentração de MMS, Tempo de Tratamento e Temperatura Durante o Tratamento com a Solução Mutagênica

No Experimento preliminar MMS-1 foi observado o elevado dano fisiológico provocado por este mutagênico nas concentrações de 0,05% e 0,10% quando media-se a porcentagem de germinação. Embora os agentes alquilantes metilados sejam mais efetivos que os etilados, os primeiros são tóxicos as células, tendo-se que utilizá-los em baixas concentrações (Kamra & Brunner, 1970 a).

As curvas para comprimento relativo da raiz, altura da plantinha e sobrevivência mostram o elevado dano fisiológico provocado principalmente na concentração de 0,10% (Figuras 30 a 35).

As concentrações de 0,025% e 0,050% utilizadas no Experimento MMS-2 não resultaram em efeitos tão drásticos como a de 0,10% utilizada no Experimento MMS-1.

Foi encontrado no experimento MMS-2 uma diminuição na porcentagem de germinação com o aumento do período de pré-embecimento por permitir uma difusão mais rápida do mutagênico nas sementes. A porcentagem de germinação decresceu com o aumento da concentração tempo

.....

de tratamento e temperatura durante o tratamento. A porcentagem de germinação das sementes tratadas com MMS nas doses referidas apresentaram valores inferiores aos obtidos por EMS nas concentrações de 0,06% e 0,12% nas mesmas condições de tratamento.

A dose de um mutagênico químico depende principalmente dos parâmetros concentração, tempo de tratamento e temperatura durante o tratamento (Kamra e Brunner, 1970c).

Pode-se afirmar que um aumento em qualquer um destes parâmetros implica em aumento da dose. Pelos resultados observados pode-se afirmar que obteve-se uma redução do comprimento da raiz com o aumento da dose de MMS. De modo geral as sementes pré-embebidas foram mais sensitivas que as secas, com exceção da curva para 12 horas de pré-embeimento da Figura 39. Esta discrepância pode ser devido ao fato das sementes que eram pré-embebidas e após tratadas com a solução mutagênica, se acrescentava ao tubo contendo a água de pré-embeimento a solução de MMS com a concentração em dobro e após por agitação se obtinha a concentração desejada. Uma não uniformização da concentração pode acarretar uma concentração inferior a desejada próxima as sementes a serem tratadas.

O comprimento da raiz das sementes tratadas com MMS a 0,025% e 0,050% foi de modo geral superior aos obtidos com EMS a 0,06% e 0,12% nas mesmas condições de tratamento. Tal fato concorda com as afirmações de Kamra e Brunner (1970c).

A altura da plantinha apresentou valores mais baixos que os encontrados para EMS, mas as plantinhas apresentaram de modo geral valores mais ou menos uniformes, com exceção dos tratamentos que levaram a letalidade.

A altura da plantinha foi reduzida com o aumento da dose, com exceção da curva apresentada na figura 43 para 12 horas de pré-embeimento; esta exceção já foi discutida no parágrafo referente a germinação.

A porcentagem de Sobrevivência de modo geral decresceu com o aumento da concentração de MMS, tempo de tratamento e temperatura durante o tratamento. O pré-embeimento tornou as sementes mais

sensitivas.

A menor sobrevivência de MMS em relação EMS, é justificada pela maior toxicidade do MMS, mesmo em concentrações mais baixas. Entretanto o MMS não se apresenta tão tóxico como é citado na literatura, confirmando os resultados obtidos em Arabidopsis por Jacobs (1964).

Foi encontrado por Jacobs (1965), que MMS nas concentrações de 0,08% e 0,04% e 0,0182% tratando sementes de Arabidopsis por 3 horas produzia mais danos fisiológicos e morte em doses similares às utilizadas com outros sulfonatos.

De modo geral MMS, produziu mais danos fisiológicos, pois se utilizou uma concentração bem inferior a utilizada por EMS e com exceção de comprimento de raiz os danos causados por MMS foram superiores aos causados por EMS.

Ambos mutagênicos, EMS e MMS, entretanto de modo geral causaram mais danos fisiológicos com o aumento da dose.

#### 6.4. Efeito da Combinação do Tempo de Pré-embecimento em Água, Concentração de NMU, tempo de Tratamento e Temperatura Durante o Tratamento com a solução Mutagênica.

As Tabelas 22 e 23 mostram o efeito fisiológico elevado causado por NMU mesmo quando utiliza-se baixas concentrações (0,005%).

Muller (1965 b) encontrou resultados idênticos sobre a inibição do comprimento da raiz e frequência de mutação com EMS e nitrosamidas.

Considerando-se que todas as sementes utilizadas neste trabalho foram obtidas no início do experimento de 10 plantas, acreditamos que os resultados obtidos não concordaram com os de Muller (1965 b) por as sementes terem sofrido um processo de envelhecimento tomando as sementes sensibilizadas a tratamento com mutagênicos.

Foram colhidas sementes de 10 plantas, estimando-se ser mais do que suficiente para a realização deste trabalho. Por termos realizado 4 experimentos com raios-gama e um preliminar com cada mutagênico químico, nos faltou semente não sendo possível repetir-se os experimentos com NMU em menores concentrações.

.....



6.5. Comparação da Eficiência Fisiológica de Mutagênicos Químicos - Alquilantes EMS, MMS e NMU em Relação a Raios Gama

Em muitos trabalhos são comparados os mutagênicos físicos e químicos, mostrando-se que os químicos são mais eficientes que as radiações. (Ehrenberg, Gustafsson e Lundqvist, 1961; Ehrenber, Lundqvist e Strom, 1958; Henner, Koujak, Nilon e Legault, 1960; Louvellen e Howarth, 1959; Osone 1966).

As comparações realizadas na maioria dos casos comparam os efeitos de mutagênicos físicos e químicos em sementes secas. No presente trabalho comparamos os efeitos destes mutagênicos sobre sementes em curso de germinação, pois sementes secas, pré-embecidas por 12 horas ou 24 horas a 20°C, eram tratadas com os mutagênicos.

Muller e Valencia (1951) cit em Bacq e Alexander, (1961) sugerem a RBE para se comparar eficiência biológica de mutagênicos distintos.

Utilizando-se a relação apresentada no item 4.11 pode-se comparar os efeitos dos mutagênicos químicos utilizados com raios-gama.

Para sementes secas se utilizou uma dose de raios-gama - testemunha diferente para as sementes pré-embecidas por 12 ou 24 horas por serem as doses que causaram redução do comprimento da raiz em 50% eram diferentes. Este caráter, comprimento da raiz, foi tomado como padrão para se escolher as doses testemunhas por se verificar que o comprimento da raiz de Arabdopsis era o caráter medido mais sensível a irradiação.

Contant e Dankert (1968 c) compararam raios-gama, neutrons rápidos e EMS, testando-se as médias diferiam ou não significativamente, não sendo possível tal tipo de comparação pela natureza como foi conduzido este trabalho.

Ao compararmos os mutagênicos químicos com os físicos, devemos ter em conta que estamos analisando os efeitos fisiológicos-danos, logo aquelas RBE superiores a um mostraram um dano fisiológico maior, causado pelo mutagênico químico em estudo que a dose de raios-gama utilizada como testemunha. Valores iguais a um significam que ambos mutagênicos físicos e químicos causam os mesmos danos fisiológicos.

.....

Os valores inferiores a um demonstraram o maior dano fisiológico como sendo causado por raios gama.

Quando comparou-se EMS com raios gama verificou-se que na maioria dos casos os raios gama causam mais danos que EMS. Nos casos em que EMS causou um dano fisiológico maior estes influenciaram principalmente sobre germinação e altura da plantinha. Na Tabela 25 verifica-se que os tratamentos 24-0,12-12-30, 24-0,12-24-20 e 24-0,12-24-30 deram uma RBE com valor nulo, causando letalidade, isto é, o dano fisiológico máximo.

Quando MMS é comparado com raios-gama (Tabela 26) encontrou-se um maior dano fisiológico causado por MMS na maioria dos casos que as doses de raios-gama testemunhas. Assim, MMS causa maiores danos sobre germinação, seguindo-se na ordem, comprimento de raiz, altura da plantinha e sobrevivência, respectivamente.

Os resultados encontrados em Arabidopsis confirmam as informações que se tem sobre outras plantas nas quais MMS é mais tóxico, causando mais danos fisiológicos que EMS, também fica evidenciado a menor toxicidade de EMS, causando menos danos fisiológicos que é o desejado, acompanhado de uma elevada taxa de mutação.

O tratamento 24-0,050-24-30 de MMS, provocou letalidade, pois tal tratamento apresenta a maior concentração, temperatura e tempo de tratamento, bem como com o período de pré-embecimento de 24 horas que torna as sementes mais sensitivas.

Foi encontrado que NMU apresenta-se com o mais tóxico dos três mutagênicos, causando letalidade em todas as sementes tratadas. Os dois tratamentos que germinaram (Tabela 22) acredita-se serem devido ao problema de falta de uniformização na concentração da solução mutagênica. Entretanto, pelo processo de envelhecimento sofrido pelas sementes, que provocam um aumento de sensitividade não permitiu obter-se informações comparáveis a EMS e MMS.

## 7. Resumo e Conclusões

7.1. O presente trabalho foi realizado utilizando-se a crucífera Arabidopsis thaliana (L.) Heynh com o objetivo de serem avaliados os danos fisiológicos causados por raios-gama ( $^{60}\text{Co}$ ) e os agentes alquilantes metano sulfonato de etila (EMS), metano sulfonato de metila (MMS) e N-nitroso-N-metil uretano (NMU), como serem comparados entre si, que se combinou em fatorial, períodos de pré-embecimento, concentração, tempo de tratamento e temperatura no tratamento com substâncias alquilantes. Foi levado em consideração o efeito sobre germinação, (84 h após a sementeira) comprimento da raiz (180 horas após a sementeira), altura da plantinha (180 horas após a sementeira) e sobrevivência (252 horas após a sementeira).

7.2. Nos ~~tratamentos~~ com raios-gama foi **observado** que de um modo geral, com o aumento da dosagem, a germinação e comprimento da raiz ~~diminuíram~~. O comprimento da raiz é menos radioresistente do que a germinação.

7.3. O pré-embecimento torna as sementes de Arabidopsis mais sensíveis a irradiação, sendo de modo geral o dano fisiológico maior, nos maiores períodos de pré-embecimento.

7.4. A dose de 150 KR foi encontrada como sendo a dose capaz de reduzir de 50% o comprimento da raiz quando se irradia sementes dormientes e a dose de 30 KR para sementes pré-embecidas por 12 e 24 horas.

7.5. As sementes pré-embecidas em água por 12 e 24 horas mostraram-se mais sensíveis ao EMS. A germinação, comprimento da raiz, altura da plantinha e sobrevivência foram de modo geral reduzidas com o aumento da concentração, tempo de tratamento e temperatura. O aumento da temperatura e do tempo de tratamento provocam danos fisiológicos menores. Altura da plantinha foi o caráter **menos afetado** por EMS quando comparado com os demais observados neste trabalho.

7.6. As sementes pré-embecidas em água por 12 e 24 horas mostraram-se mais sensíveis ao MMS.

A germinação, comprimento da raiz, altura da plantinha e sobrevivência foram reduzidas com o aumento da concentração. O comprimento da raiz foi o caráter que sofreu o maior dano.

.....

7.7. As porcentagens de germinação das sementes tratadas por MMS nas concentrações de 0,025% e 0,050% foram inferiores as obtidas por EMS nas concentrações de 0,06% e 0,12% nas mesmas condições de tratamento.

7.8. O comprimento da raiz das sementes tratadas por MMS nas concentrações de 0,025% e 0,50% foi superior ao obtido por EMS nas concentrações de 0,06% e 0,12% nas mesmas condições de tratamento.

7.9. A altura da plantinha das sementes tratadas por MMS nas concentrações de 0,025% e 0,050% apresentou valores menores que os encontrados para EMS nas concentrações de 0,06% e 0,12%, nas mesmas condições de tratamento.

7.10. MMS nas concentrações de 0,025% e 0,50% provocou uma sobrevivência menor que EMS nas concentrações de 0,06% e 0,12%, nas mesmas condições de tratamento.

7.11. NMU provocou o maior dano fisiológico mesmo quando utilizado sob baixa concentração: 0,005%.

7.12. Os tratamentos de sementes de Arabidopsis com EMS e MMS provocam relativamente poucos danos fisiológicos a 0,06% e 0,025%, respectivamente em sementes pré-embebidas por 12 horas e tratadas por um período de 12 horas a 20°C.

7.13. EMS causa menos danos fisiológicos do que raios-gama sobre comprimento da raiz e germinação e mais danos fisiológicos do que raios-gama sobre germinação e altura da plantinha.

7.14. MMS causa mais danos fisiológicos do que raios gama na seguinte ordem: germinação, comprimento da raiz, altura da plantinha e sobrevivência, respectivamente.

## 8. Summary and Conclusions

- 8.1. The present work was performed by using Arabidopsis thaliana (L.) Heynh with the objective to evaluate the physiological damages caused by gamma-rays ( $^{60}\text{Co}$ ) and by alkylating agents - ethyl-methane-sulfonate (EMS), methyl-methane-sulfonate (MMS) - and N-Nitroso-N-Metil Uretano (NMU) and to compare them, what was done with factorial treatment, pre-soaking, concentration, duration and temperature on the treatment with alkylating substances. It was considered the effect of germination (84 hours after sowing) root length (180 hours after sowing) seedling height (180 hours after sowing) and survival (252 hours after sowing).
- 8.2. In the gamma-rays treatments it was generally observed decreased germination and root length with a increased doses. The root length is less radio-resistant than the germination.
- 8.3. The pre-soaking makes the seeds of Arabidopsis more sensitive to irradiation being the physiological damage greater at the longest periods of pre-soaking.
- 8.4. It was observed that the dosage of 150 KR was sufficient to reduce the root length of dormant seeds at 50%. The dosege has to be only 30 KR when the seeds were pre-soaked during 12-24 hours.
- 8.5. It was observed that the seeds pre-soaked during 12-24 hours were more sensitive to EMS. The germination, root length, seedling height and survival were generally reduced with increased concentration, duration of treatment and temperature. The increase of temperature and treatment duration provokes less physiological damages. Seedling height was the less affected character, when compared with the others observed in this work.
- 8.6. The seeds pre-soaked for 12-24 hours were observed to be more sensitive to MMS. The germination, root length, seedling height and survival were reduced with increased concentration. The character that was more affected was the root length.
- 8.7. The percent of seed germination treated by MMS at concentrations of 0,025% and 0,050% was lower than the on obtained by EMS at concentrations of 0,06% and 0,012%, at the same conditions of treatment.

8.8. The root length of seeds treated by MMS at concentrations of 0,025% and 0,5% was superior than the one obtained by EMS at concentrations of 0,06% and 0,02% at the same conditions of treatment.

8.9. The seedling height of seeds treated by MMS at concentrations of 0,025% and 0,5% present lower values than that ones observed of EMS at concentrations of 0,06% and 0,12% at the same conditions of treatment.

8.10. MMS at concentrations of 0,025% and 0,5% caused a lower survival than EMS at concentrations of 0,06% and 0,12% at the same conditions of treatment.

8.11. MMS caused the greatest physiological damage, although when used at low concentration 0,005%.

8.12. The treatments of Arabidopsis seeds with EMS e MMS caused relatively little physiological damages at 0,06% and 0,025%, respectively with seeds presoaked for 12 hours and treated for a period of 12 hours at 20°C.

8.13. EMS causes less physiological damages than gamma-rays on root length and germination and more physiological damages than gamma-rays on germination and seedling height.

8.14. MMS causes more physiological damages than gamma-rays in the following order: germination-root length, seedling height and survival respectively.

9. Literatura Citada

- AUERGACH, G., 1943. Drosophila melanogaster: New mutants. Chemically induced mutations and rearrangements. Dros. Inf. Serv. 17: 48-50 in Gaul, H., 1964. Induced mutations in plant breeding. Genetic today: 689-709.
- BACQ, Z. M. & ALEXANDER P., 1961. Fundamentals of Radiobiology. N.Y. - Pergamon Press. 555p.
- BARTHELMESS, I., 1967. Arabidopsis thaliana (L.) Heynh. a suitable - object to study ~~genotype~~ environmental interactions. AIS\* 4 - 22-23.
- BERGER, B., 1965. The taxonomic confusion within Arabidopsis and - allied genera. Arabidopsis Research (Rep. Int. Symp. Göttingen; Ed. G. Röbbelen) p. 19-25.
- BONOTTO, S., 1966. A modification of Müller's experimental device for obtaining a growth of the primary roots of Arabidopsis thaliana (L.) Heynh. under controlled conditions. Experientia 22:481.
- \_\_\_\_\_, JACOBS M, LEDOUX L., 1965. A preliminary study on the penetration and the translocation of a highly polymerized heterologous <sup>3</sup>H-DNA in Arabidopsis thaliana (L.) Heynh. Arabidopsis Research (Rep. Int. Symp. Göttingen; Ed. G. Röbbelen) p. 154-164.
- CANDOLLE, A. P. DE, 1825, Prodomus Systematis Regni Vegetabilium in - Berger, B., 1965. The taxonomic confusion within Arabidopsis and - allied genera. Arabidopsis Research (Rep. Int. Symp. Göttingen; Ed. G. Röbbelen) p. 19-25.
- DELT, I., 1966. Some developmental features in natural populations of Arabidopsis thaliana (L.) Heynh. Arabidopsis Research (Rep. Int. - Symp. Göttingen; Ed. G. Röbbelen) p. 46-52.
- \_\_\_\_\_, ROLICHOVÁ-DOBROVOLNÁ J. & DROSKOVÁ M., 1970. A simple technique of uniform soil culture for the study of developmental physiology and genetics in Arabidopsis thaliana (L.) Heynh. AIS 7: 35-36.
- CONTANT, R. B., 1966 a. Fast neutron irradiation of dry and pre-soaked Arabidopsis seed. AIS 3:25.
- \_\_\_\_\_, 1966 b Arabidopsis seedling growth for radiobiological studies. AIS 3: 34-35.
- \_\_\_\_\_, 1968. Changes in sensitivity of seeds to fast neutrons in the course of germination. AIS 5:39-40.
- \_\_\_\_\_ & DANKERT R., 1968 a. Effects of storage on dry irradiated Arabidopsis seeds. AIS 5:40-41.
- \_\_\_\_\_ & \_\_\_\_\_, 1968 b. Absence of a relation between - early root growth and late of flowering in seed-irradiated - Arabidopsis. AIS 5:41.
- \_\_\_\_\_ & \_\_\_\_\_, 1968 c. Comparison of effects on quantitative characters in the M1 of Arabidopsis after seed treatments with fast neutrons, gamma-rays and EMS. AIS 5:41-43.
- EHRENBERG, E., GUSTAFSSON & LUNDQVIST. U., 1961. Viable mutants induced in barley by ionizing radiations and chemical mutagens Hereditas 47: 243-282.
- \_\_\_\_\_, LUNDQVIST U. & STRON. G., 1958. The mutagenic action of ethylene imine in barley. Hereditas 44:330-336.
- FEENSTRA, W. J., 1965. Remarke on sterile culturing. AIS 2:33.

.....

- \_\_\_\_\_, 1967. Harvesting large quantities of seed. AIS 4:62.
- GAUL, H. 1963. Mutationen in der Pflanzeng Züchtung, Z Pflzücht. 50, -  
194-307
- \_\_\_\_\_, 1964. Induced mutations in plant breeding. Genetic today: -  
689-709.
- \_\_\_\_\_, 1970. Mutagen effects observable in the first generation: -  
Plant injury and lethality. Manual on mutation breeding IAEA, -  
Vienna p. 85-89.
- GOPAL-AYENGAR, A. R., RAD N.S. & JOSHUA D.C., 1969. Modification of -  
the efficiency of diethyl sulphate in rice seeds presoaked in water.  
Induced mutations in plants. IAEA, Vienna p. 271-280.
- GOUD, J. V., 1968. Effectiveness of different mutagens in single and -  
combined treatments. Genética 39:229-236.
- HARLE, J. R., 1972. An improved method for the culture of Arabidopsis -  
on artificial media in petriplates. AIS 9:34-35.
- HAYEK, A. V., 1910-11. Beik. Bot. Zentralli. 27:127-335 in Berger, B.,  
1965. The taxonomic confusion within Arabidopsis and allied genera.  
Arabidopsis Research (Rep. Int. ~~Simp.~~ Göttingen; Ed. G. Robbelen) -  
p. 19-25
- HEGI, G., 1906. Illustrated flora van mittel Europa. J. F. Lehmann -  
Vig. München in Rédei, G.P., 1970. Arabidopsis thaliana (L.) Heynh  
A review of the genetics and biology. Bibliographia Genetica 20: -  
1-151
- HEINER, R. E., KONZAK C. F., NILAN R.A. & LEGAULT R.R., 1960. Diverse  
rations of mutations to chromosome aberration in barley treated -  
with diethyl sulfate and gamma rays. Proc. Natl. Acad. Sci. USA 46:  
1215-1221.
- HESLOT, H., 1970. Chemical mutagens:review of main mutagenic compounds.  
Manual on mutation breeding. IAEA, Vienna p. 53-62.
- \_\_\_\_\_, & FERRARY R., 1961. Induction de mutation chez l'org. Efficacite  
relative des rayon gamma, du sulfate d'ethyle, dumethane sulfonate  
d'ethyle et de quelques autres substances. Effects of ionizing  
radiation on seeds. IAEA, Vienna p. 239-243.
- HOFFMANN, P. , 1965. Chlorophyll formation and photosynthesis in -  
Arabidopsis thaliana (L.) Heynh. Arabidopsis Research (Rep.Int. ~~Symp.~~  
Göttingen; Ed. G. Robbelen, p. 128-130.
- HUSSEIN, H.A.S., 1973 Test for allelism or close linkage among genes for  
flowering time in Arabidopsis thaliana (L.) Heynh. Egyptian Journal  
of Genetics and Cytology 2:1-9.
- IVANOV, V. I., SANINA A. V. & TIMOFEEFF-RESSOVSKY H. A., 1969. Action  
of gamma radiation on dormant, soaking and presoaked Arabidopsis -  
seeds. AIS 6:25.
- JACOBS, M., 1964. Studies on the activity and specificity of some che-  
mical mutagens. AIS 1:19-20.
- \_\_\_\_\_, 1965. Mutagenicity of some monofunctional alkylating agen-  
ts. Arabidopsis Research (Rep. Int. Symp. Göttingen; Ed. G. Robbe-  
len) p. 184-191.
- KAMRA, O.P. & BRUNNER H., 1970a. Chemical mutagens: Mode of action. Ma-  
nual on mutation breeding. IAEA, Vienna p. 62-64.
- \_\_\_\_\_, & \_\_\_\_\_, 1970 b. Chemical mutagens: Methods of treat-  
ment. Manual on mutation breeding. IAEA, Vienna p. 64-66.



- \_\_\_\_\_ & \_\_\_\_\_, 1970 c. Chemical mutagens: Dose. Manual on Mutation breeding. IAEA, Vienna p. 66-69.
- \_\_\_\_\_ & \_\_\_\_\_, 1970 d. Chemical mutagens: Modifying factors Manual on mutations breeding. IAEA, Vienna p. 69-72.
- KRIBBEN, F. J. 1965 Interspecific hybridization with Arabidopsis. - Arabidopsis Research (Rep. Int. Symp. Gottingen; Ed. G. Robbelen) - p. 26-30.
- LAIBACH, F., 1907. Zur frage nach der individualität der Chromosomen - in Pflanzenreich. Beih. Bot. Cbl 1 Abt. 22: 191-210 in Rédei, G.P., 1970. Arabidopsis thaliana (L.) Heynh. A review of the genetics and biology. Bibliographia Genetica 20:1-151
- \_\_\_\_\_, 1943. Arabidopsis thaliana (L.) Heynh. Als objekt für - Genetische und entwicklungsphysiologische Untersuchungen. Bot. Arch. 44:439-455 in Rédei, G.P., 1970. Arabidopsis thaliana (L.) - Heynh. A review of the Genetics and biology. Bibliographia Genetica 20:1-151.
- LANGRIDGE, J., 1957. The aseptic culture of Arabidopsis thaliana (L.) - Heynh. Aust. J. Biol. Sci. 10:243-252. in Rédei, G.P., 1970. - Arabidopsis thaliana (L.) Heynh. A review of the genetics and biology. Bibliographia Genetica 20:1-151.
- LAWRENCE, C. W., 1966, Large scale culture of Arabidopsis. AIS 3:36.
- \_\_\_\_\_, & J. W. SNAPE (1971) The breeding system of - Arabidopsis thaliana. AIS 8:6.
- LEDoux, L. & JACOBS M., 1969. Fate of exogenous DNA during growth and development of Arabidopsis. AIS 6:7-8.
- LEE-CHEN, S. & D. BURGER, 1967. The locations of linkage groups on the chromosomes of Arabidopsis trisomic method. AIS 4:4-5.
- \_\_\_\_\_, & STEINITZ-SEARS L.M., 1964. The location of linkage groups in Arabidopsis thaliana. Can. J. Genet. Cytol. 9:381-384.
- LOVELESS, A. & HOWARTH S., 1959. Mutation of bacteria at high levels - of survival by ethyl methane sulfonate. Nature 184:1780-1782.
- MACCOUN, J., 1883. Geological survey of Canada Catalogue of Canadian - plants. Dawson Brothers. Montreal. in Rédei, G. P., 1970. - Arabidopsis thaliana (L.) Heynh. A review of the genetics and biology. Bibliographia Genetica 20:1-151.
- MARTIUS, C.F.P. De & EICHLER, A. G., 1841-1872. Flora Brasiliensis. Reprinted 1967. Cramer Vig. in Rédei, G.P., 1970. Arabidopsis - thaliana (L.) Heynh. A review of the genetics and biology. Bibliographia Genetica. 20: 1-151.
- MCKELVIE, A.D., 1962. Differential response to mutagens in Arabidopsis thaliana. Nature (London) 195:409-410.
- \_\_\_\_\_, 1965. Linkage studies with Arabidopsis. Arabidopsis - Research (Rep. Int. Symp. Gottingen; Ed. G. Robbelen) p. 79-82.
- MIKAEUSEN, K., 1969. Influence of mitotic stage on the effectiveness - of mutagen treatments. Induced Mutations in Plants. IAEA. Vienna - p. 245-249.
- \_\_\_\_\_, AHNSTION G. & LI W. C., 1968. Genetic effects of Alkylating agents in barley. Influence of post-storage, metabolic state - and pH of mutagen solution. Hereditas 59:363.
- MIKOLAJ, P. & GRIFFING B., 1971. Growth of Arabidopsis thaliana in miniature containers. The Journal of Heredity 62:54-57.

- MÖLLER, A. J., 1964. Reimwurzelttest zur Bewertung des somatischen strahlens chadens bei Arabidopsis. Kulturpflanze 12:237-255.
- \_\_\_\_\_, 1965 a. Embryonentest zum Nachweis rezessiver Letalfaktoren bei Arabidopsis thaliana. Biol. Zbl. 83:133-163.
- \_\_\_\_\_, 1965 b. Comparative studies on the induction of recessive lethals by various mutagens. Arabidopsis Research (Rep. Int. Symp. Göttingen; Ed. G. Robbelen) p. 192-199.
- \_\_\_\_\_, 1966. Mutation experiments with EMS. AIS 3:22-23.
- \_\_\_\_\_, 1967. Changes in the EMS of the shoot meristem of seeds during imbibition and germination. AIS 4:42.
- MULLER, H. J., 1927 - Artificial transmutation of the Gene-Science 66: 84-87 in Gaul, H., 1964. Induced mutations in plant breeding. Genetic today: 689-709.
- NAPP-ZINN, K. & BERSET D. 1966. Kultur von Arabidopsis-Blattstecklingen. AIS 3:37.
- OEJIKERS, F., 1943. Die auslösung von chromosomen mutationem in der meions durch einwirkung von chemikalien. Z. Induktive Abstammungs- u. Vererbungslehre 81:313-341 in Gaul, H., 1964. Induced mutations in plant breeding. Genetic today: 689-709
- OSONE K. 1966. Comparison of mutagenic effects of ethylene imine and ionizing radiations on rice. Gamma Field Symposia 5:53-61.
- RATCLIFFE, D., 1965. The geographical and ecological distribution of Arabidopsis and comments on physiological variation. Arabidopsis - Research (Rep. Int. Symp. Göttingen; Ed. G. Robbelen) p.37-45.
- REDEI, G. P., 1962. Supervital mutants of Arabidopsis. Genetics 47:443-460.
- \_\_\_\_\_, 1964. New bioassay for vitamin B<sub>1</sub>. AIS 1:24.
- \_\_\_\_\_, 1965. Genetic control of subcellular differentiation. Arabidopsis Research (Rep. Int. Symp. Göttingen; Ed. G. Robbelen, p. 119-127.
- \_\_\_\_\_, 1967. Planting seed suspension. AIS 4:64.
- \_\_\_\_\_, 1968. Arabidopsis for the classroom. AIS 5:5-7.
- \_\_\_\_\_, 1970 a. Arabidopsis thaliana (L.) Heynh. A review of the genetics and biology. Bibliographia Genetica 20:1-151.
- \_\_\_\_\_, 1970 b. Arabidopsis thaliana (L.) Heynh. in the western-Hemisphere. AIS 7:3-4.
- \_\_\_\_\_, & Y. HIRONO, 1964. Linkages Studies. AIS 1:9-10.
- \_\_\_\_\_, & PENY C.M., 1971. Submerged aseptic culture of intact plants in liquid medium. AIS 8:34.
- \_\_\_\_\_, & ZUBER M. S., 1967. Arabidopsis as an indicator of soil fertility. AIS 4:28.
- REINHOLZ, E., 1972 a. Vegetative reproduction. AIS 9:37.
- \_\_\_\_\_, 1972 b. A space flight experiment with Arabidopsis. AIS 9:38.
- ROBBELEN, G., 1964. Sensitivity pattern of germination in chemomutagenesis. AIS 1:18.
- \_\_\_\_\_, 1971. Further data on the extent of outcrossing in Arabidopsis. AIS 8:7.
- SALISBURY, E. J. (1942) The Reproductive Capacity of Plants. G. Bell and Sons Ltd. London. in Redei G. P., 1970. Arabidopsis thaliana (L.) Heynh. A review of the genetics and biology. Bibliographia Genetica 20:1-151.

- SAVIN, V.N., STEPANENKO O.G. & STOLEBNIKOVA I.V., 1970. A new medium -  
for growing Arabidopsis thaliana. AIS 7:37.
- SMITH, G. F. & KERSTEN H., 1942. Root modifications induced in Zea -  
mays seedlings by irradiating dry seeds with soft X-Rays. Plant -  
Physiology 17:455-464.
- SNAPE, J.W. & LAWRENCE M.J., 1971. The breeding system of Arabidopsis  
thaliana. Heredity 27:299-302.
- SPARROW, A. H. & MUKSCHE J.P., 1961. Correlation of nuclear volume and  
DNA content with higher plant tolerance to chronic radiation. Scien-  
ce 134: 282-283.
- SROKA, P.F., 1967. Use of Arabidopsis for mineral nutrition experimen-  
ts. AIS 4: 26-27.
- STEINITZ-SEARS, L.M., 1962. Chromosome studies in Arabidopsis. Amer. -  
J. Bot. 49:663-664.
- \_\_\_\_\_, 1963. Chromosome studies in Arabidopsis thaliana  
Genetics 48:483-490.
- \_\_\_\_\_, 1964. Chromosome studies in Arabidopsis thaliana  
Chromosomes today. 19:263.
- \_\_\_\_\_, 1966. Fixation of cytological material. AIS 3:36
- \_\_\_\_\_ & LEE-CHEN S., 1968. Chromosome studies in -  
Arabidopsis thaliana. AIS 5:55.
- TAVCAR, A. , 1965. Gamma-ray irradiation of seeds of wheat, barley -  
and in breeds of maize and the formation of some useful point muta-  
tions... Rad Bot. 5 (Suppl.):159-174.
- VAN DER VEEN, J. H. 1965 a. Genes for late flowering. AIS 2:5-6.
- \_\_\_\_\_, 1965 b. Genes for late flowering in Arabidopsis -  
thaliana. Arabidopsis Research (Rep. Int. Symp. Göttingen; Ed. G. -  
Röbbelen) p. 62-71.
- \_\_\_\_\_, 1967. Uniform cultures in soil: a comment. AIS -  
4:63.
- VELEMINSKY, J. & GICHNER, T., 1964. Sterile culture of Arabidopsis on  
agar medium. AIS 1:34-35
- \_\_\_\_\_, 1964. Sterile culture of Arabidopsis on  
agar medium. AIS 1.34-35.
- VELIKANOV, L.P. & PUMPIANKKAYA S.L., 1970. Aseptic culture of  
Arabidopsis thaliana (L.) Heynh. AIS 7:36.
- WALLES, S. & AHNSTROM G., 1965. Correlation between the mutation fre-  
quency and the alkylation of deoxyribonucleic acid upon treatment -  
of seeds of Arabidopsis thaliana with ethyl methane sulphonate. -  
Arabidopsis Research (Rep. Int. Symp. Göttingen; Ed. G. Robbelen) -  
p. 165-170.
- \* AIS- Designa Arabidopsis Information Service. Revista publicada -  
anualmente por Dr. Gerhard Röbbelen, Uni. of Göttingen, -  
Göttingen, W. Germany.

Tabela 1 - Resultados gerais do Experimento RG-1: Germinação

Tratamento	Germinação
0 (controle)	100,00%
0 - 100*	85,30%
0 - 200	75,06%
0 - 300	76,56%
0 - 400	63,88%
12- 0 (controle)	100,00%
12- 100	6,28%
12- 200	2,94%
12- 300	3,91%
12- 400	2,94%
24- 0 (controle)	100,00%
24- 100	14,46%
24- 200	3,62%
24- 300	10,43%
24- 400	0,00%

\* 0 - 100 ... 0 (zero) horas de pré-embobimento e dose de 100 KR de raios gama

Tabela 2 - Resultados gerais do Experimento RG-1: Comprimento da raiz

Tratamento	Comprimento da Raiz em cm.	Comprimento relativo da raiz
0 (controle)		
Rep. 1*		
Rep. 2	1,25 ± 0,09	
Rep. 3	1,41 ± 0,11	
$\bar{x}$	1,33 ± 0,07	100,00%
0 - 100***		
Rep. 1	1,06 ± 0,05	
Rep. 2		
Rep. 3	1,16 ± 0,08	
$\bar{x}$	1,11 ± 0,05	83,46%
0 - 200		
Rep. 1	0,30 ± 0,02	
Rep. 2	0,42 ± 0,04	
Rep. 3	0,38 ± 0,03	
$\bar{x}$	0,37 ± 0,02	27,82%
0 - 300		
Rep. 1	0,17 ± 0,01	
Rep. 2	0,20 ± 0,01	
Rep. 3	0,18 ± 0,01	
$\bar{x}$	0,18 ± 0,01	13,53%
0 - 400		
Rep. 1	0,18 ± 0,01	
Rep. 2	0,17 ± 0,01	
Rep. 3	0,18 ± 0,01	
$\bar{x}$	0,18 ± 0,00	13,53%
12 - 0 (controle)		
Rep. 1	1,10 ± 0,10	
Rep. 2	0,90 ± 0,08	
Rep. 3		
$\bar{x}$	1,00 ± 0,06	100,00%
12 - 100		
Rep. 1	0,14 ± 0,01	
Rep. 2		
Rep. 3	0,07 ± 0,01	
$\bar{x}$	0,11 ± 0,01	11,00%
12 - 200		
Rep. 1		
Rep. 2	0,16 ± 0,01	
Rep. 3		
$\bar{x}$	0,16 ± 0,01	16,00%

Tabela 2 - continuação

Treatmento	Comprimento da Raiz em cm.	Comprimento relativo da raiz
12 - 300		
Rep. 1	0,10 + 0,01	
Rep. 2	0,13 + 0,01	
Rep. 3	0,08 + 0,01	
$\bar{x}$	0,10 - 0,01	10,00%
12 - 400		
Rep. 1	0,10 + 0,01	
Rep. 2	0,12 + 0,01	
Rep. 3		
$\bar{x}$	0,11 + 0,01	11,00%
24 - 0 (controle)		
Rep. 1	0,77 + 0,07	
Rep. 2	0,61 + 0,06	
Rep. 3	0,71 + 0,05	
$\bar{x}$	0,70 + 0,04	100,00%
24 - 100		
Rep. 1	0,05 + 0,01	
Rep. 2	0,13 + 0,01	
Rep. 3	0,11 + 0,01	
$\bar{x}$	0,10 + 0,01	14,29%
24 - 200		
Rep. 1	0,12 + 0,02	
Rep. 2	0,12 + 0,01	
Rep. 3	0,12 + 0,01	
$\bar{x}$	0,12 + 0,01	17,14%
24 - 300		
Rep. 1	0,12 + 0,01	
Rep. 2	0,12 + 0,01	
Rep. 3		
$\bar{x}$	0,12 + 0,01	17,14%
24 - 400		
Rep. 1	0,15 + 0,01	
Rep. 2	0,13 + 0,01	
Rep. 3	0,13 + 0,01	
$\bar{x}$	0,14 + 0,01	20,00%

\* Rep. 1... Repetição 1 (um)

\*\* ... Repetição perdida

\*\*\* 0 - 100 ... 0 (zero horas de pré embebedimento e dose de 100 KR de raios gama).

Tabela 3 - Resultados gerais do Experimento RG-2: Germinação

Tratamento	Germinação
0 (controle)	100,00%
0 - 50*	98,75%
0 - 100	104,70%
0 - 150	101,19%
0 - 200	100,00%
12- 0 (controle)	100,00%
12- 50	94,43%
12- 100	98,85%
12- 150	85,39%
12- 200	65,16%
24- 0 (controle)	100,00%
24- 50	101,36%
24-100	94,86%
24-150	92,37%
24- 200	102,36%

\* 0 - 50 ... 0 (zero) horas de pré-embobimento de dose de 50 KR de raios gama.

Tabela 4 - Resultados gerais do Experimento RG-2: Comprimento da Raiz

Tratamento	Comprimento da raiz em cm.	Comprimento relativo da raiz
0 (controle)		
Rep. 1*	1,26 + 0,04	
Rep. 2	1,28 + 0,09	
Rep. 3	1,32 + 0,06	
<u>x</u>	1,29 - 0,04	100,00%
0 - 50**		
Rep. 1	1,47 + 0,05	
Rep. 2	0,99 + 0,07	
Rep. 3	1,45 + 0,10	
<u>x</u>	1,30 - 0,05	100,78%
0 - 100		
Rep. 1	0,72 + 0,04	
Rep. 2	1,00 + 0,07	
Rep. 3	1,01 + 0,05	
<u>x</u>	0,91 - 0,04	70,74%
0 - 150		
Rep. 1	0,64 + 0,03	
Rep. 2	0,63 - 0,04	
Rep. 3		***
<u>x</u>	0,64 - 0,03	49,61%
0 - 200		
Rep. 1	0,39 + 0,02	
Rep. 2	0,38 + 0,03	
Rep. 3	0,33 + 0,02	
<u>x</u>	0,37 - 0,02	28,68%
12 - 0 (controle)		
Rep. 1	2,04 + 0,07	
Rep. 2	1,51 + 0,08	
Rep. 3	2,01 + 0,12	
<u>x</u>	1,85 - 0,06	100,00%
12 - 50		
Rep. 1	0,45 + 0,04	
Rep. 2	0,42 + 0,03	
Rep. 3	0,35 + 0,04	
<u>x</u>	0,41 - 0,02	22,16%
12 - 100		
Rep. 1		
Rep. 2	0,31 + 0,03	
Rep. 3	0,28 + 0,02	
<u>x</u>	0,30 - 0,02	16,22%



Tabela 4 - continuação

Tratamento	Comprimento da raiz em cm.	Comprimento relativo da raiz
12 - 150		
Rep. 1	0,17 $\pm$ 0,01	
Rep. 2	0,22 $\pm$ 0,01	
Rep. 3	0,21 $\pm$ 0,01	
$\bar{x}$	0,20 $\pm$ 0,01	10,81%
12 - 200		
Rep. 1	0,15 $\pm$ 0,01	
Rep. 2	0,17 $\pm$ 0,01	
Rep. 3	0,15 $\pm$ 0,01	
$\bar{x}$	0,16 $\pm$ 0,01	8,65%
24 - 0 (controle)		
Rep. 1	1,34 $\pm$ 0,13	
Rep. 2	1,56 $\pm$ 0,09	
Rep. 3		
$\bar{x}$	1,45 $\pm$ 0,08	100,00%
24 - 50		
Rep. 1	0,61 $\pm$ 0,05	
Rep. 2	0,47 $\pm$ 0,06	
Rep. 3	0,45 $\pm$ 0,03	
$\bar{x}$	0,51 $\pm$ 0,03	35,17%
24 - 100		
Rep. 1	0,23 $\pm$ 0,01	
Rep. 2	0,27 $\pm$ 0,01	
Rep. 3	0,19 $\pm$ 0,01	
$\bar{x}$	0,23 $\pm$ 0,01	15,86%
24 - 150		
Rep. 1	0,15 $\pm$ 0,01	
Rep. 2	0,16 $\pm$ 0,01	
Rep. 3	0,18 $\pm$ 0,01	
$\bar{x}$	0,16 $\pm$ 0,01	11,03%
24 - 200		
Rep. 1	0,16 $\pm$ 0,01	
Rep. 2	0,14 $\pm$ 0,01	
Rep. 3	0,17 $\pm$ 0,01	
$\bar{x}$	0,16 $\pm$ 0,01	11,03%

\* Rep. 1 ... Repetição 1 (um)

\*\* 0 - 50 ... 0 (zero) horas de pré-embobimento e dose de 50 KR de raios-gama

\*\*\* Repetição perdida

Tabela 5 - Resultados gerais do Experimento RG-3: Germinação

Tratamento	Germinação
0 - (controle)	100,00%
12 - 0 (controle)	100,00%
12 - 30	95,58%
12 - 35	96,32%
12 - 40	91,17%
12 - 45	88,96%
12 - 50	91,17%
24 - 0 (controle)	100,00%
24 - 30	90,65%
24 - 35	66,19%
24 - 40	69,79%
24 - 45	72,66%
24 - 50	70,50%

\* 0 - 30... 0 (zero) horas de pré-embobimento e dose de 30KR de raios gama.

Tabela 6 - Resultados gerais do Experimento RG-3: comprimento da Raiz

Tratamento	Comprimento da Raiz em cm.	Comprimento relativo da raiz
0 - (controle)		
Rep. 1*	1,22 + 0,09	
Rep. 2	0,92 + 0,08	
Rep. 3	0,96 + 0,06	
$\bar{x}$	1,03 - 0,05	100,00%
12-0 (controle)		
Rep. 1	0,98 + 0,07	
Rep. 2	1,13 + 0,08	
Rep. 3	1,02 + 0,06	
$\bar{x}$	1,04 - 0,04	100,00%
12 - 30**		
Rep. 1	0,40 + 0,03	
Rep. 2	0,26 + 0,03	
Rep. 3	0,34 + 0,04	
$\bar{x}$	0,33 - 0,02	31,73%
12 - 35		
Rep. 1	0,27 + 0,03	
Rep. 2	0,27 + 0,02	
Rep. 3	0,25 + 0,03	
$\bar{x}$	0,26 - 0,01	25,00%
12 - 40		
Rep. 1	0,19 + 0,02	
Rep. 2	0,16 + 0,01	
Rep. 3	0,18 + 0,02	
$\bar{x}$	0,18 - 0,01	17,31%
12 - 45		
Rep. 1	0,28 + 0,03	
Rep. 2	0,21 + 0,03	
Rep. 3	0,22 + 0,03	
$\bar{x}$	0,24 - 0,01	23,01%
12 - 50		
Rep. 1	0,31 + 0,03	
Rep. 2	0,20 + 0,03	
Rep. 3	0,20 + 0,02	
$\bar{x}$	0,24 - 0,01	23,01%
24 - 0 (controle)		
Rep. 1	1,06 + 0,07	
Rep. 2	1,01 + 0,06	
Rep. 3	0,97 + 0,07	
$\bar{x}$	1,01 - 0,04	100,00%

.....

Tabela 6 - continuação

Tratamento	Comprimento da Raiz em em cm.	Comprimento relativo da raiz
24 - 30		
Rep. 1	0,17 $\pm$ 0,02	
Rep. 2	0,27 $\pm$ 0,02	
Rep. 3	0,41 $\pm$ 0,04	
$\bar{x}$	0,28 $\pm$ 0,02	27,72%
24 - 35		
Rep. 1	0,24 $\pm$ 0,02	
Rep. 2	0,23 $\pm$ 0,02	
Rep. 3	0,18 $\pm$ 0,02	
$\bar{x}$	0,22 $\pm$ 0,01	21,78%
24 - 40		
Rep. 1	0,13 $\pm$ 0,01	
Rep. 2	0,18 $\pm$ 0,01	
Rep. 3	0,18 $\pm$ 0,01	
$\bar{x}$	0,16 $\pm$ 0,01	15,84%
24 - 45		
Rep. 1	0,14 $\pm$ 0,01	
Rep. 2	0,17 $\pm$ 0,01	
Rep. 3	0,16 $\pm$ 0,01	
$\bar{x}$	0,16 $\pm$ 0,01	15,84%
24 - 50		
Rep. 1	0,15 $\pm$ 0,01	
Rep. 2	0,16 $\pm$ 0,01	
Rep. 3	0,17 $\pm$ 0,01	
$\bar{x}$	0,16 $\pm$ 0,01	15,84%

\* Rep. 1 ... repetição 1 ( $\mu$ m)

\*\* 12-30 ... 12 horas de pré-embobimento e dose de 30 KR de raios gama.

Tabela 7 - Resultados gerais do Experimento RG-4 : Germinação

Tratamento	Germinação
0 - (controle)	100,00%
12 - 0 (controle)	100,00%
12 - 10*	101,26%
12 - 15	98,74%
12 - 20	94,93%
12 - 25	84,18%
12 - 30	95,57%
24 - 0 (controle)	100,00%
24 - 10	83,96%
24 - 15	97,93%
24 - 20	104,53%
24 - 25	97,13%
24 - 30	97,13%

\* 12 - 10 ... 12 horas de pré-embobimento e dose de 10 KR de raios gama.

Tabela 8 - Experimento RG-4: Comprimento da raiz

Tratamento	Comprimento da raiz em cm	Comprimento relativo da raiz
0 (controle)		
Rep. 1 *	1,30 + 0,06	
Rep. 2	1,52 + 0,07	
Rep. 3	1,24 + 0,07	
$\bar{x}$	1,35 - 0,04	100,00%
12 - 0 (controle)		
Rep. 1	1,28 + 0,08	
Rep. 2	1,54 + 0,10	
Rep. 3	1,76 + 0,11	
$\bar{x}$	1,53 - 0,06	100,00%
12 - 10**		
Rep. 1	0,93 + 0,06	
Rep. 2	0,63 + 0,05	
Rep. 3	0,62 + 0,04	
$\bar{x}$	0,73 - 0,03	47,71%
12 - 15		
Rep. 1	0,75 + 0,05	
Rep. 2	0,78 + 0,05	
Rep. 3	0,63 + 0,04	
$\bar{x}$	0,72 - 0,03	47,06%
12 - 20		
Rep. 1	0,43 + 0,03	
Rep. 2	0,41 + 0,03	
Rep. 3	0,36 + 0,02	
$\bar{x}$	0,40 - 0,01	26,14%
12 - 25		
Rep. 1	0,39 + 0,04	
Rep. 2	0,43 + 0,03	
Rep. 3	0,53 + 0,04	
$\bar{x}$	0,45 - 0,02	29,41%
12 - 30		
Rep. 1	0,51 + 0,05	
Rep. 2	0,53 + 0,06	
Rep. 3	0,53 + 0,06	
$\bar{x}$	0,52 - 0,03	33,99%
0 - 0 (controle)		
Rep. 1	1,56 + 0,10	
Rep. 2	1,47 + 0,09	
Rep. 3	1,74 + 0,11	
$\bar{x}$	1,59 - 0,06	100,00%

.....

Tabela 8 - Continuação

Tratamento	Comprimento da raiz em cm.	Comprimento relativo da raiz
24 - 0 (controle)		
Rep. 1		
Rep. 2	1,11 ± 0,07	
Rep. 3	1,08 ± 0,06	
$\bar{x}$	1,10 ± 0,05	100,00%
24 - 10		
Rep. 1	1,17 ± 0,08	
Rep. 2	1,12 ± 0,08	
Rep. 3	0,87 ± 0,06	
$\bar{x}$	1,05 ± 0,04	95,45%
24 - 15		
Rep. 1	0,88 ± 0,05	
Rep. 2	1,06 ± 0,06	
Rep. 3	0,99 ± 0,06	
$\bar{x}$	0,98 ± 0,03	89,09%
24 - 20		
Rep. 1	0,95 ± 0,07	
Rep. 2	0,93 ± 0,07	
Rep. 3	1,02 ± 0,07	
$\bar{x}$	0,97 ± 0,04	88,18%
24 - 25		
Rep. 1	0,83 ± 0,06	
Rep. 2	0,68 ± 0,05	
Rep. 3	0,63 ± 0,05	
$\bar{x}$	0,71 ± 0,03	64,55%
24 - 30		
Rep. 1	0,46 ± 0,05	
Rep. 2	0,49 ± 0,04	
Rep. 3	0,59 ± 0,03	
$\bar{x}$	0,51 ± 0,02	46,36%

\* Rep. 1 ... Repetição 1 (um)

\*\* 12-10 ... 12 horas de pré-embobimento e dose de 10 KR de raios gama

\*\*\* ... Repetição perdida

Tabela 9 - Resultados gerais do Experimento EMS-1: Germinação

Tratamento	Germinação
0 (controle)	100,00%
0 - 150*	96,05%
0 - 0 - 12 - 20 (controle)	100,00%
0 - 0,06 - 12 - 20**	96,63%
0 - 0,12 - 12 - 20	97,76%
0 - 0 - 12 - 30 (controle)	100,00%
0 - 0,06 - 12 - 30	105,82%
0 - 0,12 - 12 - 30	81,71%
0 - 0 - 24 - 20 (controle)	100,00%
0 - 0,06 - 24 - 20	108,56%
0 - 0,12 - 24 - 20	103,61%
0 - 0 - 24 - 30 (controle)	100,00%
0 - 0,06 - 24 - 30	67,17%
0 - 0,12 - 24 - 30	43,70%
12 - 0 (controle)	100,00%
12 - 50	94,31%
12 - 0 - 12 - 20 (controle)	100,00%
12 - 0,06 - 12 - 20	109,76%
12 - 0,12 - 12 - 20	33,70%
12 - 0 - 12 - 30 (controle)	100,00%
12 - 0,06 - 12 - 30	93,79%
12 - 0,12 - 12 - 30	0,00%
12 - 0 - 24 - 20 (controle)	100,00%
12 - 0,06 - 24 - 20	66,67%
12 - 0,12 - 24 - 20	1,23%
12 - 0 - 24 - 30 (controle)	100,00%
12 - 0,06 - 24 - 30	62,35%
12 - 0,12 - 24 - 30	0,00%
24 - 0 (controle)	100,00%
24 - 50	101,36%
24 - 0 - 12 - 20 (controle)	100,00%
24 - 0,06 - 12 - 20	103,70%
24 - 0,12 - 12 - 20	29,63%
24 - 0 - 12 - 30 (controle)	100,00%
24 - 0,06 - 12 - 30	22,39%
24 - 0,12 - 12 - 30	1,64%
24 - 0 - 24 - 20 (controle)	100,00%
24 - 0,06 - 24 - 20	51,99%
24 - 0,12 - 24 - 20	0,00%
24 - 0 - 24 - 30 (controle)	100,00%
24 - 0,06 - 24 - 30	1,61%
24 - 0,12 - 24 - 30	1,65%

\* 0 - 150 ... 0 (zero) hora de pré-embobimento e dose de 150 KR de raios gama.

\*\* 0 - 0,06 - 12 - 20 ... 0 (zero) horas de pré-embobimento; 0,06% concentração de EMS; 12 horas, tempo de tratamento - e 20°C Temperatura durante o tratamento com a solução mutagênica.



Tabela 10 - Resultados gerais do Experimento EMS-2: Germinação

Tratamento	Germinação
0 - (controle)	100,00%
0 - 150*	101,26%
0 - 0 - 12 - 20 (controle)	100,00%
0 - 0,06 - 12 - 20**	102,20%
0 - 0,12 - 12 - 20	103,67%
0 - 0 - 12 - 30 (controle)	100,00%
0 - 0,06 - 12 - 30	91,08%
0 - 0,12 - 12 - 30	118,76%
0 - 0 - 24 - 20 (controle)	100,00%
0 - 0,06 - 24 - 20	62,59%
0 - 0,12 - 24 - 20	73,39%
0 - 0 - 24 - 30 (controle)	100,00%
0 - 0,06 - 24 - 30	64,22%
0 - 0,12 - 24 - 30	64,22%
12 - 0 (controle)	100,00%
12 - 30	95,58%
12 - 0 - 12 - 20 (controle)	100,00%
12 - 0,06 - 12 - 20	97,13%
12 - 0,12 - 12 - 20	74,83%
12 - 0 - 12 - 30 (controle)	100,00%
12 - 0,06 - 12 - 30	107,54%
12 - 0,12 - 12 - 30	89,62%
12 - 0 - 24 - 20 (controle)	100,00%
12 - 0,06 - 24 - 20	80,00%
12 - 0,12 - 24 - 20	49,57%
12 - 0 - 24 - 30 (controle)	100,00%
12 - 0,06 - 24 - 30	51,21%
12 - 0,12 - 24 - 30	25,61%
24 - 0 (controle)	100,00%
24 - 30	90,65%
24 - 0 - 12 - 20 (controle)	100,00%
24 - 0,06 - 12 - 20	85,21%
24 - 0,12 - 12 - 20	3,47%
24 - 0 - 12 - 30 (controle)	100,00%
24 - 0,06 - 12 - 30	46,67%
24 - 0,12 - 12 - 30	0,00%
24 - 0 - 24 - 20 (controle)	100,00%
24 - 0,06 - 24 - 20	29,49%
24 - 0,12 - 24 - 20	2,56%
24 - 0 - 24 - 30 (controle)	100,00%
24 - 0,06 - 24 - 30	6,01%
24 - 0,12 - 24 - 30	0,00%

\* 0 - 150 ... 0 (zero) horas de Pré-embecimento e dose de 150 KR de raios gama

\*\* 0 - 0,06 - 12 - 20... 0 (zero) horas de pré-embecimento; 0,06% concentração de EMS; 12 horas, tempo de tratamento e 20°C temperatura durante o tratamento com a solução mutagênica.

Tabela 11 - Resultados gerais de Experimento EMS-2: Comprimento da Raiz

Tratamento	Comprimento da raiz em cm.	Comprimento relativo da raiz
0 (controle)		
Rep. 1 *	1,22 + 0,09	
Rep. 2	0,92 + 0,08	
Rep. 3	0,96 + 0,06	
$\bar{x}$	1,03 - 0,05	100,00%
0 - 150**		
Rep. 1	0,41 + 0,03	
Rep. 2	0,44 + 0,04	
Rep. 3	0,39 + 0,04	
$\bar{x}$	0,41 - 0,02	39,80%
0 - 0 - 12 - 20 (controle)		
Rep. 1	0,98 + 0,07	
Rep. 2	1,13 + 0,08	
Rep. 3	1,02 + 0,06	
$\bar{x}$	1,04 - 0,04	100,00%
0 - 0,06 - 12 - 20 ***		
Rep. 1	1,29 + 0,07	
Rep. 2	1,26 + 0,08	
Rep. 3	1,08 + 0,08	
$\bar{x}$	1,21 - 0,04	116,35%
0 - 0,12 - 12 - 20		
Rep. 1	1,33 + 0,09	
Rep. 2	1,22 + 0,07	
Rep. 3	1,08 + 0,07	
$\bar{x}$	1,21 - 0,05	116,35%
0 - 0 - 12 - 30 (controle)		
Rep. 1	1,07 + 0,07	
Rep. 2	1,01 + 0,07	
Rep. 3	0,94 + 0,08	
$\bar{x}$	1,01 - 0,04	100,00%
0 - 0,06 - 12 - 30		
Rep. 1	0,82 + 0,06	
Rep. 2	0,72 + 0,06	
Rep. 3	0,84 + 0,06	
$\bar{x}$	0,79 - 0,03	78,22%
0 - 0,12 - 12 - 30		
Rep. 1	0,81 + 0,06	
Rep. 2	0,73 + 0,06	
Rep. 3	0,82 + 0,05	
$\bar{x}$	0,79 - 0,03	78,22%

.....

Tabela 11 - Continuação

Tratamento	Comprimento da raiz em cm.	Comprimento relativo da raiz
0 - 0 - 24 - 20 (controle)		
Rep. 1	1,06 + 0,07	
Rep. 2	1,01 + 0,06	
Rep. 3	0,97 + 0,07	
$\bar{x}$	1,01 - 0,04	100,00%
0 - 0,06 - 24 - 20		
Rep. 1	0,67 + 0,08	
Rep. 2	0,90 + 0,08	
Rep. 3	0,91 + 0,07	
$\bar{x}$	0,83 - 0,04	82,18%
0 - 0,12 - 24 - 20		
Rep. 1	0,60 + 0,04	
Rep. 2	0,61 + 0,04	
Rep. 3	0,65 + 0,06	
$\bar{x}$	0,62 - 0,03	61,39%
0 - 0 - 24 - 30 (controle)		
Rep. 1	0,80 + 0,05	
Rep. 2	0,93 + 0,06	
Rep. 3	0,93 + 0,06	
$\bar{x}$	0,89 - 0,03	100,00%
0 - 0,06 - 24 - 30		
Rep. 1	0,72 + 0,06	
Rep. 2	0,72 + 0,06	
Rep. 3	0,57 + 0,06	
$\bar{x}$	0,67 - 0,03	75,28%
0 - 0,12 - 24 - 30		
Rep. 1	0,50 + 0,05	
Rep. 2	0,66 + 0,05	
Rep. 3	0,50 + 0,06	
$\bar{x}$	0,55 - 0,03	61,80%
12 - 0 (controle)		
Rep. 1	0,98 + 0,07	
Rep. 2	1,13 + 0,08	
Rep. 3	1,02 + 0,06	
$\bar{x}$	1,04 - 0,04	100,00%
12 - 30		
Rep. 1	0,40 + 0,03	
Rep. 2	0,26 + 0,03	
Rep. 3	0,34 + 0,04	
$\bar{x}$	0,33 - 0,02	31,73%

.....

Tabela 11 - continuação

Tratamento	Comprimento da raiz em cm.	Comprimento relativo da raiz
12 - 0 - 12 - 20 (controle)		
Rep. 1	1,06 $\pm$ 0,07	
Rep. 2	1,01 $\pm$ 0,06	
Rep. 3	0,97 $\pm$ 0,07	
$\bar{x}$	1,01 $\pm$ 0,04	100,00%
12 - 0,06 - 12 - 20		
Rep. 1	1,16 $\pm$ 0,08	
Rep. 2	1,39 $\pm$ 0,07	
Rep. 3	0,78 $\pm$ 0,05	
$\bar{x}$	1,11 $\pm$ 0,04	109,90%
12 - 0,12 - 12 - 20		
Rep. 1	0,69 $\pm$ 0,05	
Rep. 2	0,72 $\pm$ 0,06	
Rep. 3	0,62 $\pm$ 0,04	
$\bar{x}$	0,68 $\pm$ 0,03	67,33%
12 - 0 - 12 - 30 (controle)		
Rep. 1	0,97 $\pm$ 0,08	
Rep. 2	1,08 $\pm$ 0,08	
Rep. 3	1,02 $\pm$ 0,07	
$\bar{x}$	1,02 $\pm$ 0,04	100,00%
12 - 0,06 - 12 - 30		
Rep. 1	0,48 $\pm$ 0,03	
Rep. 2	0,73 $\pm$ 0,05	
Rep. 3	0,63 $\pm$ 0,05	
$\bar{x}$	0,61 $\pm$ 0,03	59,80%
12 - 0,12 - 12 - 30		
Rep. 1	0,52 $\pm$ 0,04	
Rep. 2	0,59 $\pm$ 0,05	
Rep. 3	0,53 $\pm$ 0,04	
$\bar{x}$	0,55 $\pm$ 0,02	53,92%
12 - 0 - 24 - 20 (controle)		
Rep. 1	0,91 $\pm$ 0,07	
Rep. 2	1,05 $\pm$ 0,06	
Rep. 3	1,06 $\pm$ 0,05	
$\bar{x}$	1,01 $\pm$ 0,03	100,00%
12 - 0,06 - 24 - 20		
Rep. 1	1,01 $\pm$ 0,06	
Rep. 2	0,87 $\pm$ 0,06	
Rep. 3	0,53 $\pm$ 0,05	
$\bar{x}$	0,80 $\pm$ 0,04	79,21%

.....

Tabela 11 - continuação

Tratamento	Comprimento da raiz em cm.	Comprimento relativo da raiz
12 - 0,12 - 24 - 20		
Rep. 1	0,49 + 0,03	
Rep. 2	0,46 + 0,04	
Rep. 3	0,41 + 0,04	
x	0,45 - 0,02	44,55%
12 - 0 - 24 - 30 (controle)		
Rep. 1	0,67 + 0,05	
Rep. 2	0,63 + 0,05	
Rep. 3	0,80 + 0,05	
x	0,70 - 0,03	100,00%
12 - 0,06 - 24 - 30		
Rep. 1	0,64 + 0,05	
Rep. 2	0,48 + 0,04	
Rep. 3	0,40 + 0,03	
x	0,51 - 0,03	72,86%
12 - 0,12 - 24 - 30		
Rep. 1	0,27 + 0,03	
Rep. 2	0,27 + 0,03	
Rep. 3	0,28 + 0,03	
x	0,27 - 0,02	38,57%
24 - 0 (controle)		
Rep. 1	1,06 + 0,07	
Rep. 2	1,01 + 0,06	
Rep. 3	0,97 + 0,07	
x	1,01 - 0,04	100,00%
24 - 30		
Rep. 1	0,17 + 0,02	
Rep. 2	0,27 + 0,02	
Rep. 3	0,41 + 0,04	
x	0,28 - 0,02	27,72%
24 - 0 - 12 - 20 (controle)		
Rep. 1	0,91 + 0,07	
Rep. 2	1,05 + 0,06	
Rep. 3	1,06 + 0,05	
x	1,01 - 0,03	100,00%
24 - 0,06 - 12 - 20		
Rep. 1	0,87 + 0,05	
Rep. 2	0,72 + 0,05	
Rep. 3	0,80 + 0,04	
x	0,80 - 0,03	79,21%

.....

Tabela 11 - continuação

Tratamento	Comprimento da raiz em cm.	Comprimento relativo da raiz
24 - 0,12 - 12 - 20		
Rep. 1	0,13 + 0,03	
Rep. 2	0,08 + 0,02	
Rep. 3	0,09 + 0,02	
$\bar{x}$	0,10 - 0,01	9,90%
24 - 0 - 12 - 30 (controle)		
Rep. 1	0,89 + 0,06	
Rep. 2	1,13 + 0,08	
Rep. 3	1,22 + 0,06	
$\bar{x}$	1,08 - 0,04	100,00%
24 - 0,06 - 12 - 30		
Rep. 1	0,39 + 0,05	
Rep. 2	0,77 + 0,07	
Rep. 3	0,68 + 0,07	
$\bar{x}$	0,61 - 0,04	56,48%
24 - 0,12 - 12 - 30		
Rep. 1	0,00	
Rep. 2	0,00	
Rep. 3	0,00	
$\bar{x}$	0,00	0,00%
24 - 0 - 24 - 20 (controle)		
Rep. 1	0,63 + 0,05	
Rep. 2	0,65 + 0,06	
Rep. 3	0,66 + 0,06	
$\bar{x}$	0,65 - 0,03	100,00%
24 - 0,06 - 24 - 20		
Rep. 1	0,46 + 0,04	
Rep. 2	0,43 + 0,04	
Rep. 3	0,64 + 0,06	
$\bar{x}$	0,51 - 0,03	78,48%
24 - 0,12 - 24 - 20		
Rep. 1	0,00	
Rep. 2	0,00	
Rep. 3	0,00	
$\bar{x}$	0,00	0,00%
24 - 0 - 24 - 30 (controle)		
Rep. 1	0,62 + 0,05	
Rep. 2	0,51 + 0,05	
Rep. 3	0,69 + 0,06	
$\bar{x}$	0,61 - 0,03	100,00%

.....

Tabela 11 - continuação

Tratamento	Comprimento da raiz em cm.	Comprimento relativo da raiz
24 - 0,06 - 24 - 30		
Rep. 1	0,26 + 0,03	
Rep. 2	0,28 + 0,04	
Rep. 3	0,22 + 0,04	
$\bar{x}$	0,25 + 0,02	40,98%
24 - 0,12 - 24 - 30		
Rep. 1	0,00	
Rep. 2	0,00	
Rep. 3	0,00	
Rep. $\bar{x}$	0,00	0,00%

\* Rep. 1 ... Repetição 1 (um)

\*\* 0 - 150 ... 0 (zero) horas de pré-embobimento e dose de 150 KR de raios gama.

\*\*\* 0 - 0,06 - 12 - 20 ... 0 (zero) horas de pré-embobimento; 0,06% concentração de EMS; 12 horas, tempo de tratamento e 20°C Temperatura durante o tratamento com a solução mutágena.

Tabela 12 - Resultados gerais do Experimento EMS-2. Altura da plantinha

Tratamento	Altura da plantinha em cm.	Altura relativa da plantinha
0 (controlê)		
Rep. 1*	0,28 ± 0,01	
Rep. 2	0,28 ± 0,01	
Rep. 3	0,29 ± 0,01	
$\bar{x}$	0,28 ± 0,01	100,00%
0 - 150**		
Rep. 1	0,28 ± 0,01	
Rep. 2	0,26 ± 0,01	
Rep. 3	0,30 ± 0,01	
$\bar{x}$	0,28 ± 0,01	100,00%
0 - 0 - 12 - 20 (controle)		
Rep. 1	0,31 ± 0,02	
Rep. 2	0,32 ± 0,01	
Rep. 3	0,32 ± 0,01	
$\bar{x}$	0,32 ± 0,01	100,00%
0 - 0,06 - 12 - 20 ***		
Rep. 1	0,37 ± 0,02	
Rep. 2	0,34 ± 0,01	
Rep. 3	0,33 ± 0,02	
$\bar{x}$	0,35 ± 0,01	109,38%
0 - 0,12 - 12 - 20		
Rep. 1	0,33 ± 0,01	
Rep. 2	0,32 ± 0,01	
Rep. 3	0,34 ± 0,01	
$\bar{x}$	0,33 ± 0,01	103,13%
0 - 0 - 12 - 30 (controle)		
Rep. 1	0,39 ± 0,02	
Rep. 2	0,42 ± 0,02	
Rep. 3	0,41 ± 0,02	
$\bar{x}$	0,41 ± 0,01	100,00%
0 - 0,06 - 12 - 30		
Rep. 1	0,33 ± 0,02	
Rep. 2	0,31 ± 0,03	
Rep. 3	0,34 ± 0,02	
$\bar{x}$	0,33 ± 0,01	80,49%
0 - 0,12 - 12 - 30		
Rep. 1	0,29 ± 0,02	
Rep. 2	0,30 ± 0,01	
Rep. 3	0,31 ± 0,01	
$\bar{x}$	0,30 ± 0,01	73,17%

.....



Tabela 12 - continuação

Tratamento	Altura da planta em cm	Altura relativa da plantinha
12 - 0 - 12 - 20 (controle)		
Rep. 1	0,30 + 0,01	
Rep. 2	0,33 + 0,01	
Rep. 3	0,33 + 0,02	
$\bar{x}$	0,32 + 0,01	100,00%
12 - 0,06 - 12 - 20		
Rep. 1	0,36 + 0,01	
Rep. 2	0,32 + 0,01	
Rep. 3	0,32 + 0,01	
$\bar{x}$	0,33 + 0,01	103,13%
12 - 0,12 - 12 - 20		
Rep. 1	0,28 + 0,01	
Rep. 2	0,27 + 0,01	
Rep. 3	0,32 + 0,01	
$\bar{x}$	0,29 + 0,01	90,63%
12 - 0 - 12 - 30 (controle)		
Rep. 1	0,44 + 0,02	
Rep. 2	0,42 + 0,02	
Rep. 3	0,41 + 0,02	
$\bar{x}$	0,42 + 0,01	100,00%
12 - 0,06 - 12 - 30		
Rep. 1	0,33 + 0,02	
Rep. 2	0,31 + 0,02	
Rep. 3	0,32 + 0,02	
$\bar{x}$	0,32 + 0,01	76,19%
12 - 0,12 - 12 - 30		
Rep. 1	0,32 + 0,02	
Rep. 2	0,29 + 0,02	
Rep. 3	0,28 + 0,01	
$\bar{x}$	0,30 + 0,01	71,43%
12 - 0 - 24 - 20 (controle)		
Rep. 1	0,36 + 0,02	
Rep. 2	0,40 + 0,02	
Rep. 3	0,35 + 0,01	
$\bar{x}$	0,37 + 0,01	100,00%
12 - 0,06 - 24 - 20		
Rep. 1	0,44 + 0,01	
Rep. 2	0,44 + 0,02	
Rep. 3	0,41 + 0,02	
$\bar{x}$	0,43 + 0,01	116,22%

.....

Tabela 12 - continuação

Tratamento	Altura da planti nha em cm	Altura relativa da plantinha
12 - 0,12 - 24 - 20		
Rep. 1	0,34 + 0,02	
Rep. 2	0,44 + 0,02	
Rep. 3	0,40 + 0,02	
$\bar{x}$	0,39 - 0,01	105,41%
12 - 0 - 24 - 30 (controle)		
Rep. 1	0,40 + 0,02	
Rep. 2	0,41 + 0,02	
Rep. 3	0,37 + 0,01	
$\bar{x}$	0,39 - 0,01	100,00%
12 - 0,06 - 24 - 30		
Rep. 1	0,38 + 0,02	
Rep. 2	0,35 + 0,02	
Rep. 3	0,37 + 0,02	
$\bar{x}$	0,37 - 0,01	94,87%
12 - 0,12 - 24 - 30		
Rep. 1	0,36 + 0,03	
Rep. 2	0,31 + 0,03	
Rep. 3	0,38 + 0,03	
$\bar{x}$	0,35 - 0,01	89,74%
24 - 0 (controle)		
Rep. 1	0,30 + 0,01	
Rep. 2	0,33 + 0,01	
Rep. 3	0,33 + 0,02	
$\bar{x}$	0,32 - 0,01	100,00%
24 - 30		
Rep. 1	0,22 + 0,01	
Rep. 2	0,31 + 0,02	
Rep. 3	0,35 + 0,02	
$\bar{x}$	0,29 - 0,01	90,63%
24 - 0 - 12 - 20 (controle)		
Rep. 1	0,36 + 0,02	
Rep. 2	0,40 + 0,02	
Rep. 3	0,35 + 0,01	
$\bar{x}$	0,37 - 0,01	100,00%
24 - 0,06 - 12 - 20		
Rep. 1	0,31 + 0,02	
Rep. 2	0,35 + 0,02	
Rep. 3	0,32 + 0,02	
$\bar{x}$	0,33 - 0,01	89,19%

.....

Tabela 12 - continuação

Tratamento	Altura da planta em cm.	Altura relativa da plantinha
24 - 0,12 - 12 - 20		
Rep. 1	0,22 + 0,04	
Rep. 2	0,17 + 0,04	
Rep. 3	0,16 + 0,04	
$\bar{x}$	0,18 - 0,02	48,65%
24 - 0 - 12 - 30 (controle)		
Rep. 1	0,35 + 0,02	
Rep. 2	0,41 + 0,02	
Rep. 3	0,39 + 0,02	
$\bar{x}$	0,38 - 0,01	100,00%
24 - 0,06 - 12 - 30		
Rep. 1	0,36 + 0,03	
Rep. 2	0,40 + 0,02	
Rep. 3	0,33 + 0,03	
$\bar{x}$	0,36 - 0,01	94,74%
24 - 0,12 - 12 - 30		
Rep. 1	0,00	
Rep. 2	0,00	
Rep. 3	0,00	
$\bar{x}$	0,00	0,00%
24 - 0 - 24 - 20 (controle)		
Rep. 1	0,36 + 0,01	
Rep. 2	0,33 + 0,02	
Rep. 3	0,36 + 0,02	
$\bar{x}$	0,35 - 0,01	100,00%
24 - 0,06 - 24 - 20		
Rep. 1	0,43 + 0,03	
Rep. 2	0,38 + 0,03	
Rep. 3	0,38 + 0,02	
$\bar{x}$	0,40 - 0,02	114,29%
24 - 0,12 - 24 - 20		
Rep. 1	0,00	
Rep. 2	0,00	
Rep. 3	0,00	
$\bar{x}$	0,00	0,00%
24 - 0 - 24 - 30 (controle)		
Rep. 1	0,41 + 0,02	
Rep. 2	0,39 + 0,02	
Rep. 3	0,42 + 0,02	
$\bar{x}$	0,41 - 0,01	100,00%

.....

Tabela 12 - continuação

Tratamento	Altura da planti nha em cm.	Altura relativa da plantinha
24 - 0,06 - 24 - 30		
Rep. 1	0,34 + 0,04	
Rep. 2	0,30 + 0,03	
Rep. 3	0,27 + 0,04	
$\bar{x}$	0,30 + 0,02	73,17%
24 - 0,12 - 24 - 30		
Rep. 1	0,00	
Rep. 2	0,00	
Rep. 3	0,00	
$\bar{x}$	0,00	0,00%

\* Rep. 1 ... Repetição 1 (um)

\*\* 0 - 150 ... 0 (zero) horas de pré-embobimento e dose de 150 KR de raios gama.

\*\*\* 0 - 0,06 - 12 - 20 ... 0 (zero) horas de pré-embobimento; 0,06% concentração de EMS; 12 horas, tempo de tratamento e 20°C Temperatura durante o tratamento com a solução mutagênica.

Tabela 13 - Resultados gerais do Experimento EMS-2: Sobrevivência

Tratamento	Sobrevivência
0 (controle)	100,00%
0 - 150*	66,82%
0 - 0 - 12 - 20 (controle)	100,00%
0 - 0,06 - 12 - 20**	101,90%
0 - 0,12 - 12 - 20	98,81%
0 - 0 - 12 - 30 (controle)	100,00%
0 - 0,06 - 12 - 30	90,52%
0 - 0,12 - 12 - 30	105,83%
0 - 0 - 24 - 20 (controle)	100,00%
0 - 0,06 - 24 - 20	86,75%
0 - 0,12 - 24 - 20	71,36%
0 - 0 - 24 - 30 (controle)	100,00%
0 - 0,06 - 24 - 30	97,47%
0 - 0,12 - 24 - 30	81,41%
12 - 0 (controle)	100,00%
12 - 30	43,37%
12 - 0 - 12 - 20 (controle)	100,00%
12 - 0,06 - 12 - 20	99,76%
12 - 0,12 - 12 - 20	96,90%
12 - 0 - 12 - 30 (controle)	100,00%
12 - 0,06 - 12 - 30	99,12%
12 - 0,12 - 12 - 30	106,60%
12 - 0 - 24 - 20 (controle)	100,00%
12 - 0,06 - 24 - 20	81,07%
12 - 0,12 - 24 - 20	62,22%
12 - 0 - 24 - 30 (controle)	100,00%
12 - 0,06 - 24 - 30	109,37%
12 - 0,12 - 24 - 30	28,04%
24 - 0 (controle)	100,00%
24 - 30	41,69%
24 - 0 - 12 - 20 (controle)	100,00%
24 - 0,06 - 12 - 20	76,05%
24 - 0,12 - 12 - 20	7,08%
24 - 0 - 12 - 30 (controle)	100,00%
24 - 0,06 - 12 - 30	75,15%
24 - 0,12 - 12 - 30	0,00%
24 - 0 - 24 - 20 (controle)	100,00%
24 - 0,06 - 24 - 20	77,37%
24 - 0,12 - 24 - 20	0,00%
24 - 0 - 24 - 30 (controle)	100,00%
24 - 0,06 - 24 - 30	45,16%
24 - 0,12 - 24 - 30	0,00%

\* 0 - 150 ... 0 (zero) horas de Pré-embobimento e dose de 150 KR de raios gama

\*\* 0 - 0,06 - 12 - 20 ... 0 (zero) horas de Pré-embobimento; 0,06% concentração de EMS: 12 horas, tempo de tratamento com a solução mutagênica.

Tabela 14 - Resultados gerais do Experimento MMS-1: Germinação

Tratamento	Germinação
0 (controle)	100,00%
0 - 150*	101,30%
0 - 0 - 12 - 20 (controle)	100,00%
0 - 0,05 - 12 - 20**	33,12%
0 - 0,10 - 12 - 20	11,88%
0 - 0 - 12 - 30 (controle)	100,00%
0 - 0,05 - 12 - 30	0,00%
0 - 0,10 - 12 - 30	0,00%
0 - 0 - 24 - 20 (controle)	100,00%
0 - 0,05 - 24 - 20	0,00%
0 - 0,10 - 24 - 20	0,00%
0 - 0 - 24 - 30 (controle)	100,00%
0 - 0,05 - 24 - 30	0,00%
0 - 0,10 - 24 - 30	0,00%

\* 0 - 150 ... 0 (zero) horas de pré-embabimento e dose de 150 KR de raios gama.

\*\* 0 - 0,05 - 12 - 20 ... 0 (zero) horas de pré-embabimento; 0,05% concentração de MMS; 12 horas, tempo de tratamento e 20°C temperatura durante o tratamento com a solução mutagênica.

Tabela 15 - Resultados Gerais do Experimento MMS-1: Comprimento da Raiz

Tratamento	Comprimento da Raiz em cm	Comprimento relativo da raiz
0 (controle)		
Rep. 1	1,54 + 0,12	
Rep. 2	1,82 + 0,11	
Rep. 3	1,76 + 0,12	
x	1,71 - 0,07	100,00%
0 - 150*		
Rep. 1	0,97 + 0,07	
Rep. 2	1,05 + 0,08	
Rep. 3	1,02 + 0,07	
x	1,01 - 0,04	59,06%
0 - 0 - 12 - 20 (controle)		
Rep. 1	1,36 + 0,08	
Rep. 2	1,30 + 0,07	
Rep. 3	1,71 + 0,08	
x	1,46 - 0,05	100,00%
0 - 0,05 - 12 - 20**		
Rep. 1	0,75 + 0,06	
Rep. 2	0,65 + 0,07	
Rep. 3	0,81 + 0,06	
x	0,74 - 0,04	50,68%
0 - 0,10 - 12 - 20		
Rep. 1	0,34 + 0,04	
Rep. 2	0,38 + 0,05	
Rep. 3	0,34 + 0,05	
x	0,35 - 0,03	23,97%
0 - 0 - 12 - 30 (controle)		
Rep. 1	1,24 + 0,07	
Rep. 2	1,24 + 0,08	
Rep. 3	1,31 + 0,08	
x	1,26 - 0,04	100,00%
0 - 0,05 - 12 - 30		
Rep. 1	0,13 + 0,02	
Rep. 2	0,10 + 0,02	
Rep. 3	0,12 + 0,02	
x	0,12 - 0,01	9,52%
0 - 0,10 - 12 - 30		
Rep. 1	0,00	
Rep. 2	0,00	
Rep. 3	0,00	
x	0,00	0,00%

.....

Tabela 15 - continuação

Tratamento	Comprimento da Raiz em cm.	Comprimento relativo da raiz
0 - 0 - 24 - 20 (controle)		
Rep. 1	1,47 $\pm$ 0,09	
Rep. 2	1,31 $\pm$ 0,10	
Rep. 3	1,36 $\pm$ 0,09	
$\bar{x}$	1,38 $\pm$ 0,05	100,00%
0 - 0,05 - 24 - 20		
Rep. 1	0,12 $\pm$ 0,02	
Rep. 2	0,13 $\pm$ 0,02	
Rep. 3	0,12 $\pm$ 0,03	
$\bar{x}$	0,12 $\pm$ 0,01	8,70%
0 - 0,10 - 24 - 20		
Rep. 1	0,00	
Rep. 2	0,00	
Rep. 3	0,00	
$\bar{x}$	0,00	0,00%
0 - 0 - 24 - 30 (controle)		
Rep. 1	0,98 $\pm$ 0,08	
Rep. 2	1,38 $\pm$ 0,06	
Rep. 3	1,31 $\pm$ 0,09	
$\bar{x}$	1,22 $\pm$ 0,05	100,00%
0 - 0,05 - 24 - 30		
Rep. 1	0,00	
Rep. 2	0,00	
Rep. 3	0,00	
$\bar{x}$	0,00	0,00%
0 - 0,10 - 24 - 30		
Rep. 1	0,00	
Rep. 2	0,00	
Rep. 3	0,00	
$\bar{x}$	0,00	0,00%

\* 0 - 150 ... 0 (zero) horas de pré-embecimento e dose de 150 KR de raios gama

\*\* 0 - 0,05 - 12 - 20 ... 0 (zero) horas de pré-embecimento; 0,05% concentração de MMS; 12 horas, tempo de tratamento e 20°C temperatura durante o tratamento com a solução mutagênica.



Tabela 16 - Resultados gerais do Experimento MMS-1: Altura da plantinha

Tratamento	Altura da plantinha em cm.	Altura relativa da plantinha
0 (controle)		
Rep. 1	0,21 $\pm$ 0,01	
Rep. 2	0,21 $\pm$ 0,01	
Rep. 3	0,21 $\pm$ 0,01	
$\bar{x}$	0,21 $\pm$ 0,00	100,00%
0 - 150*		
Rep. 1	0,19 $\pm$ 0,00	
Rep. 2	0,20 $\pm$ 0,01	
Rep. 3	0,20 $\pm$ 0,01	
$\bar{x}$	0,20 $\pm$ 0,01	95,24%
0 - 0 - 12 - 20 (controle)		
Rep. 1	0,18 $\pm$ 0,01	
Rep. 2	0,23 $\pm$ 0,01	
Rep. 3	0,21 $\pm$ 0,01	
$\bar{x}$	0,21 $\pm$ 0,00	100,00%
0 - 0,05 - 12 - 20**		
Rep. 1	0,18 $\pm$ 0,01	
Rep. 2	0,18 $\pm$ 0,01	
Rep. 3	0,20 $\pm$ 0,01	
$\bar{x}$	0,19 $\pm$ 0,00	90,48%
0 - 0,10 - 12 - 20		
Rep. 1	0,13 $\pm$ 0,01	
Rep. 2	0,15 $\pm$ 0,01	
Rep. 3	0,15 $\pm$ 0,01	
$\bar{x}$	0,14 $\pm$ 0,00	66,67%
0 - 0 - 12 - 30 (controle)		
Rep. 1	0,21 $\pm$ 0,01	
Rep. 2	0,21 $\pm$ 0,01	
Rep. 3	0,23 $\pm$ 0,01	
$\bar{x}$	0,22 $\pm$ 0,00	100,00%
0 - 0,05 - 12 - 30		
Rep. 1	0,11 $\pm$ 0,02	
Rep. 2	0,06 $\pm$ 0,01	
Rep. 3	0,07 $\pm$ 0,01	
$\bar{x}$	0,08 $\pm$ 0,01	36,36%
0 - 0,10 - 12 - 30		
Rep. 1	0,00	
Rep. 2	0,00	
Rep. 3	0,00	
$\bar{x}$	0,00	0,00%

.....

Tabela 16 - continuação

Tratamento	Altura da plantinha em cm.	Altura relativa da plantinha
0 - 0 - 24 - 20 (controle)		
Rep. 1	0,22 + 0,01	
Rep. 2	0,21 + 0,01	
Rep. 3	0,21 + 0,01	
$\bar{x}$	0,21 - 0,00	100,00%
0 - 0,05 - 24 - 20		
Rep. 1	0,08 + 0,01	
Rep. 2	0,08 + 0,01	
Rep. 3	0,09 + 0,01	
$\bar{x}$	0,08 - 0,00	38,10%
0 - 0,10 - 24 - 20		
Rep. 1	0,00	
Rep. 2	0,00	
Rep. 3	0,00	
$\bar{x}$	0,00	0,00%
0 - 0 - 24 - 30 (controle)		
Rep. 1	0,21 + 0,01	
Rep. 2	0,22 + 0,01	
Rep. 3	0,20 + 0,01	
$\bar{x}$	0,21 - 0,00	100,00%
0 - 0,05 - 24 - 30		
Rep. 1	0,00	
Rep. 2	0,00	
Rep. 3	0,00	
$\bar{x}$	0,00	0,00%
0 - 0,10 - 24 - 30		
Rep. 1	0,00	
Rep. 2	0,00	
Rep. 3	0,00	
$\bar{x}$	0,00	0,00%

\* 0 - 150 ... 0 (zero) horas de pré-embibimento e dose de 150 KR de raios gama

\*\* 0 - 0,05 - 12 - 20 ... 0 (zero) horas de pré-embibimento; 0,05% concentração de MMS; 12 horas, tempo de tratamento e 20°C temperatura durante o tratamento com solução mutagênica.

Tabela 17 - Resultados gerais do Experimento MMS-1: Sobrevivência

Tratamento	Sobrevivência
0 (controle)	100,00%
0 - 150*	94,95%
0 - 0 - 12 - 20 (controle)	100,00%
0 - 0,05 - 12 - 20**	74,30%
0 - 0,10 - 12 - 20	46,09%
0 - 0 - 12 - 30 (controle)	100,00%
0 - 0,05 - 12 - 30	12,92%
0 - 0,10 - 12 - 30	0,00%
0 - 0 - 24 - 20 (controle)	100,00%
0 - 0,05 - 24 - 20	8,47%
0 - 0,10 - 24 - 20	0,00%
0 - 0 - 24 - 30 (controle)	100,00%
0 - 0,05 - 24 - 30	0,00%
0 - 0,10 - 24 - 30	0,00%

\* 0 - 150 ... 0 (zero) horas de pré-embobimento e dose de 150 KR de raios gama.

\*\* 0 - 0,05 - 12 - 20 ... 0 (zero) horas de pré-embobimento; 0,05% - concentração de MMS; 12 horas, tempo de tratamento e 20°C temperatura durante o tratamento com a solução mutagênica.

Tabela 18 - Resultados gerais MMS-2: Germinação

Tratamento	Germinação
0 (controle)	100,00%
0 - 150*	81,25%
0 - 0 - 12 - 20 (controle)	100,00%
0 - 0,025 - 12 - 20**	97,36%
0 - 0,050 - 12 - 20	90,39%
0 - 0 - 12 - 30 (controle):	100,00%
0 - 0,025 - 12 - 30	60,57%
0 - 0,050 - 12 - 30	24,64%
0 - 0 - 24 - 20	100,00%
0 - 0,025 - 24 - 20	64,34%
0 - 0,050 - 24 - 20	55,25%
0 - 0 - 24 - 30 (controle)	100,00%
0 - 0,025 - 24 - 30	6,83%
0 - 0,050 - 24 - 30	0,00%
0 (controle)	100,00%
12 - 0 (controle)	100,00%
12 - 30	99,36%
12 - 0-12 - 20 (controle)	100,00%
12 - 0,025 - 12 - 20	84,61%
12 - 0,050 - 12 - 20	58,58%
12 - 0 - 12 - 30 (controle)	100,00%
12 - 0,025 - 12 - 30	73,76%
12 - 0,050 - 12 - 30	19,86%
12 - 0 - 24 - 20 (controle)	100,00%
12 - 0,025 - 24 - 20	33,77%
12 - 0,050 - 24 - 20	7,93%
12 - 0 - 24 - 30 (controle)	100,00%
12 - 0,025 - 24 - 30	2,35%
12 - 0,050 - 24 - 30	0,00%
0 (controle)	100,00%
24 - 0 (controle)	100,00%
24 - 30	102,61%
24 - 0 - 12 - 20 (controle)	100,00%
24 - 0,025 - 12 - 20	38,57%
24 - 0,050 - 12 - 20	17,43%
24 - 0 - 12 - 30 (controle)	100,00%
24 - 0,025 - 12 - 30	22,22%
24 - 0,050 - 12 - 30	1,24%
24 - 0 - 24 - 20 (controle)	100,00%
24 - 0,025 - 24 - 20	3,42%
24 - 0,050 - 24 - 20	0,00%
24 - 0 - 24 - 30 (controle)	100,00%
24 - 0,025 - 24 - 30	0,00%
24 - 0,050 - 24 - 30	0,00%

\* 0 - 150 ... 0 (zero) horas de pré-embobimento e dose de 150 KA de raios gama

\*\* 0 - 0,025 - 12 - 20 ... 0 (zero) horas de pré-embobimento; 0,025% concentração de MMS; 12 horas, tempo de tratamento e 20°C temperatura durante o tratamento com a solução mutagênica.

Tabela 19 - Resultados gerais MMS-2: Comprimento da raiz

Tratamento	Comprimento da raiz em cm.	Comprimento relativo da raiz
0 (controle)		
Rep. 1	1,68 + 0,10	
Rep. 2	1,53 + 0,09	
Rep. 3	1,31 + 0,06	
$\bar{x}$	1,51 - 0,05	100,00%
0 - 150*		
Rep. 1	0,35 + 0,06	
Rep. 2	0,42 + 0,05	
Rep. 3	0,33 + 0,05	
$\bar{x}$	0,37 - 0,03	24,50%
0 - 0 - 12 - 20 (controle)		
Rep. 1	1,10 + 0,06	
Rep. 2	1,67 + 0,09	
Rep. 3	1,61 + 0,09	
$\bar{x}$	1,46 - 0,05	100,00%
0 - 0,025 - 12 - 20**		
Rep. 1	1,52 + 0,08	
Rep. 2	1,47 + 0,09	
Rep. 3	1,34 + 0,11	
$\bar{x}$	1,44 - 0,05	98,63%
0 - 0,050 - 12 - 20		
Rep. 1	1,24 + 0,07	
Rep. 2	1,61 + 0,07	
Rep. 3	1,60 + 0,08	
$\bar{x}$	1,48 - 0,04	101,37%
0 - 0 - 12 - 30 (controle)		
Rep. 1	1,60 + 0,07	
Rep. 2	1,64 + 0,08	
Rep. 3	1,29 + 0,07	
$\bar{x}$	1,51 - 0,04	100,00%
0 - 0,025 - 12 - 30		
Rep. 1	1,28 + 0,08	
Rep. 2	1,58 + 0,08	
Rep. 3	1,09 + 0,06	
$\bar{x}$	1,32 - 0,04	67,42%
0 - 0,050 - 12 - 30		
Rep. 1	1,22 + 0,07	
Rep. 2	1,03 + 0,06	
Rep. 3	1,18 + 0,06	
$\bar{x}$	1,14 - 0,04	75,50%

.....

Tabela 19 - continuação

Tratamento	Comprimento da raiz em cm.	Comprimento relativo da raiz
0 - 0 - 24 - 20 (controle)		
Rep. 1	1,36 $\pm$ 0,06	
Rep. 2	1,44 $\pm$ 0,08	
Rep. 3	1,68 $\pm$ 0,08	
$\bar{x}$	1,49 $\pm$ 0,04	100,00%
0 - 0,025 - 24 - 20		
Rep. 1	1,02 $\pm$ 0,06	
Rep. 2	1,19 $\pm$ 0,05	
Rep. 3	1,43 $\pm$ 0,06	
$\bar{x}$	1,21 $\pm$ 0,03	81,21%
0 - 0,050 - 24 - 20		
Rep. 1	1,13 $\pm$ 0,06	
Rep. 2	1,08 $\pm$ 0,06	
Rep. 3	1,01 $\pm$ 0,07	
$\bar{x}$	1,07 $\pm$ 0,04	71,81%
0 - 0 - 24 - 30 (controle)		
Rep. 1	1,34 $\pm$ 0,07	
Rep. 2	1,33 $\pm$ 0,07	
Rep. 3	1,16 $\pm$ 0,08	
$\bar{x}$	1,28 $\pm$ 0,04	100,00%
0 - 0,025 - 24 - 30		
Rep. 1	0,86 $\pm$ 0,08	
Rep. 2	1,15 $\pm$ 0,07	
Rep. 3	1,11 $\pm$ 0,08	
$\bar{x}$	1,04 $\pm$ 0,05	81,25%
0 - 0,050 - 24 - 30		
Rep. 1	0,26 $\pm$ 0,05	
Rep. 2	0,20 $\pm$ 0,05	
Rep. 3	0,29 $\pm$ 0,06	
$\bar{x}$	0,25 $\pm$ 0,03	19,53%
0 (controle)		
Rep. 1	1,30 $\pm$ 0,06	
Rep. 2	1,52 $\pm$ 0,07	
Rep. 3	1,24 $\pm$ 0,07	
$\bar{x}$	1,36 $\pm$ 0,04	100,00%
12 - 0 (controle)		
Rep. 1	1,28 $\pm$ 0,08	
Rep. 2	1,54 $\pm$ 0,10	
Rep. 3	1,76 $\pm$ 0,11	
$\bar{x}$	1,53 $\pm$ 0,06	100,00%

.....

Tabela 19 - continuação

Tratamento	Comprimento da raiz em cm.	Comprimento relativo da raiz
12 - 30		
Rep. 1	0,50 $\pm$ 0,05	
Rep. 2	0,53 $\pm$ 0,06	
Rep. 3	0,54 $\pm$ 0,06	
$\bar{x}$	0,52 $\pm$ 0,03	98,11%
12 - 0 - 12 - 20 (controle)		
Rep. 1	1,36 $\pm$ 0,06	
Rep. 2	1,40 $\pm$ 0,07	
Rep. 3	0,94 $\pm$ 0,07	
$\bar{x}$	1,23 $\pm$ 0,04	100,00%
12 - 0,025 - 12 - 20		
Rep. 1	0,99 $\pm$ 0,05	
Rep. 2	0,87 $\pm$ 0,07	
Rep. 3	0,97 $\pm$ 0,06	
$\bar{x}$	0,94 $\pm$ 0,03	52,03%
12 - 0,050 - 12 - 20		
Rep. 1	0,82 $\pm$ 0,04	
Rep. 2	0,76 $\pm$ 0,05	
Rep. 3	0,79 $\pm$ 0,06	
$\bar{x}$	0,79 $\pm$ 0,03	64,23%
12 - 0 - 12 - 30 (controle)		
Rep. 1	1,32 $\pm$ 0,05	
Rep. 2	1,37 $\pm$ 0,06	
Rep. 3	1,34 $\pm$ 0,06	
$\bar{x}$	1,34 $\pm$ 0,03	100,00%
12 - 0,025 - 12 - 30		
Rep. 1	0,78 $\pm$ 0,06	
Rep. 2	0,88 $\pm$ 0,06	
Rep. 3	0,83 $\pm$ 0,08	
$\bar{x}$	0,83 $\pm$ 0,04	61,94%
12 - 0,050 - 12 - 30		
Rep. 1	0,62 $\pm$ 0,05	
Rep. 2	0,73 $\pm$ 0,06	
Rep. 3	0,69 $\pm$ 0,06	
$\bar{x}$	0,68 $\pm$ 0,03	50,75%
12 - 0 - 24 - 20 (controle)		
Rep. 1	0,91 $\pm$ 0,08	
Rep. 2	1,25 $\pm$ 0,08	
Rep. 3	1,26 $\pm$ 0,08	
$\bar{x}$	1,14 $\pm$ 0,05	100,00%

.....

Tabela 19 - continuação

Tratamento	Comprimento da raiz em cm	Comprimento relativo da raiz
12 - 0,025 - 24 - 20		
Rep. 1	0,54 + 0,05	
Rep. 2	0,56 + 0,06	
Rep. 3	0,74 + 0,05	
$\bar{x}$	0,61 - 0,03	53,51%
12 - 0,050 - 24 - 20		
Rep. 1	0,42 + 0,04	
Rep. 2	0,40 + 0,05	
Rep. 3	0,38 + 0,04	
$\bar{x}$	0,40 - 0,02	35,09%
12 - 0 - 24 - 30 (controle)		
Rep. 1	1,16 + 0,07	
Rep. 2	1,25 + 0,07	
Rep. 3	1,16 + 0,08	
$\bar{x}$	1,19 - 0,04	100,00%
12 - 0,025 - 24 - 30		
Rep. 1	0,37 + 0,04	
Rep. 2	0,41 + 0,04	
Rep. 3	0,36 + 0,03	
$\bar{x}$	0,38 - 0,02	31,93%
12 - 0,50 - 24 - 30		
Rep. 1	0,05 + 0,01	
Rep. 2	0,16 + 0,09	
Rep. 3	0,13 + 0,03	
$\bar{x}$	0,11 - 0,00	9,24%
0 (controle)		
Rep. 1	1,57 + 0,10	
Rep. 2	1,37 + 0,10	
Rep. 3	1,74 + 0,10	
$\bar{x}$	1,56 - 0,06	100,00%
24 - 0 (controle)		
Rep. 1	0,62 + 0,05	
Rep. 2	1,11 + 0,07	
Rep. 3	1,08 + 0,06	
$\bar{x}$	0,94 - 0,04	100,00%
24 - 30		
Rep. 1	0,47 + 0,05	
Rep. 2	0,49 + 0,04	
Rep. 3	0,60 + 0,04	
$\bar{x}$	0,52 - 0,02	55,32%

.....



Tabela 19 - continuação

# Tratamento	Comprimento da raiz em cm	Comprimento relativo da raiz
24 - 0 - 12 - 20 (controle)		
Rep. 1	0,92 $\pm$ 0,07	
Rep. 2	1,42 $\pm$ 0,08	
Rep. 3	1,27 $\pm$ 0,08	
$\bar{x}$	1,20 $\pm$ 0,05	100,00%
24 - 0,025 - 12 - 20		
Rep. 1	0,87 $\pm$ 0,08	
Rep. 2	0,73 $\pm$ 0,07	
Rep. 3	0,96 $\pm$ 0,08	
$\bar{x}$	0,85 $\pm$ 0,04	70,83%
24 - 0,050 - 12 - 20		
Rep. 1	0,66 $\pm$ 0,05	
Rep. 2	0,45 $\pm$ 0,05	
Rep. 3	0,72 $\pm$ 0,05	
$\bar{x}$	0,61 $\pm$ 0,03	50,83%
24 - 0 - 12 - 30 (controle)		
Rep. 1	1,18 $\pm$ 0,07	
Rep. 2	0,99 $\pm$ 0,06	
Rep. 3	1,11 $\pm$ 0,07	
$\bar{x}$	1,09 $\pm$ 0,04	100,00%
24 - 0,025 - 12 - 30		
Rep. 1	0,60 $\pm$ 0,07	
Rep. 2	0,49 $\pm$ 0,05	
Rep. 3	0,71 $\pm$ 0,07	
$\bar{x}$	0,60 $\pm$ 0,04	55,05%
24 - 0,050 - 12 - 30		
Rep. 1	0,13 $\pm$ 0,02	
Rep. 2	0,15 $\pm$ 0,03	
Rep. 3	0,17 $\pm$ 0,03	
$\bar{x}$	0,15 $\pm$ 0,01	13,76%
24 - 0 - 24 - 20 (controle)		
Rep. 1	0,96 $\pm$ 0,06	
Rep. 2	1,08 $\pm$ 0,08	
Rep. 3	1,03 $\pm$ 0,09	
$\bar{x}$	1,02 $\pm$ 0,04	100,00%
24 - 0,025 - 24 - 20		
Rep. 1	0,66 $\pm$ 0,06	
Rep. 2	0,42 $\pm$ 0,05	
Rep. 3	0,60 $\pm$ 0,07	
$\bar{x}$	0,56 $\pm$ 0,04	54,90%

.....

Tabela 19 - continuação

Tratamento	Comprimento da raiz em cm.	Comprimento relativo da raiz
24 - 0,050 - 24 - 20		
Rep. 1	0,16 $\pm$ 0,02	
Rep. 2	0,29 $\pm$ 0,03	
Rep. 3	0,25 $\pm$ 0,03	
$\bar{x}$	0,23 $\pm$ 0,01	22,55%
24 - 0 - 24 - 30 (controle)		
Rep. 1	1,06 $\pm$ 0,08	
Rep. 2	1,05 $\pm$ 0,06	
Rep. 3	0,89 $\pm$ 0,06	
$\bar{x}$	1,00 $\pm$ 0,04	100,00%
24 - 0,025 - 24 - 30		
Rep. 1	0,16 $\pm$ 0,09	
Rep. 2	0,14 $\pm$ 0,04	
Rep. 3	0,19 $\pm$ 0,04	
$\bar{x}$	0,16 $\pm$ 0,03	16,00%
24 - 0,050 - 24 - 30		
Rep. 1	0,00	
Rep. 2	0,00	
Rep. 3	0,00	
$\bar{x}$	0,00	0,00%
* 0 - 150 ... 0 (zero) horas de pré-embecimento e dose de 150 KR de raios gama		
** 0 - 0,025 - 12 - 20 ... 0 (zero) horas de pré-embecimento; 0,025% concentração de MMS; 12 horas, tempo de tratamento e 20°C temperatura durante o tratamento com solução mutagênica.		

Tabela 20 - Resultados gerais do Experimento MMS-2: Altura da plantinha

Tratamento	Altura da plantinha em cm.	Altura relativa da plantinha
0 (controle)		
Rep. 1	0,17 + 0,00	
Rep. 2	0,16 + 0,00	
Rep. 3	0,14 + 0,00	
$\bar{x}$	0,16 - 0,00	100,00%
0 - 150**		
Rep. 1	0,11 + 0,00	
Rep. 2	0,13 + 0,00	
Rep. 3	0,12 + 0,00	
$\bar{x}$	0,12 - 0,00	75,00%
0 - 0 - 12 - 20 (controle)		
Rep. 1	0,13 + 0,00	
Rep. 2	0,17 + 0,00	
Rep. 3	0,16 + 0,00	
$\bar{x}$	0,15 - 0,00	100,00%
0 - 0,025 - 12 - 20*		
Rep. 1	0,17 + 0,00	
Rep. 2	0,17 + 0,00	
Rep. 3	0,15 + 0,00	
$\bar{x}$	0,16 - 0,00	106,67%
0 - 0,050 - 12 - 20		
Rep. 1	0,15 + 0,00	
Rep. 2	0,17 + 0,00	
Rep. 3	0,17 + 0,00	
$\bar{x}$	0,16 - 0,00	106,67%
0 - 0 - 12 - 30 (controle)		
Rep. 1	0,17 + 0,00	
Rep. 2	0,18 + 0,00	
Rep. 3	0,14 + 0,00	
$\bar{x}$	0,16 - 0,00	100,00%
0 - 0,025 - 12 - 30		
Rep. 1	0,13 + 0,00	
Rep. 2	0,17 + 0,00	
Rep. 3	0,16 + 0,00	
$\bar{x}$	0,15 - 0,00	93,75%
0 - 0,050 - 12 - 30		
Rep. 1	0,16 + 0,00	
Rep. 2	0,14 + 0,00	
Rep. 3	0,18 + 0,00	
$\bar{x}$	0,16 - 0,00	100,00%

.....

Tabela 20 - continuação

Tratamento	Altura da plantinha em cm.	Altura relativa da plantinha
0 - 0 - 24 - 20 (controle)		
Rep. 1	0,14 + 0,00	
Rep. 2	0,18 + 0,00	
Rep. 3	0,17 + 0,00	
$\bar{x}$	0,16 - 0,00	100,00%
0 - 0,025 - 24 - 20		
Rep. 1	0,16 + 0,00	
Rep. 2	0,17 + 0,00	
Rep. 3	0,16 + 0,00	
$\bar{x}$	0,16 - 0,00	100,00%
0 - 0,050 - 24 - 20		
Rep. 1	0,16 + 0,00	
Rep. 2	0,13 + 0,00	
Rep. 3	0,15 + 0,00	
$\bar{x}$	0,15 - 0,00	93,75%
0 - 0 - 24 - 30 (controle)		
Rep. 1	0,16 + 0,00	
Rep. 2	0,15 + 0,00	
Rep. 3	0,16 + 0,00	
$\bar{x}$	0,16 - 0,00	100,00%
0 - 0,025 - 24 - 30		
Rep. 1	0,15 + 0,00	
Rep. 2	0,16 + 0,00	
Rep. 3	0,16 + 0,00	
$\bar{x}$	0,16 - 0,00	100,00%
0 - 0,050 - 24 - 30		
Rep. 1	0,08 + 0,01	
Rep. 2	0,09 + 0,01	
Rep. 3	0,08 + 0,01	
$\bar{x}$	0,08 - 0,00	50,00%
0 (controle)		
Rep. 1	0,15 + 0,00	
Rep. 2	0,15 + 0,00	
Rep. 3	0,15 + 0,00	
$\bar{x}$	0,15 - 0,00	100,00%
12 - 0 (controle)		
Rep. 1	0,14 + 0,00	
Rep. 2	0,16 + 0,00	
Rep. 3	0,15 + 0,00	
$\bar{x}$	0,15 - 0,00	100,00%

.....

Tabela 20 - continuação

Tratamento	Altura da plantinha em cm.	Altura relativa da plantinha
12 - 30		
Rep. 1	0,15 + 0,00	
Rep. 2	0,14 + 0,00	
Rep. 3	0,13 + 0,00	
$\bar{x}$	0,14 - 0,00	93,33%
12 - 0 - 12 - 20 (controle)		
Rep. 1	0,19 + 0,00	
Rep. 2	0,22 + 0,00	
Rep. 3	0,18 + 0,01	
$\bar{x}$	0,20 + 0,00	100,00%
12 - 0,025 - 12 - 20		
Rep. 1	0,09 + 0,00	
Rep. 2	0,11 + 0,00	
Rep. 3	0,12 + 0,00	
$\bar{x}$	0,11 - 0,00	55,00%
12 - 0,050 - 12 - 20		
Rep. 1	0,14 + 0,01	
Rep. 2	0,13 + 0,00	
Rep. 3	0,10 + 0,00	
$\bar{x}$	0,12 - 0,00	60,00%
12 - 0 - 12 - 30 (controle)		
Rep. 1	0,21 + 0,00	
Rep. 2	0,18 + 0,00	
Rep. 3	0,17 + 0,00	
$\bar{x}$	0,19 - 0,00	100,00%
12 - 0,025 - 12 - 30		
Rep. 1	0,10 + 0,00	
Rep. 2	0,13 + 0,00	
Rep. 3	0,13 + 0,00	
$\bar{x}$	0,12 - 0,00	63,16%
12 - 0,050 - 12 - 30		
Rep. 1	0,13 + 0,00	
Rep. 2	0,13 + 0,00	
Rep. 3	0,13 + 0,00	
$\bar{x}$	0,13 - 0,00	68,42%
12 - 0 - 24 - 20 (controle)		
Rep. 1	0,21 + 0,01	
Rep. 2	0,16 + 0,00	
Rep. 3	0,17 + 0,00	
$\bar{x}$	0,18 - 0,00	100,00%

.....

Tabela 20 - continuação

Tratamento	Altura da plantinha em cm.	Altura relativa da plantinha
12 - 0,025 - 24 - 20		
Rep. 1	0,09 + 0,00	
Rep. 2	0,10 + 0,00	
Rep. 3	0,13 + 0,00	
$\bar{x}$	0,11 + 0,00	61,11%
12 - 0,050 - 24 - 20		
Rep. 1	0,11 + 0,00	
Rep. 2	0,10 + 0,00	
Rep. 3	0,12 + 0,00	
$\bar{x}$	0,11 + 0,00	61,11%
12 - 0 - 24 - 30 (controle)		
Rep. 1	0,16 + 0,00	
Rep. 2	0,18 + 0,00	
Rep. 3	0,15 + 0,00	
$\bar{x}$	0,16 + 0,00	100,00%
12 - 0,025 - 24 - 30		
Rep. 1	0,09 + 0,00	
Rep. 2	0,11 + 0,00	
Rep. 3	0,11 + 0,00	
$\bar{x}$	0,10 + 0,00	62,50%
12 - 0,050 - 24 - 30		
Rep. 1	0,00 + 0,00	
Rep. 2	0,04 + 0,02	
Rep. 3	0,07 + 0,02	
$\bar{x}$	0,04 + 0,01	25,00%
0 (controle)		
Rep. 1	0,19 + 0,00	
Rep. 2	0,19 + 0,00	
Rep. 3	0,18 + 0,00	
$\bar{x}$	0,19 + 0,00	100,00%
24 - 0 (controle)		
Rep. 1	0,17 + 0,00	
Rep. 2	0,21 + 0,00	
Rep. 3	0,21 + 0,01	
$\bar{x}$	0,20 + 0,00	100,00%
24 - 30		
Rep. 1	0,18 + 0,00	
Rep. 2	0,16 + 0,00	
Rep. 3	0,19 + 0,00	
$\bar{x}$	0,18 + 0,00	90,00%

.....

Tabela 20 - continuação

Tratamento	Altura da plantinha em cm.	Altura relativa da plantinha
24 - 0 - 12 - 20 (controle)		
Rep. 1	0,18 + 0,00	
Rep. 2	0,19 + 0,00	
Rep. 3	0,18 + 0,00	
$\bar{x}$	0,18 - 0,00	100,00%
24 - 0,025 - 12 - 20		
Rep. 1	0,17 + 0,01	
Rep. 2	0,16 + 0,01	
Rep. 3	0,19 + 0,00	
$\bar{x}$	0,17 - 0,00	94,44%
24 - 0,050 - 12 - 20		
Rep. 1	0,13 + 0,00	
Rep. 2	0,12 + 0,01	
Rep. 3	0,15 + 0,01	
$\bar{x}$	0,13 - 0,00	72,22%
24 - 0 - 12 - 30 (controle)		
Rep. 1	0,17 + 0,00	
Rep. 2	0,17 + 0,00	
Rep. 3	0,16 + 0,00	
$\bar{x}$	0,17 - 0,00	100,00%
24 - 0,025 - 12 - 30		
Rep. 1	0,15 + 0,01	
Rep. 2	0,14 + 0,01	
Rep. 3	0,17 + 0,01	
$\bar{x}$	0,15 - 0,00	88,24%
24 - 0,050 - 12 - 30		
Rep. 1	0,08 + 0,01	
Rep. 2	0,09 + 0,01	
Rep. 3	0,08 + 0,01	
$\bar{x}$	0,08 - 0,00	47,06%
24 - 0 - <del>24</del> - 20 (controle)		
Rep. 1	0,18 + 0,00	
Rep. 2	0,18 + 0,01	
Rep. 3	0,20 + 0,01	
$\bar{x}$	0,19 - 0,00	100,00%
24 - 0,025 - <del>24</del> - 20		
Rep. 1	0,16 + 0,00	
Rep. 2	0,14 + 0,01	
Rep. 3	0,17 + 0,01	
$\bar{x}$	0,16 - 0,00	84,21%

.....

Tabela 20 - continuação

Tratamento	Altura da plantinha em cm.	Altura relativa da plantinha
24 - 0,050 - 24 - 20		
Rep. 1	0,10 + 0,01	
Rep. 2	0,13 + 0,00	
Rep. 3	0,11 + 0,01	
x	0,11 - 0,00	57,89%
24 - 0 - 24 - 30 (controle)		
Rep. 1	0,20 + 0,00	
Rep. 2	0,19 + 0,00	
Rep. 3	0,21 + 0,01	
x	0,20 - 0,00	100,00%
24 - 0,025 - 24 - 30		
Rep. 1	0,08 + 0,03	
Rep. 2	0,07 + 0,02	
Rep. 3	0,10 + 0,01	
x	0,08 - 0,01	40,00%
24 - 0,050 - 24 - 30		
Rep. 1	0,00	
Rep. 2	0,00	
Rep. 3	0,00	
x	0,00	0,00%

\* 0 - 0,025 - 12 - 20 ... 0 (zero) horas de pré-embobimento; 0,025% concentração de MMS; 12 horas, tempo de tratamento e 20°C temperatura durante o tratamento com a solução mutagênica.

\*\* 0-150... 0 (zero), horas de pré-embobimento e dose de 150 KR de raios-gama.



Tabela 21 - Resultados gerais do Experimento MMS-2: Sobrevivência

Tratamento	Sobrevivência
0 (controle)	100,00%
0 - 150*	31,90%
0 - 0 - 12 - 20 (controle)	100,00%
0 - 0,025 - 12 - 20**	93,31%
0 - 0,050 - 12 - 20	96,54%
0 - 0 - 12 - 30 (controle)	100,00%
0 - 0,025 - 12 - 30	88,26%
0 - 0,050 - 12 - 30	91,04%
0 - 0 - 24 - 20 (controle)	100,00%
0 - 0,025 - 24 - 20	93,85%
0 - 0,050 - 24 - 20	75,94%
0 - 0 - 24 - 30 (controle)	100,00%
0 - 0,025 - 24 - 30	78,60%
0 - 0,025 - 24 - 30	10,28%
0 (controle)	100,00%
12 - 0 (controle)	100,00%
12 - 30	56,27%
12 - 0 - 12 - 20 (controle)	100,00%
12 - 0,025 - 12 - 20	85,49%
12 - 0,050 - 12 - 20	57,62%
12 - 0 - 12 - 30 (controle)	100,00%
12 - 0,025 - 12 - 30	72,89%
12 - 0,050 - 12 - 30	41,56%
12 - 0 - 24 - 20 (controle)	100,00%
12 - 0,025 - 24 - 20	75,00%
12 - 0,050 - 24 - 20	22,95%
12 - 0 - 24 - 30 (controle)	100,00%
12 - 0,025 - 24 - 30	8,52%
12 - 0,050 - 24 - 30	0,00%
0 (controle)	100,00%
24 - 0 (controle)	100,00%
24 - 30	76,29%
24 - 0 - 12 - 20 (controle)	100,00%
24 - 0,025 - 12 - 20	80,09%
24 - 0,050 - 12 - 20	38,16%
24 - 0 - 12 - 30 (controle)	100,00%
24 - 0,025 - 12 - 30	47,33%
24 - 0,050 - 12 - 30	4,54%
24 - 0 - 24 - 20 (controle)	100,00%
24 - 0,025 - 24 - 20	69,94%
24 - 0,050 - 24 - 20	15,77%
24 - 0 - 24 - 30 (controle)	100,00%
24 - 0,025 - 24 - 30	0,00%
24 - 0,050 - 24 - 30	0,00%

\* 0 - 150 ... 0 (zero) horas de pré-embobimento e dose de 150 KR de raios gama

\*\* 0 - 0,025 - 12 - 20 ... 0 (zero) horas de pré-embobimento; 0,025% concentração de MMS; 12 horas tempo de tratamento e - 20°C temperatura durante o tratamento com a solução mu tagênica.

Tabela 22 - Resultados gerais do Experimento NMU-1: Germinação

Tratamento	Germinação
0 (controle)	100,00%
0 - 150*	97,62%
0 - 0 - 12 - 20 (controle)	100,00%
0 - 0,015 - 12 - 20**	0,00%
0 - 0,030 - 12 - 20	0,00%
0 - 0 - 12 - 30 (controle)	100,00%
0 - 0,015 - 12 - 30	0,00%
0 - 0,030 - 12 - 30	0,00%
0 - 0 - 24 - 20 (controle)	100,00%
0 - 0,015 - 24 - 20	0,00%
0 - 0,030 - 24 - 20	0,00%
24 - 30	95,62%
0 - 0 - 24 - 20 (controle)	100,00%
0 - 0,015 - 24 - 30	0,00%
0 - 0,030 - 24 - 30	0,00%
24 - 0 - 12 - 20 (controle)	100,00%
24 - 0,015 - 12 - 20	15,58%
24 - 0,030 - 12 - 20	0,00%
24 - 0 - 12 - 30 (controle)	100,00%
24 - 0,015 - 12 - 30	0,00%
24 - 0,030 - 12 - 30	0,00%
24 - 0 - 24 - 20 (controle)	100,00%
24 - 0,015 - 24 - 20	6,59%
24 - 0,030 - 24 - 20	0,00%
24 - 0 - 24 - 30 (controle)	100,00%
24 - 0,015 - 24 - 30	0,00%
24 - 0,030 - 24 - 30	0,00%

\* 0 - 150 ... 0 (zero) horas de pré-embobimento e dose de 150 KR de raios gama

\*\* 0 - 0,015 - 12 - 20 ... 0 (zero) horas de pré-embobimento; - 0,015% concentração de NMU; 12 horas, tempo de tratamento e 20°C Temperatura durante o tratamento - com a solução mutagênica.

Tabela 23 - Resultados gerais do Experimento NMU-2: Germinação

Tratamento	Germinação
0 (controle)	100,00%
0 - 150*	102,49%
0 - 0 - 12 - 20 (controle)	100,00%
0 - 0,005 - 12 - 20**	0,00%
0 - 0,010 - 12 - 20	0,00%
0 - 0 - 12 - 30 (controle)	100,00%
0 - 0,005 - 12 - 30	0,00%
0 - 0,010 - 12 - 30	0,00%
0 - 0 - 24 - 20 (controle)	100,00%
0 - 0,005 - 24 - 20	0,00%
0 - 0,010 - 24 - 20	0,00%
0 - 0 - 24 - 30 (controle)	100,00%
0 - 0,005 - 24 - 30	0,00%
0 - 0,010 - 24 - 30	0,00%
24 - 0 (controle)	100,00%
24 - 30	181,04%
24 - 0 - 12 - 20 (controle)	100,00%
24 - 0,005 - 12 - 20	0,00%
24 - 0,010 - 12 - 20	0,00%
24 - 0 - 12 - 30 (controle)	100,00%
24 - 0,005 - 12 - 30	0,00%
24 - 0,010 - 12 - 30	0,00%
24 - 0 - 24 - 20 (controle)	100,00%
24 - 0,005 - 24 - 20	0,00%
24 - 0,010 - 24 - 20	0,00%
24 - 0 - 24 - 30 (controle)	100,00%
24 - 0,005 - 24 - 30	0,00%
24 - 0,010 - 24 - 30	0,00%
0 (controle)	100,00%
12 - 0 (controle)	100,00%
12 - 30	82,24%
12 - 0 - 12 - 20 (controle)	100,00%
12 - 0,005 - 12 - 20	0,00%
12 - 0,010 - 12 - 20	0,00%
12 - 0 - 12 - 30 (controle)	100,00%
12 - 0,005 - 12 - 30	0,00%
12 - 0,010 - 12 - 30	0,00%
12 - 0 - 24 - 20 (controle)	100,00%
12 - 0,005 - 24 - 20	0,00%
12 - 0,010 - 24 - 20	0,00%
12 - 0 - 24 - 30 (controle)	100,00%
12 - 0,005 - 24 - 30	0,00%
12 - 0,010 - 24 - 30	0,00%

\* 0 - 150 ... 0 (zero) horas de Pré-embobimento e dose de 150 KR de raios gama

\*\* 0 - 0,005 - 12 - 20... 0 (zero) horas de pré-embobimento; 0,005% concentração de NMU; 12 horas, tempo de tratamento e 20°C, Temperatura durante o tratamento com a solução mutagênica.

Tabela 24 - Resultado da Eficiência biológica relativa (REE): EMS-1/  
Raios Gama

EMS: Tratamento	Dose Raios Gama (KR)	Taxa de dose (KR/min)	Observação	REE
0 - 0,06 - 12 - 20*	150	0,90	G**	1,01
0 - 0,12 - 12 - 20	150	0,90	G	1,02
0 - 0,06 - 12 - 30	150	0,90	G	1,10
0 - 0,12 - 12 - 30	150	0,90	G	0,85
0 - 0,06 - 24 - 20	150	0,90	G	1,13
0 - 0,12 - 24 - 20	150	0,90	G	1,08
0 - 0,06 - 24 - 30	150	0,90	G	0,70
0 - 0,12 - 24 - 30	150	0,90	G	0,45
12 - 0,06 - 12 - 20	50	0,90	G	1,13
12 - 0,12 - 12 - 20	50	0,90	G	0,36
12 - 0,06 - 12 - 30	50	0,90	G	0,99
12 - 0,12 - 12 - 30	50	0,90	G	0,00
12 - 0,06 - 24 - 20	50	0,90	G	0,71
12 - 0,12 - 24 - 20	50	0,90	G	0,01
12 - 0,06 - 24 - 30	50	0,90	G	0,66
12 - 0,12 - 24 - 30	50	0,90	G	0,00
24 - 0,06 - 12 - 20	50	0,90	G	1,02*
24 - 0,12 - 12 - 20	50	0,90	G	0,29
24 - 0,06 - 12 - 30	50	0,90	G	0,22
24 - 0,12 - 12 - 30	50	0,90	G	0,02
24 - 0,06 - 24 - 20	50	0,90	G	0,51
24 - 0,12 - 24 - 20	50	0,90	G	0,00
24 - 0,06 - 24 - 30	50	0,90	G	0,02
24 - 0,12 - 24 - 30	50	0,90	G	0,02

\* 0 - 0,06 - 12 - 20 ... 0 (zero) horas de pré-embriamento; 0,06% concentração EMS; 12 horas, tempo de tratamento e 20°C temperatura durante o tratamento com a solução mutagênica.

\*\* G ... Germinação

Tabela 25 - Resultados de Eficiência biológica relativa (RBE) EMS-2/  
Raios Gama

EMS: Tratamento	Dose Raios Gama (KR)	Taxa de dose (KR/min)	Observação	RBE
0 - 0,06 - 12 - 20*	150	0,88	G**	1,01
	150	0,88	R***	2,92
	150	0,88	P****	1,09
	150	0,88	S*****	1,52
0 - 0,12 - 12 - 20	150	0,88	G	1,02
	150	0,88	R	2,92
	150	0,88	P	1,03
	150	0,88	S	1,45
0 - 0,06 - 12 - 30	150	0,88	G	0,97
	150	0,88	R	1,97
	150	0,88	P	0,80
	150	0,88	S	1,35
0 - 0,12 - 12 - 30	150	0,88	G	1,17
	150	0,88	R	1,97
	150	0,88	P	0,73
	150	0,88	S	1,58
0 - 0,06 - 24 - 20	150	0,88	G	0,62
	150	0,88	R	2,06
	150	0,88	P	1,22
	150	0,88	S	1,30
0 - 0,12 - 24 - 20	150	0,88	G	0,72
	150	0,88	R	1,54
	150	0,88	P	1,09
	150	0,88	S	1,07
0 - 0,06 - 24 - 30	150	0,88	G	0,63
	150	0,88	R	1,89
	150	0,88	P	1,00
	150	0,88	S	1,46
0 - 0,12 - 24 - 30	150	0,88	G	0,63
	150	0,88	R	1,55
	150	0,88	P	1,06
	150	0,88	S	1,22
12 - 0,06 - 12 - 20	30	0,89	G	1,02
	30	0,89	R	3,46
	30	0,89	P	1,14
	30	0,89	S	2,30
12 - 0,12 - 12 - 20	30	0,89	G	0,78
	30	0,89	R	2,12
	30	0,89	P	1,00
	30	0,89	S	2,23
12 - 0,06 - 12 - 30	30	0,89	G	1,13
	30	0,89	R	1,88
	30	0,89	P	0,84
	30	0,89	S	2,29

.....

Tabela 25 - continuação

EMS: Tratamento	Dose Raios Gama (KR)	Taxa de dose (KR/min)	Observação	RBE
12 - 0,12 - 12 - 30	30	0,89	G	0,94
	30	0,89	R	1,70
	30	0,89	P	0,79
	30	0,89	S	2,46
12 - 0,06 - 24 - 20	30	0,89	G	0,84
	30	0,89	R	2,50
	30	0,89	P	1,28
	30	0,89	S	1,87
12 - 0,12 - 24 - 20	30	0,89	G	0,52
	30	0,89	R	1,40
	30	0,89	P	1,16
	30	0,89	S	1,43
12 - 0,06 - 24 - 30	30	0,89	G	0,54
	30	0,89	R	2,30
	30	0,89	P	1,05
	30	0,89	S	2,52
12 - 0,12 - 24 - 30	30	0,89	G	0,28
	30	0,89	R	1,22
	30	0,89	P	0,99
	30	0,89	S	0,65
24 - 0,06 - 12 - 20	30	0,89	G	0,94
	30	0,89	R	2,86
	30	0,89	P	0,98
	30	0,89	S	1,82
24 - 0,12 - 12 - 20	30	0,89	G	0,04
	30	0,89	R	0,36
	30	0,89	P	0,54
	30	0,89	S	0,17
24 - 0,06 - 12 - 30	30	0,89	G	0,51
	30	0,89	R	2,04
	30	0,89	P	1,05
	30	0,89	S	1,80
24 - 0,12 - 12 - 30	30	0,89	G	0,00
	30	0,89	R	0,00
	30	0,89	P	0,00
	30	0,89	S	0,00
24 - 0,06 - 24 - 20	30	0,89	G	0,33
	30	0,89	R	2,83
	30	0,89	P	1,26
	30	0,89	S	1,86
24 - 0,12 - 24 - 20	30	0,89	G	0,03
	30	0,89	R	0,00
	30	0,89	P	0,00
	30	0,89	S	0,00

.....

Tabela 25 - continuação

EMS: Tratamento	Dose Raios Gama (kR)	Taxa de dose (kR/min)	Observação	RBE
24 - 0,06 - 24 - 30	30	0,89	G	0,07
	30	0,89	G	1,48
	30	0,89	P	0,81
	30	0,89	S	1,08
24 - 0,12 - 24 - 30	30	0,89	G	0,00
	30	0,89	R	0,00
	30	0,89	P	0,00
	30	0,89	S	0,00

\* 0 - 0,06 - 12 - 20 ... 0 (zero) horas de pré-embecimento; 0,06% concentração EMS; 12 horas, tempo de tratamento e 20°C Temperatura durante o tratamento com a solução mutagênica.

\*\* G... Germinação

\*\*\* R ... Comprimento da raiz

\*\*\*\* P... Altura da plantinha

\*\*\*\*\* S... Sobrevivência

Tabela 26 - Resultados da Eficiência biológica relativa (RBE) MMS-1/ raios gama.

MMS: Tratamento	Dose Raios Gama (KR)	Taxa de dose (KR/min)	Observação	RBE
0 - 0,05 - 12 - 20*	150	0,88	G**	0,33
	150	0,88	R***	0,86
	150	0,88	P****	0,95
	150	0,88	S*****	0,78
0 - 0,10 - 12 - 20	150	0,88	G	0,12
	150	0,88	R	0,41
	150	0,88	P	0,70
	150	0,88	S	0,49
0 - 0,05 - 12 - 30	150	0,88	G	0,00
	150	0,88	R	0,16
	150	0,88	P	0,38
	150	0,88	S	0,14
0 - 0,10 - 12 - 30	150	0,88	G	0,00
	150	0,88	R	0,00
	150	0,88	P	0,00
	150	0,88	S	0,00
0 - 0,05 - 24 - 20	150	0,88	G	0,00
	150	0,88	R	0,15
	150	0,88	P	0,40
	150	0,88	S	0,09
0 - 0,10 - 24 - 20	150	0,88	G	0,00
	150	0,88	R	0,00
	150	0,88	P	0,00
	150	0,88	S	0,00
0 - 0,05 - 24 - 30	150	0,88	G	0,00
	150	0,88	R	0,00
	150	0,88	P	0,00
	150	0,88	S	0,00
0 - 0,10 - 24 - 30	150	0,88	G	0,00
	150	0,88	R	0,00
	150	0,88	P	0,00
	150	0,88	S	0,00

\* 0 - 0,05 - 12 - 20 ... 0 (zero) horas de pré-embobimento; 0,05% concentração de MMS; 12 horas, tempo de tratamento e 20°C temperatura durante o tratamento com a solução mutagênica.

\*\* G ... Germinação

\*\*\* R ... Comprimento da Raiz

\*\*\*\* P... Altura da plantinha

\*\*\*\*\* S ... Sobrevivência



Tabela 27 - Resultados da Eficiência biológica relativa (RBE): MMS-2/  
Raios Gama

MMS:Tratamento	Dose Raios Gama KR	Taxa de dose (KR/min)	Observação	RBE
0 - 0,025 - 12 - 20*	150	0,88	G**	1,20
	150	0,88	R***	4,03
	150	0,88	P****	1,42
	150	0,88	S*****	2,92
0 - 0,050 - 12 - 20	150	0,88	G	1,11
	150	0,88	R	4,14
	150	0,88	P	1,42
	150	0,88	S	3,03
0 - 0,025 - 12 - 30	150	0,88	G	0,75
	150	0,88	R	3,57
	150	0,88	P	1,25
	150	0,88	S	2,77
0 - 0,050 - 12 - 30	150	0,88	G	0,30
	150	0,88	R	3,08
	150	0,88	P	1,33
	150	0,88	S	2,85
0 - 0,025 - 24 - 20	150	0,88	G	0,79
	150	0,88	R	3,31
	150	0,88	P	1,33
	150	0,88	S	2,94
0 - 0,050 - 24 - 20	150	0,88	G	0,68
	150	0,88	R	2,93
	150	0,88	P	1,25
	150	0,88	S	2,38
0 - 0,025 - 24 - 30	150	0,88	G	0,08
	150	0,88	R	3,32
	150	0,88	P	1,33
	150	0,88	S	2,46
0 - 0,050 - 24 - 30	150	0,88	G	0,00
	150	0,88	R	0,80
	150	0,88	P	0,67
	150	0,88	S	0,32
12 - 0,025 - 12 - 20	30	0,89	G	0,85
	30	0,89	R	0,53
	30	0,89	P	0,59
	30	0,89	S	1,52
12 - 0,050 - 12 - 20	30	0,89	G	0,59
	30	0,89	R	0,65
	30	0,89	P	0,64
	30	0,89	S	1,02
12 - 0,025 - 12 - 30	30	0,89	G	0,74
	30	0,89	R	0,63
	30	0,89	P	0,68
	30	0,89	S	1,30

.....

Tabela 27 - continuação

MMS: Tratamento	Dose Raios Gama KR	Taxa de dose (KR/min)	Observação	RBE
12 - 0,050 - 12 - 30	30	0,89	G	0,20
	30	0,89	R	0,52
	30	0,89	P	0,73
	30	0,89	S	0,74
12 - 0,025 - 24 - 20	30	0,89	G	0,34
	30	0,89	R	0,55
	30	0,89	P	0,65
	30	0,89	S	1,33
12 - 0,050 - 24 - 20	30	0,89	G	0,08
	30	0,89	R	0,36
	30	0,89	P	0,65
	30	0,89	S	0,41
12 - 0,025 - 24 - 30	30	0,89	G	0,02
	30	0,89	R	0,33
	30	0,89	P	0,67
	30	0,89	S	0,15
12 - 0,050 - 24 - 30	30	0,89	G	0,00
	30	0,89	R	0,09
	30	0,89	P	0,28
	30	0,89	S	0,00
24 - 0,025 - 12 - 20	30	0,89	G	0,38
	30	0,89	R	1,28
	30	0,89	P	1,05
	30	0,89	S	1,05
24 - 0,050 - 12 - 20	30	0,89	G	0,17
	30	0,89	R	0,92
	30	0,89	P	0,80
	30	0,89	S	0,50
24 - 0,025 - 12 - 30	30	0,89	G	0,22
	30	0,89	R	1,00
	30	0,89	P	0,98
	30	0,89	S	0,62
24 - 0,050 - 12 - 30	30	0,89	G	0,01
	30	0,89	R	0,25
	30	0,89	P	0,52
	30	0,89	S	0,06
24 - 0,025 - 24 - 20	30	0,89	G	0,03
	30	0,89	R	0,99
	30	0,89	P	0,94
	30	0,89	S	0,91
24 - 0,050 - 24 - 20	30	0,89	G	0,00
	30	0,89	R	0,41
	30	0,89	P	0,64
	30	0,89	S	0,21

.....

Tabela 27 - continuação

MMS:Tratamento	Dose Raios Gama KR	Taxa de dose (KR/min)	Observação	RBE
24 - 0,025 - 24 - 30	30	0,89	G	0,00
	30	0,89	R	0,29
	30	0,89	P	0,44
	30	0,89	S	0,00
24 - 0,050 - 24 - 30	30	0,89	G	0,00
	30	0,89	R	0,00
	30	0,89	P	0,00
	30	0,89	S	0,00

\* 0 - 0,025 - 12 - 20 ... 0 (zero) horas de pré-embecimento; 0,025% concentração de MMS; 12 horas, tempo de tratamento e 20°C temperatura durante o tratamento com a solução mutagênica.

\*\* G ... Germinação

\*\*\* R ... Comprimento da raiz

\*\*\*\* P ... Altura da Plantinha

\*\*\*\*\* S ... Sobrevivência

Tabela 28 - Resultado da Eficiência biológica relativa (RBE):NMU:1 Raios Gama.

NMU: Tratamento	Dose Páios Gama KR	Taxa de dose KR/min	Observação	RBE
0 - 0,015 - 12 - 20*	150	0,88	G**	0,00
0 - 0,030 - 12 - 20	150	0,88	G	0,00
0 - 0,015 - 12 - 30	150	0,88	G	0,00
0 - 0,030 - 12 - 30	150	0,88	G	0,00
0 - 0,015 - 24 - 20	150	0,88	G	0,00
0 - 0,030 - 24 - 20	150	0,88	G	0,00
0 - 0,015 - 24 - 30	150	0,88	G	0,00
0 - 0,030 - 24 - 30	150	0,88	G	0,00
24 - 0,015 - 12 - 20	30	0,88	G	0,16
24 - 0,030 - 12 - 20	30	0,88	G	0,00
24 - 0,015 - 12 - 30	30	0,88	G	0,00
24 - 0,015 - 12 - 30	30	0,88	G	0,00
24 - 0,015 - 24 - 20	30	0,88	G	0,07
24 - 0,030 - 24 - 20	30	0,88	G	0,00
24 - 0,015 - 24 - 30	30	0,88	G	0,00
24 - 0,030 - 24 - 30	30	0,88	G	0,00

\* 0 - 0,015 - 12 - 20 ... 0 (zero) horas de pré-embobimento; 0,015% concentração NMU; 12 horas, tempo de tratamento e 20°C temperatura durante o tratamento com a solução mutagênica

\*\* G ... Germinação

Tabela 29 - resultado da Eficiência biológica relativa (REE):  
NMU-2/Raios Gama

NMU:Tratamento	Dose Raios Gama KA	Taxa de dose (KA/min)	Observação	REE
0 - 0,005 - 12 - 20*	150	0,87	G**	0,00
0 - 0,010 - 12 - 20	150	0,87	G	0,00
0 - 0,005 - 12 - 30	150	0,87	G	0,00
0 - 0,010 - 12 - 30	150	0,87	G	0,00
0 - 0,005 - 24 - 20	150	0,87	G	0,00
0 - 0,010 - 24 - 20	150	0,87	G	0,00
0 - 0,005 - 24 - 30	150	0,87	G	0,00
0 - 0,010 - 24 - 30	150	0,87	G	0,00
12 - 0,05 - 12 - 20	30	0,87	G	0,00
12 - 0,010 - 12 - 20	30	0,87	G	0,00
12 - 0,005 - 12 - 30	30	0,87	G	0,00
12 - 0,010 - 12 - 30	30	0,87	G	0,00
12 - 0,005 - 24 - 20	30	0,87	G	0,00
12 - 0,010 - 24 - 20	30	0,87	G	0,00
12 - 0,005 - 24 - 30	30	0,87	G	0,00
12 - 0,010 - 24 - 30	30	0,87	G	0,00
24 - 0,005 - 12 - 20	30	0,87	G	0,00
24 - 0,010 - 12 - 20	30	0,87	G	0,00
24 - 0,005 - 12 - 30	30	0,87	G	0,00
24 - 0,010 - 12 - 30	30	0,87	G	0,00
24 - 0,005 - 24 - 20	30	0,87	G	0,00
24 - 0,010 - 24 - 20	30	0,87	G	0,00
24 - 0,005 - 24 - 30	30	0,87	G	0,00
24 - 0,010 - 24 - 30	30	0,87	G	0,00

\* 0-0,005 - 12 - 20...0 (zero) horas de pré-embecimento; 0,005% concentração NMU; 12 horas tempo de tratamento e 20°C temperatura durante o tratamento com a solução mutagênica

\*\* G ... Germinação.

FIGURA 1 - Experimento RG-1: Germinação

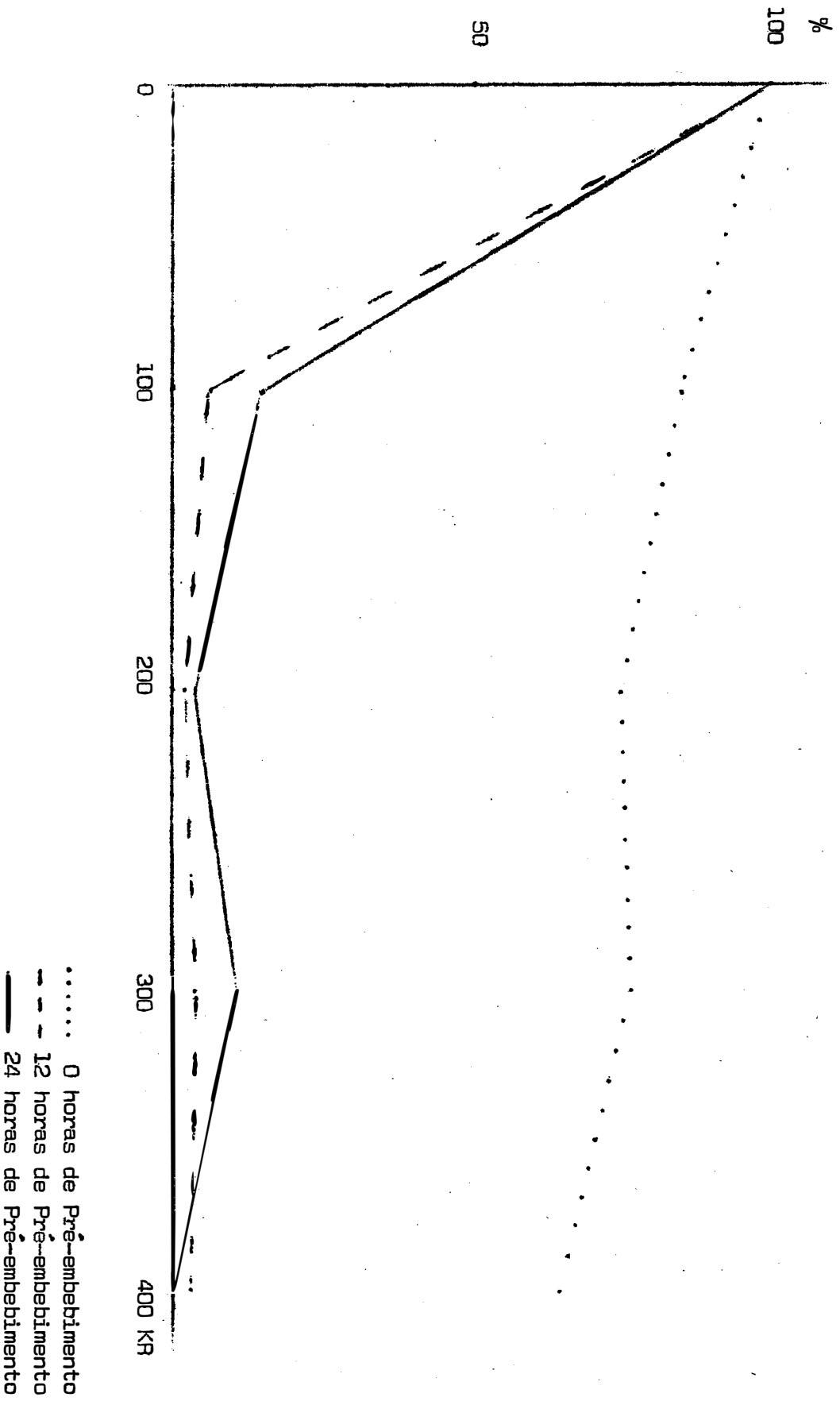


FIGURA 2 - Experimento RG-1: Comprimento relativo da Raiz

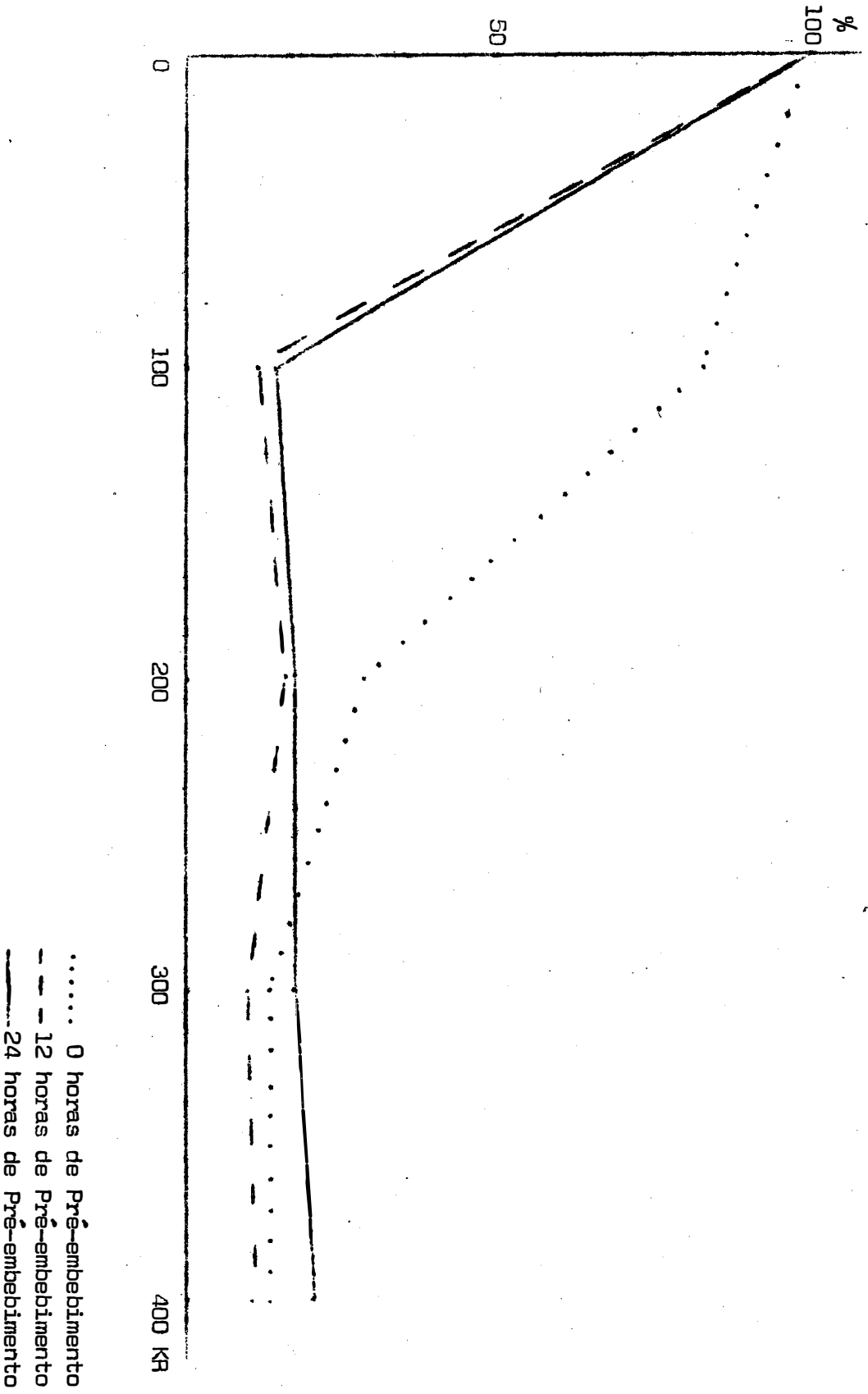


FIGURA 3 Experimento RG-2: Germinação

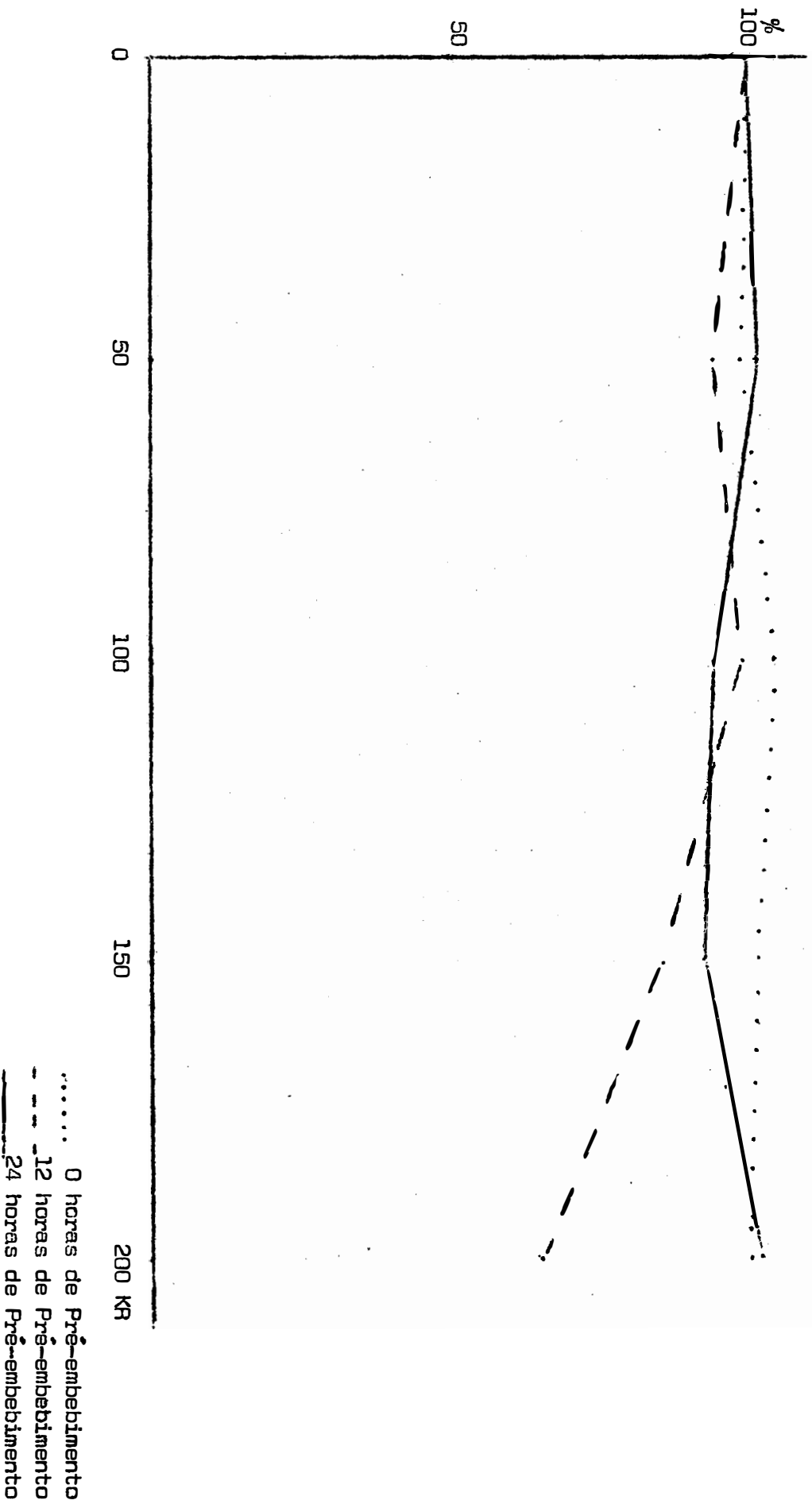




FIGURA 4 Experimento RG-2: Comprimento relativo da raiz

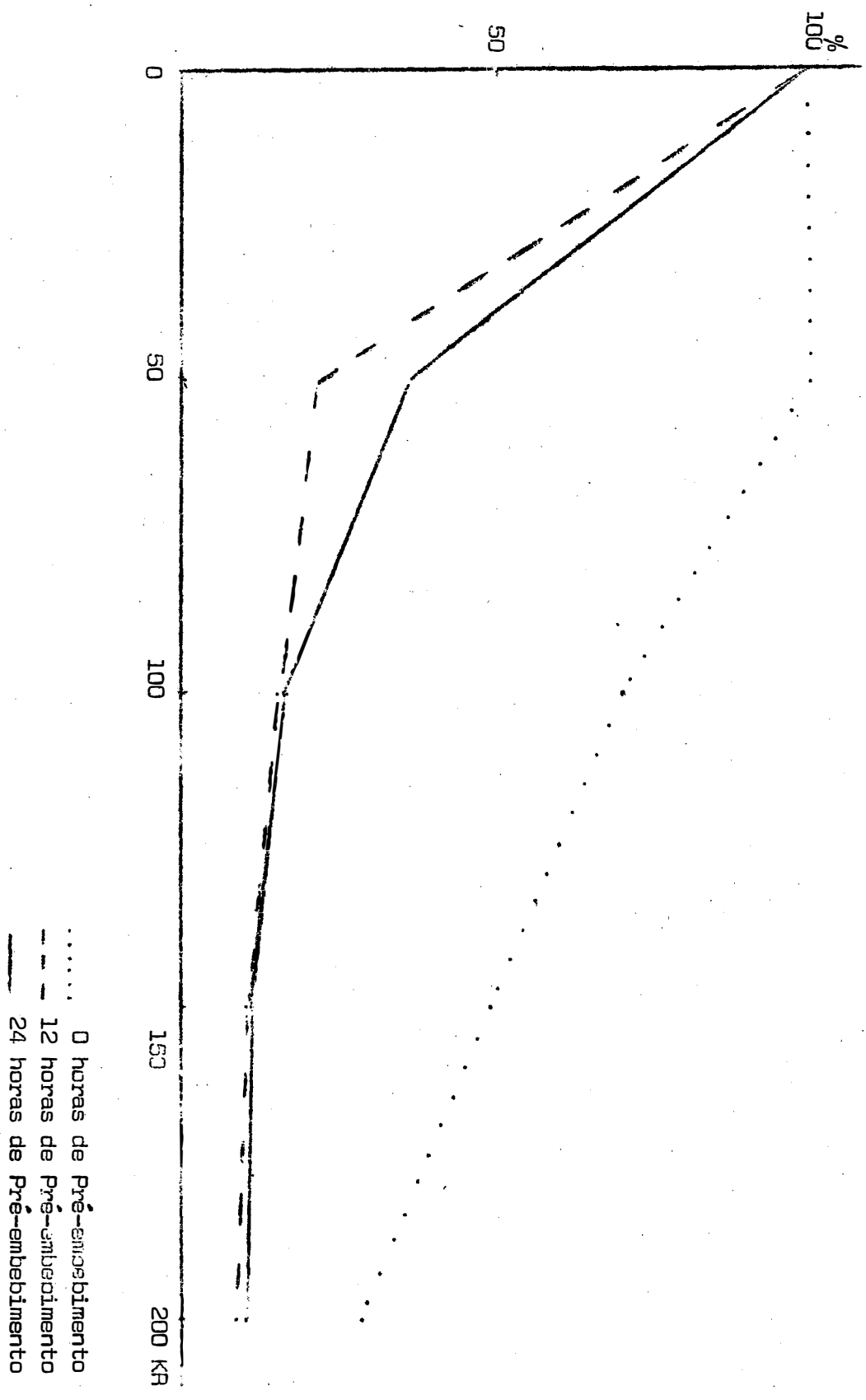


FIGURA 5- Experimento RG-3: Germinação

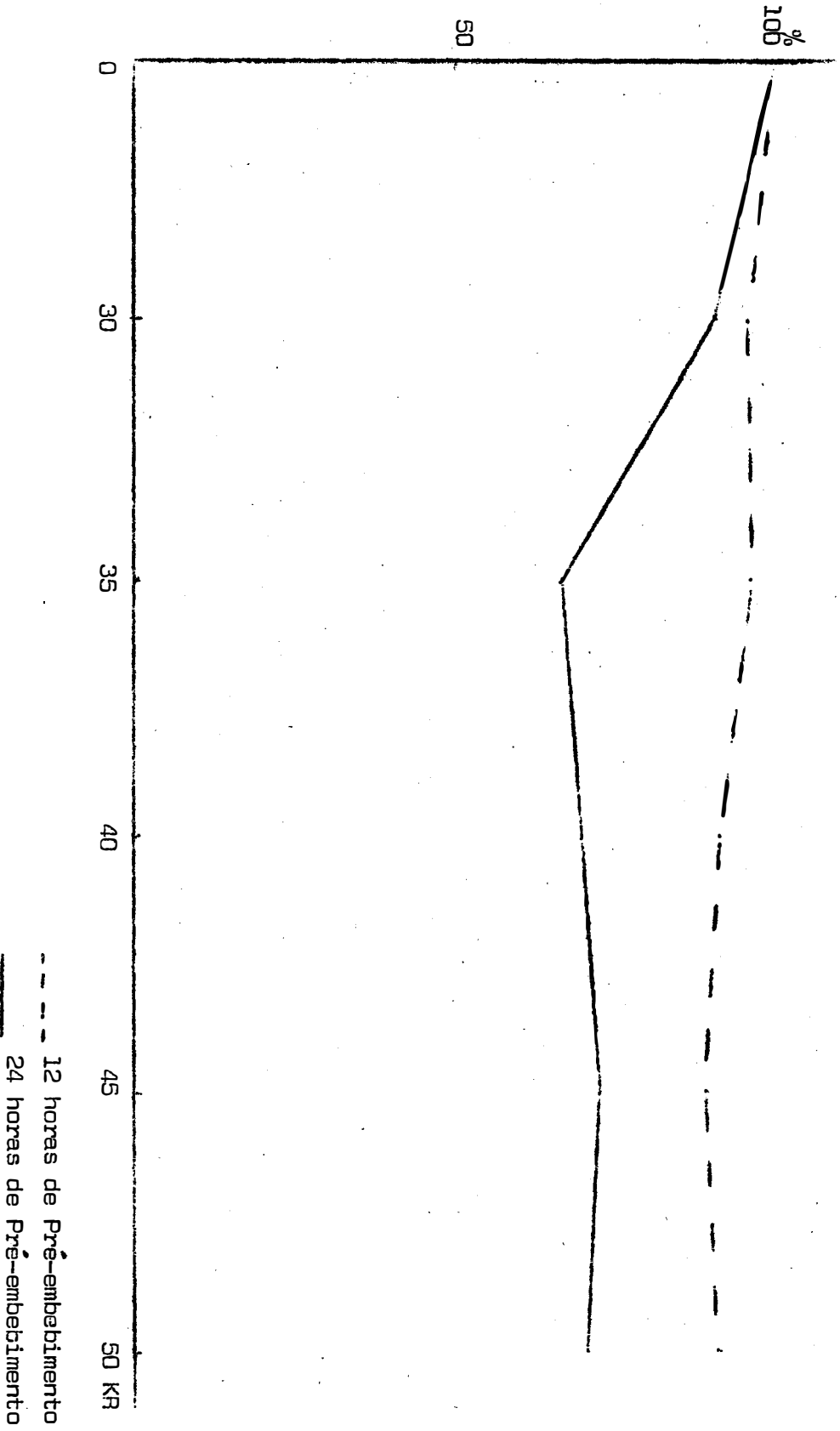


FIGURA 6 Experimento RG-3: Comprimento relativo da raiz

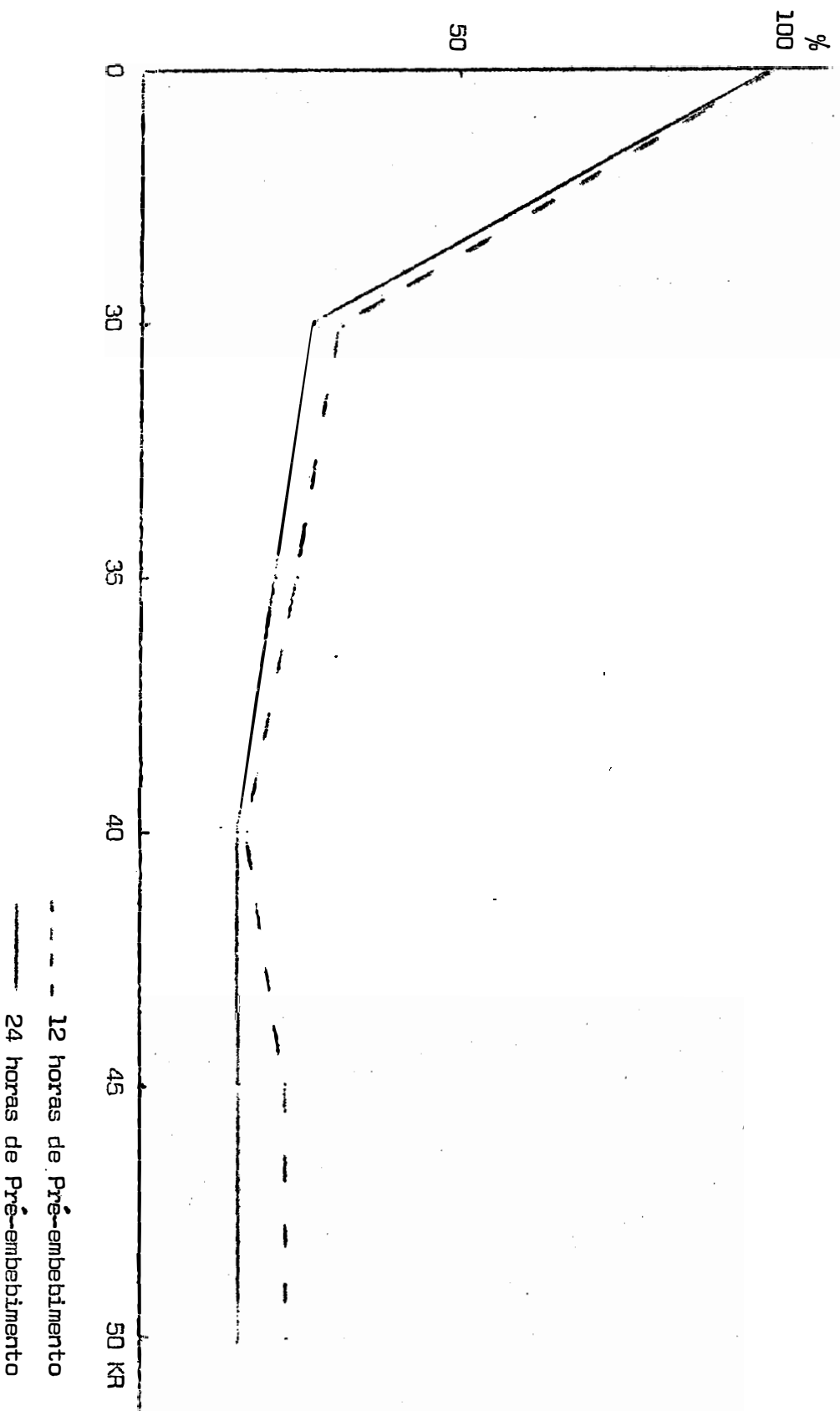


FIGURA 7 Experimento RG-4: Germinação

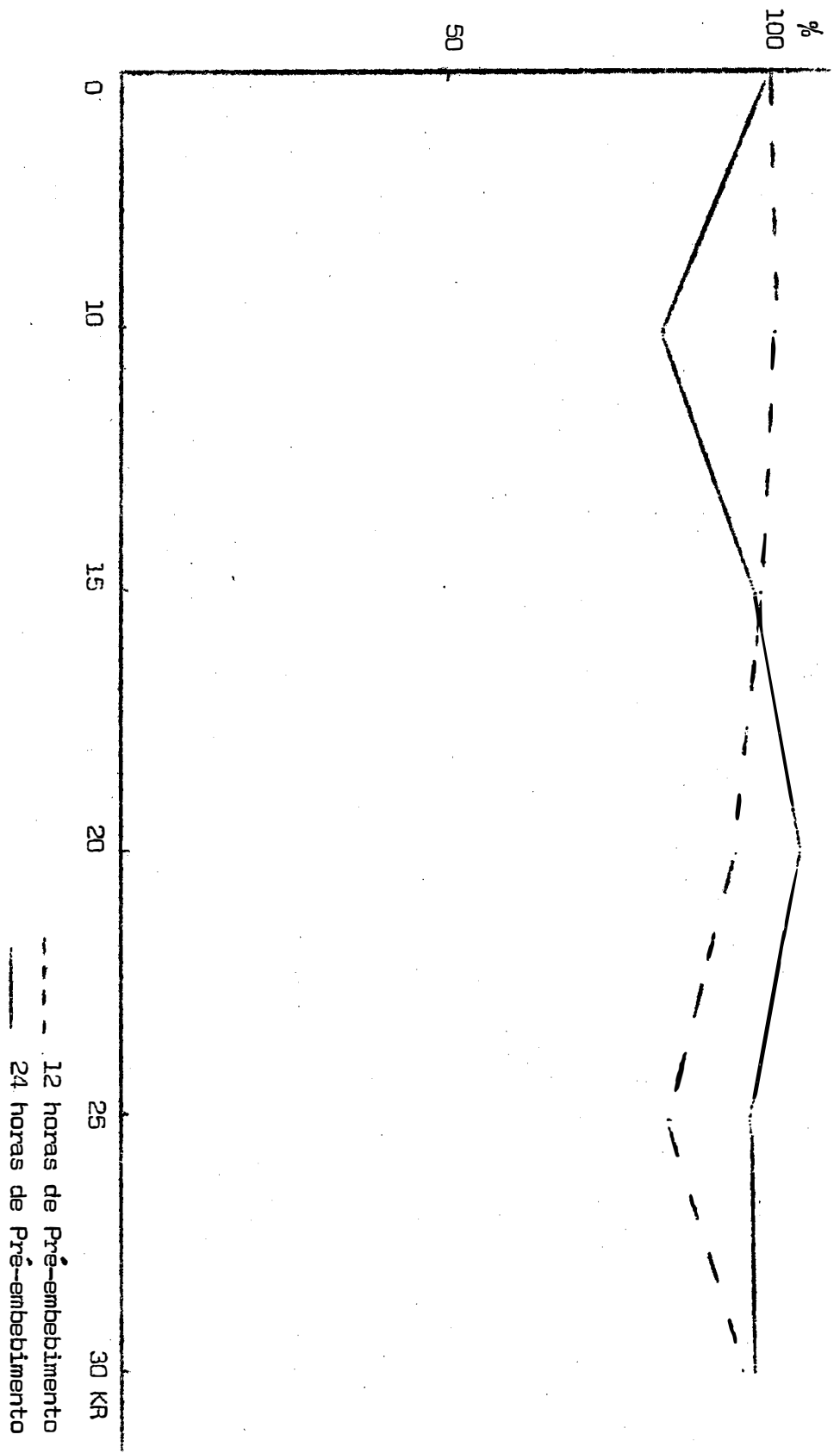


FIGURA 8 - Experimento RG-4: Comprimento relativo da raiz

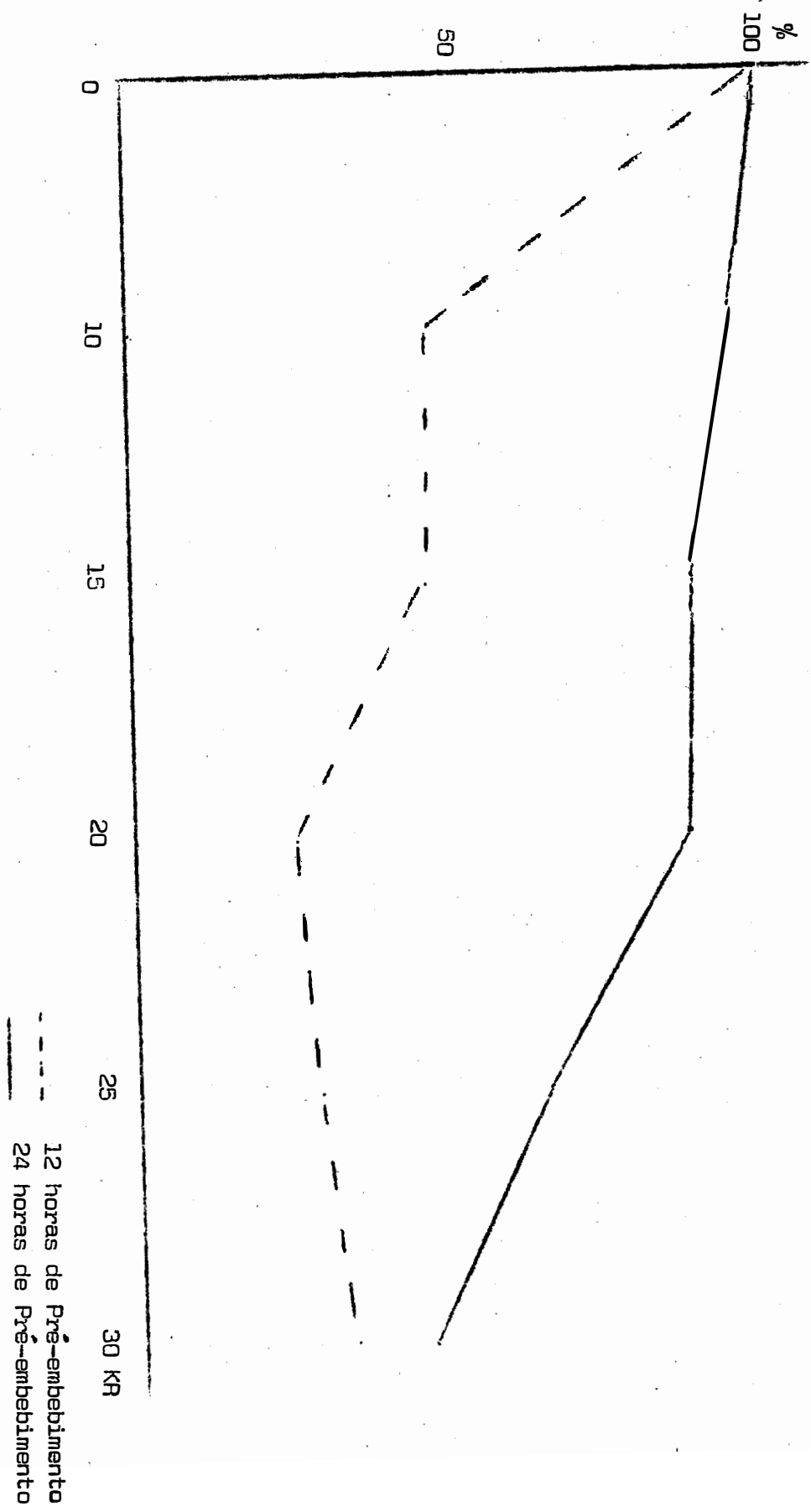


FIGURA 9 Experimento EMS-1: Germinação 12 horas de tratamento na solução mutagênica a temperatura de 20°C

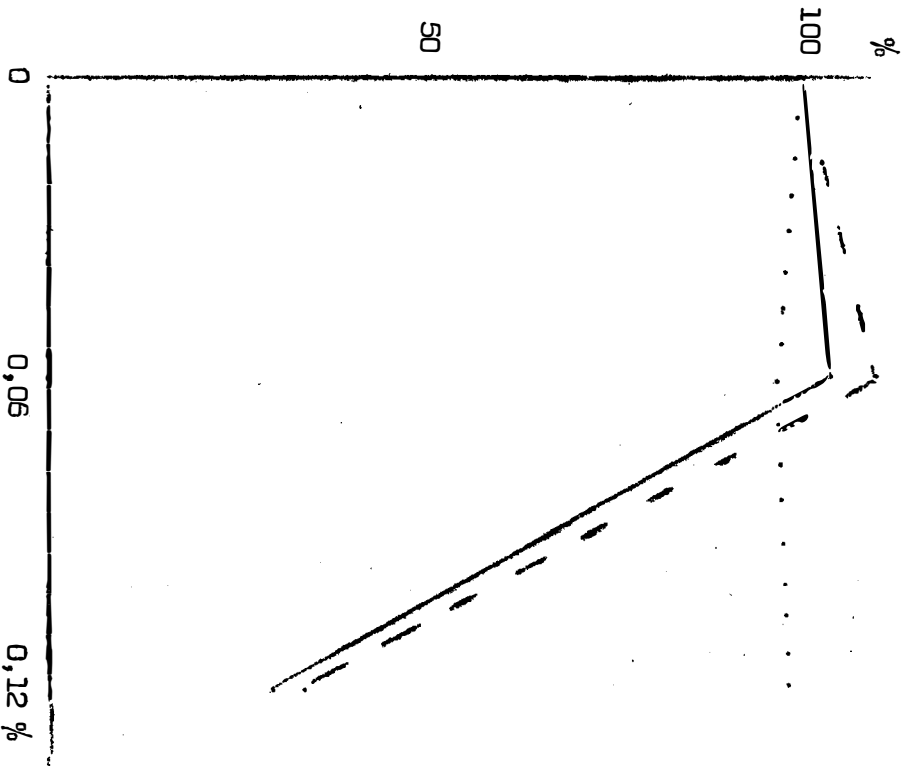


FIGURA 10 Experimento EMS-1: Germinação 12 horas de tratamento a solução mutagênica a temperatura de 30°C

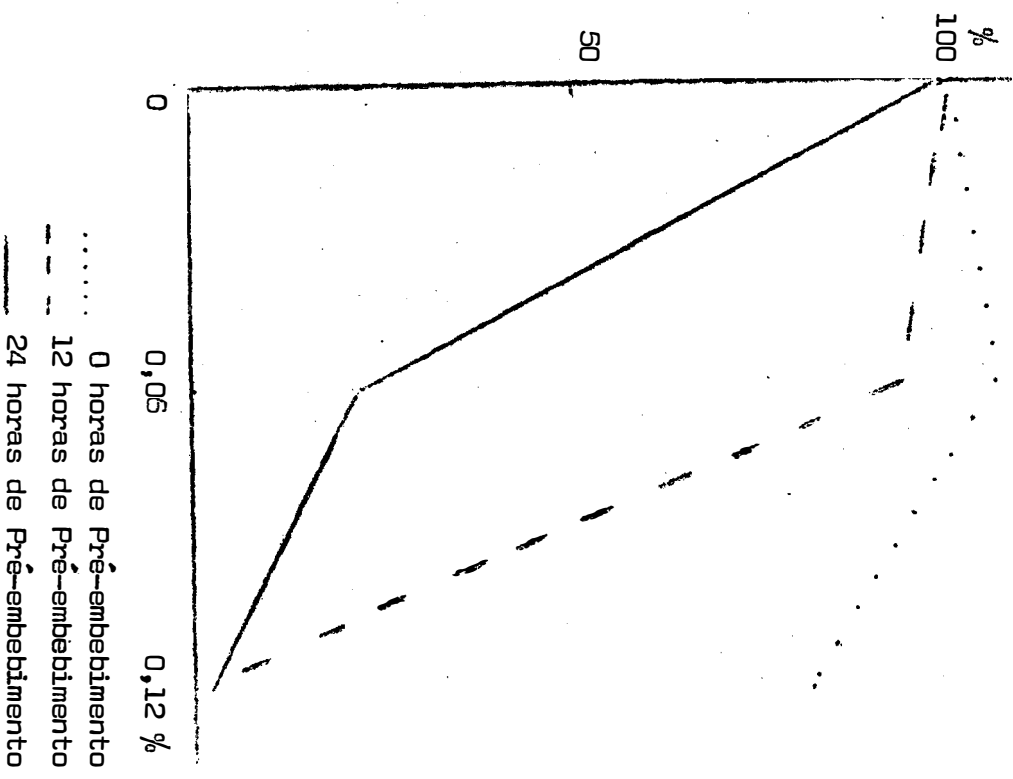


FIGURA 11- Experimento EMS-1: Germinação  
24 horas de tratamento na solução muta-  
gênica a temperatura de 20°C

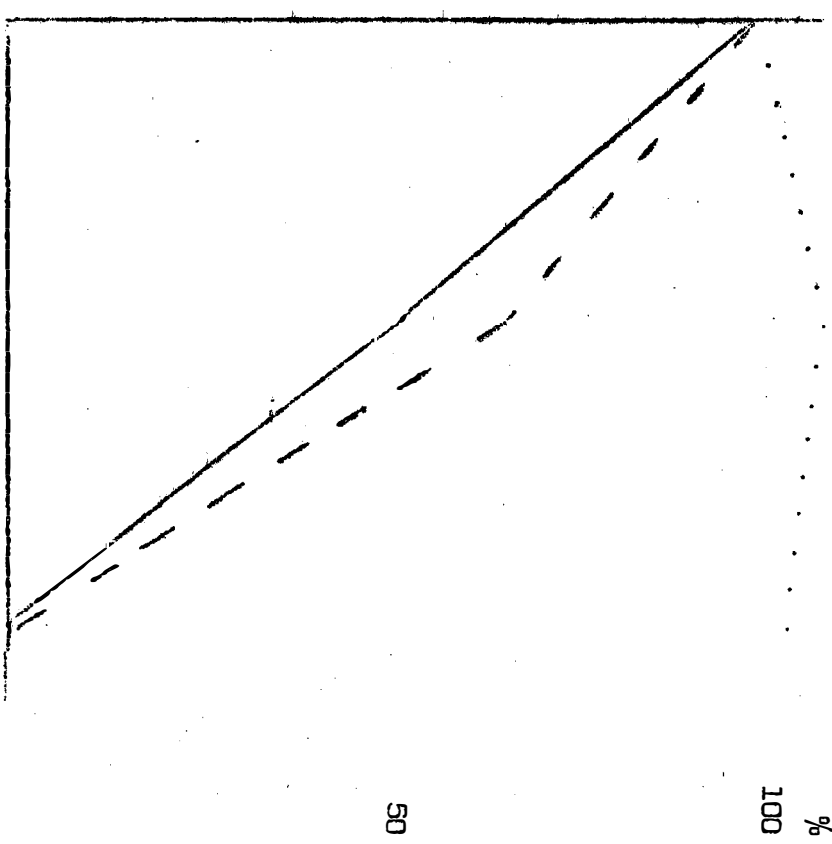
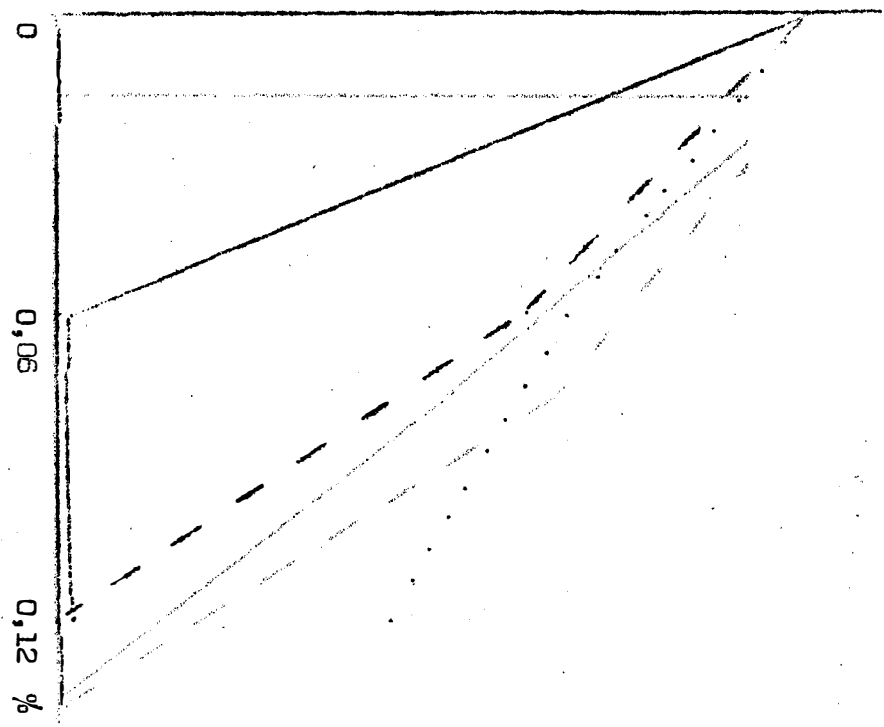


FIGURA 12- Experimento EMS-1: Germinação  
24 horas de tratamento na solução muta-  
gênica a temperatura de 30°C



..... 0 horas de Pré-embibimento  
- - - 12 horas de Pré-embibimento  
- - - 24 horas de Pré-embibimento

FIGURA 13 - Experimento EMS-2: Germinação  
12 horas de tratamento na solução mutagênica a temperatura de 20°C

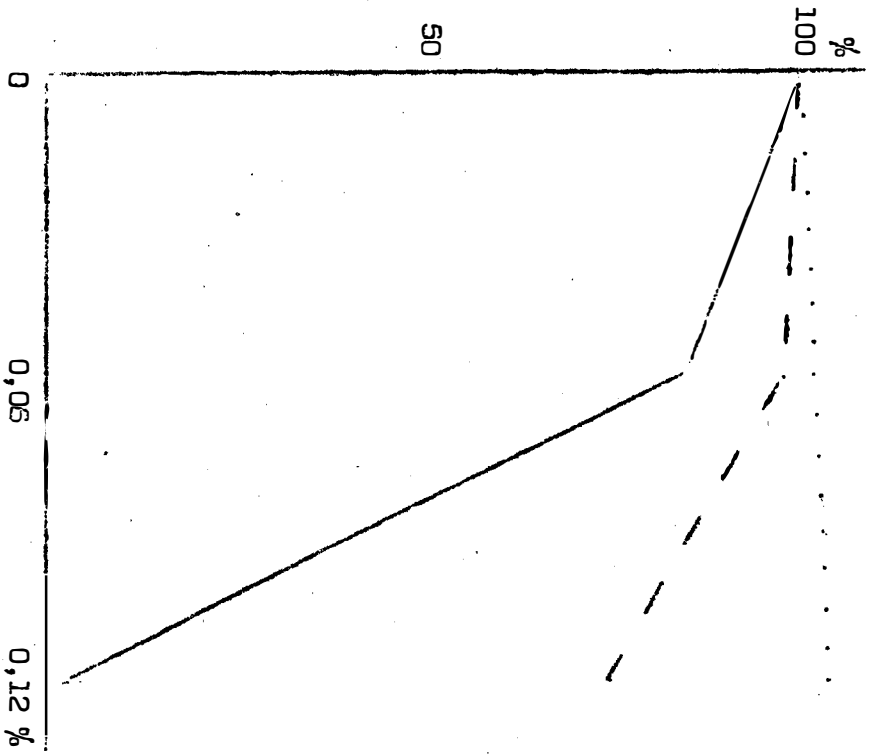
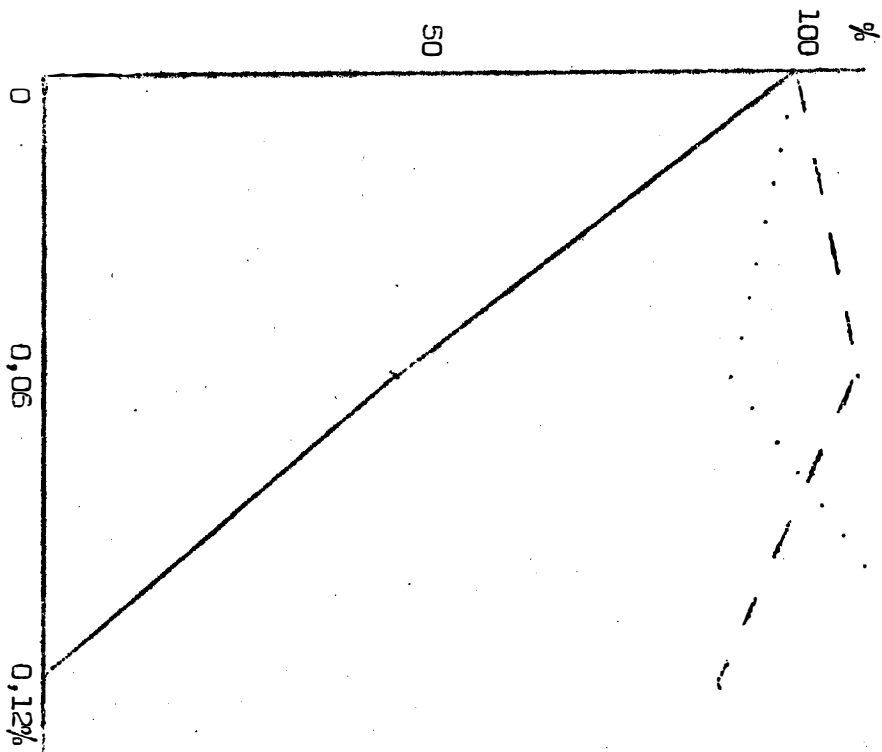


FIGURA 14 - Experimento EMS-2: Germinação  
12 horas de tratamento na solução mutagênica a temperatura de 20°C



..... 0 horas de Pré-embolimento  
- - - - 12 horas de Pré-embolimento  
\_\_\_\_\_ 24 horas de Pré-embolimento



FIGURA 15 - Experimento EMS-2: Germinação 24 horas de tratamento na solução mutagênica a temperatura de 20°C

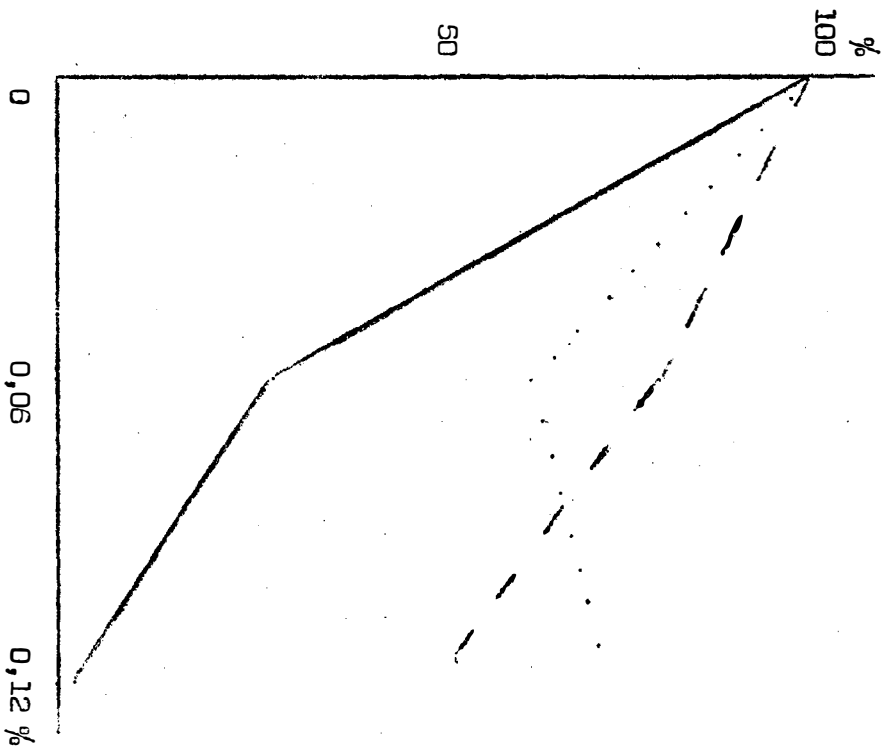
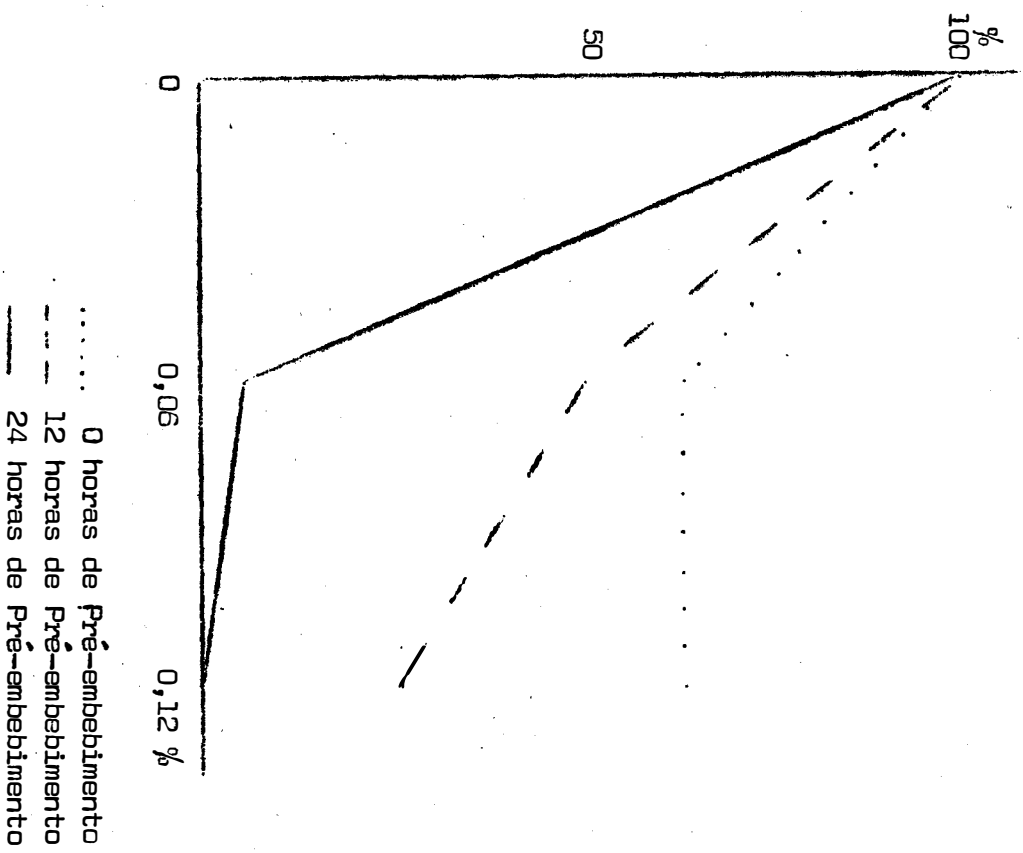


FIGURA 16 - Experimento EMS-2: Germinação 24 horas de tratamento na solução mutagênica a temperatura de 30°C



..... 0 horas de Pré-embabimento  
- - - - - 12 horas de Pré-embabimento  
\_\_\_\_\_ 24 horas de Pré-embabimento

FIGURA 17 - Experimento EMS-2: Comprimento relativo da raiz, 12 horas de tratamento na solução mutagênica a temperatura de 20°C.

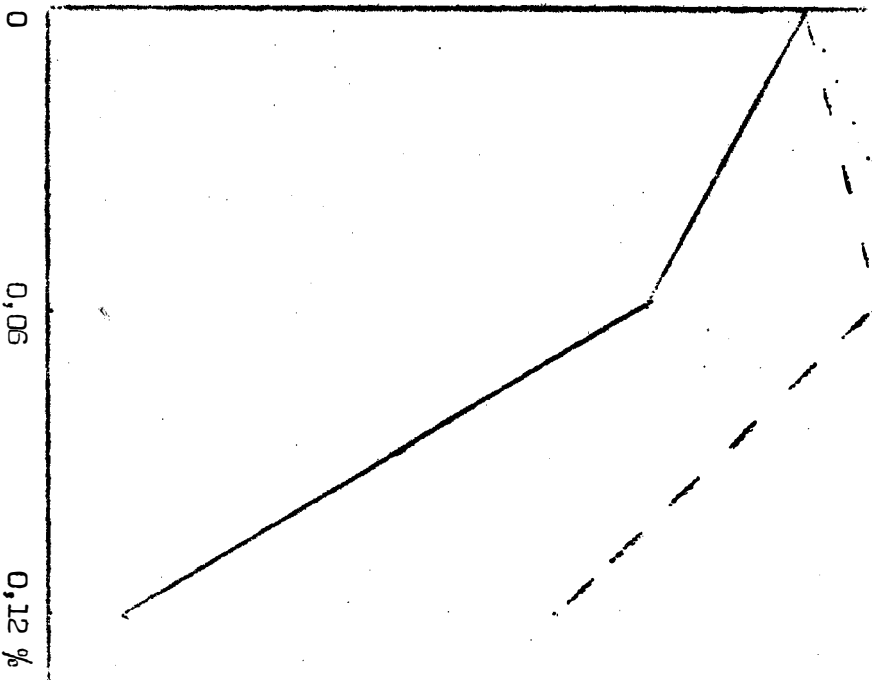


FIGURA 18 - Experimento EMS-2: Comprimento relativo da raiz, 12 horas de tratamento na solução mutagênica a temperatura de 30°C.

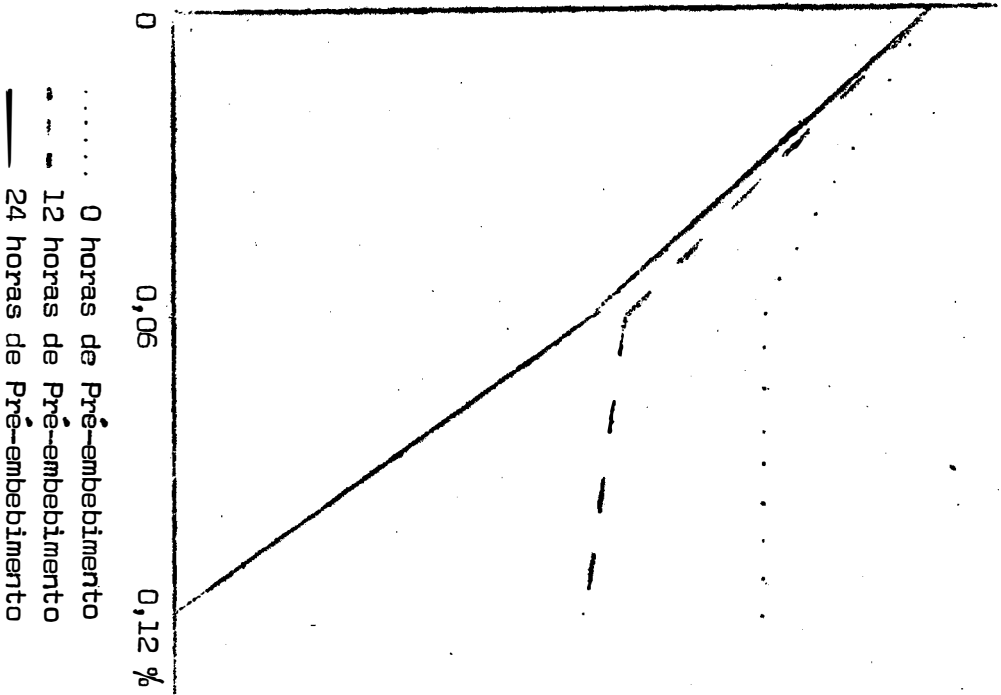


FIGURA 19 - Experimento EMS-2: Comprimento relativo da raiz. 24 horas de tratamento na solução mutagênica a temperatura de 20°C

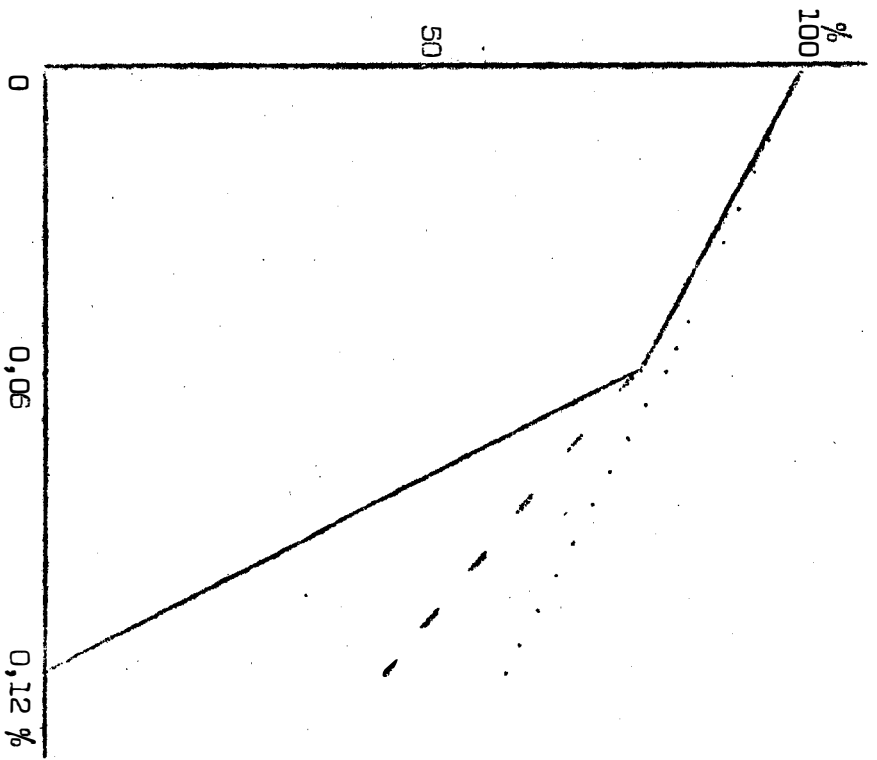


FIGURA 20 - Experimento EMS-2: Comprimento relativo da raiz. 24 horas de tratamento na solução mutagênica a temperatura de 30°C

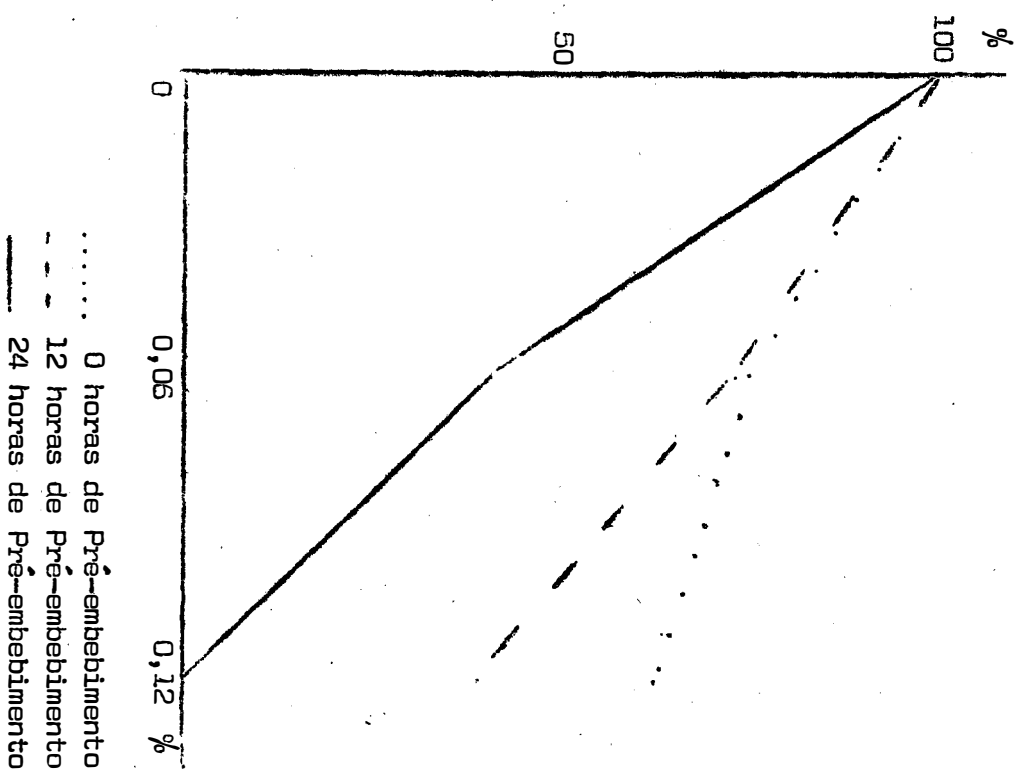


FIGURA 21— Experimento EMS-2: Altura relativa da plantinha. 12 horas de tratamento na solução mutagênica a temperatura de 20°C

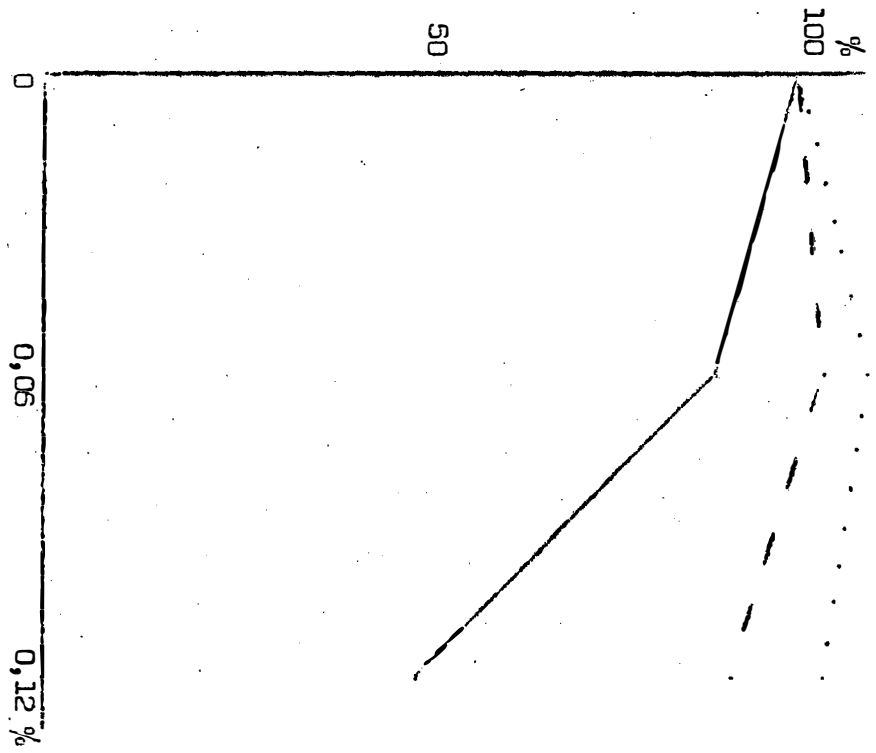
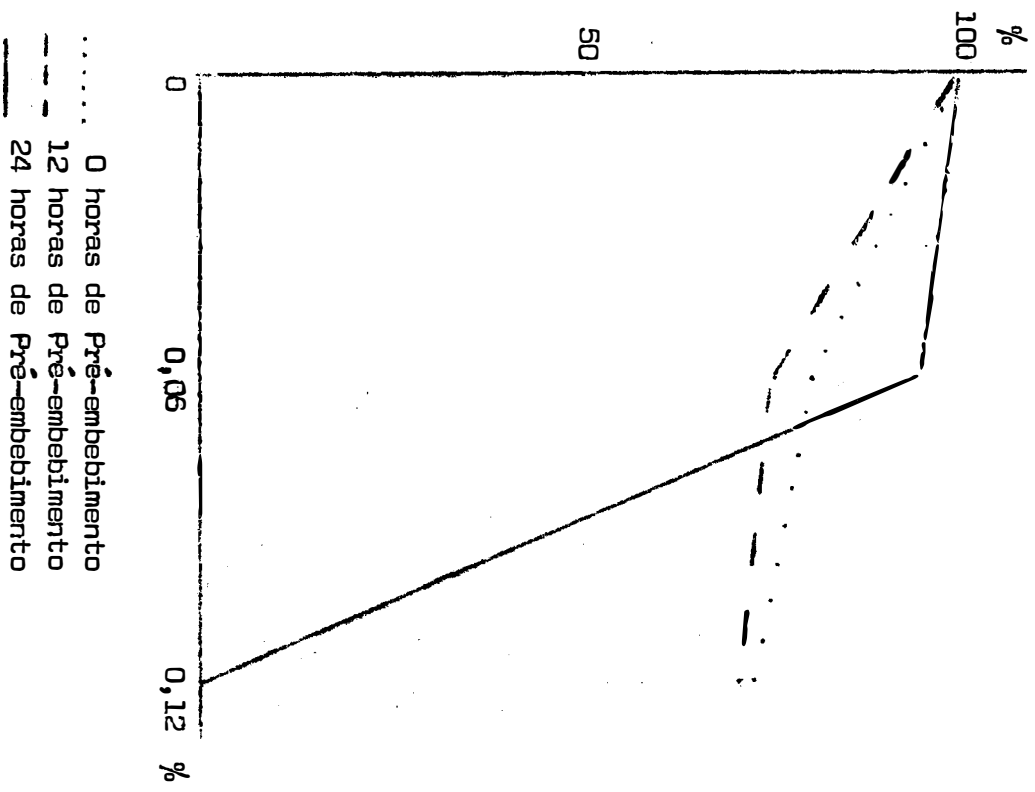


FIGURA 22— Experimento EMS: Altura relativa da plantinha 12 horas de tratamento na solução mutagênica e temperatura de 30°C



..... 0 horas de Pré-embebibimento  
- - - - - 12 horas de Pré-embebibimento  
————— 24 horas de Pré-embebibimento

Experimento EMS-2: mutação a 20°C  
 24 horas de tratamento na solução mutagênica  
 a temperatura de 20°C

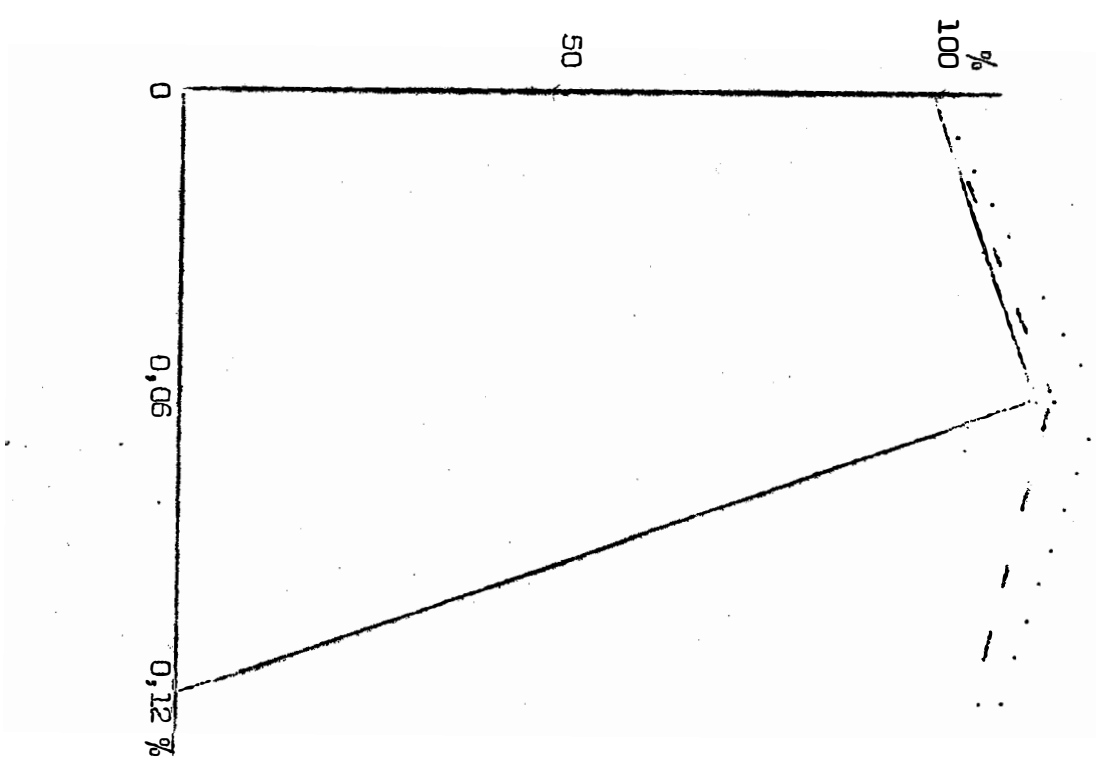


FIGURA 24\* Experimento EMS-2: Altura relativa da plantinha  
 24 horas de tratamento na solução mutagênica a temperatura  
 de 30°C

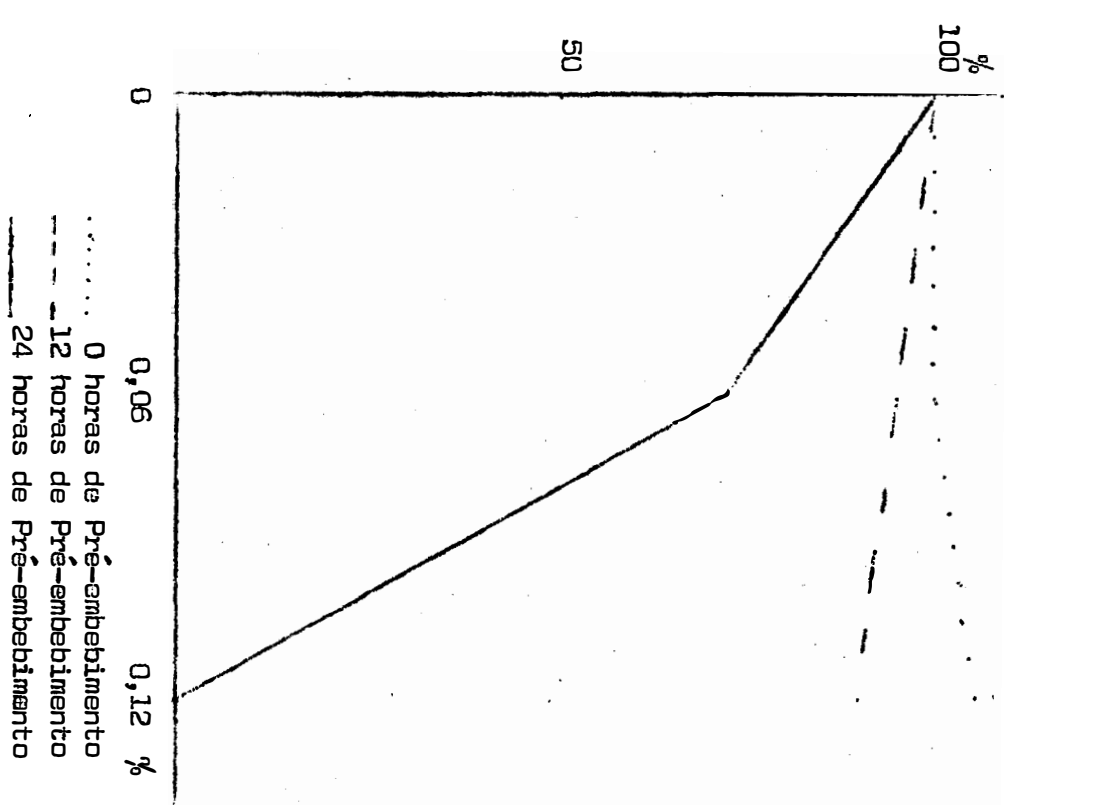


FIGURA 25 - Experimento EMS-2: Sobrevivência 12 horas de tratamento na solução mutagênica a temperatura de 20°C

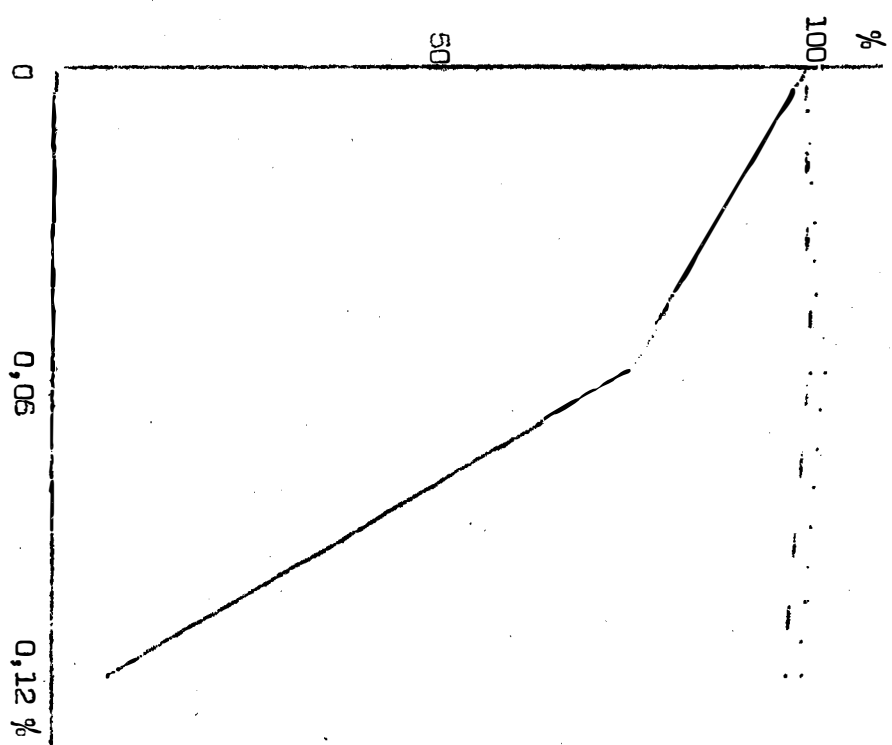


FIGURA 26 - Experimento EMS-2: Sobrevivência 12 horas de tratamento na solução mutagênica a temperatura de 30°C

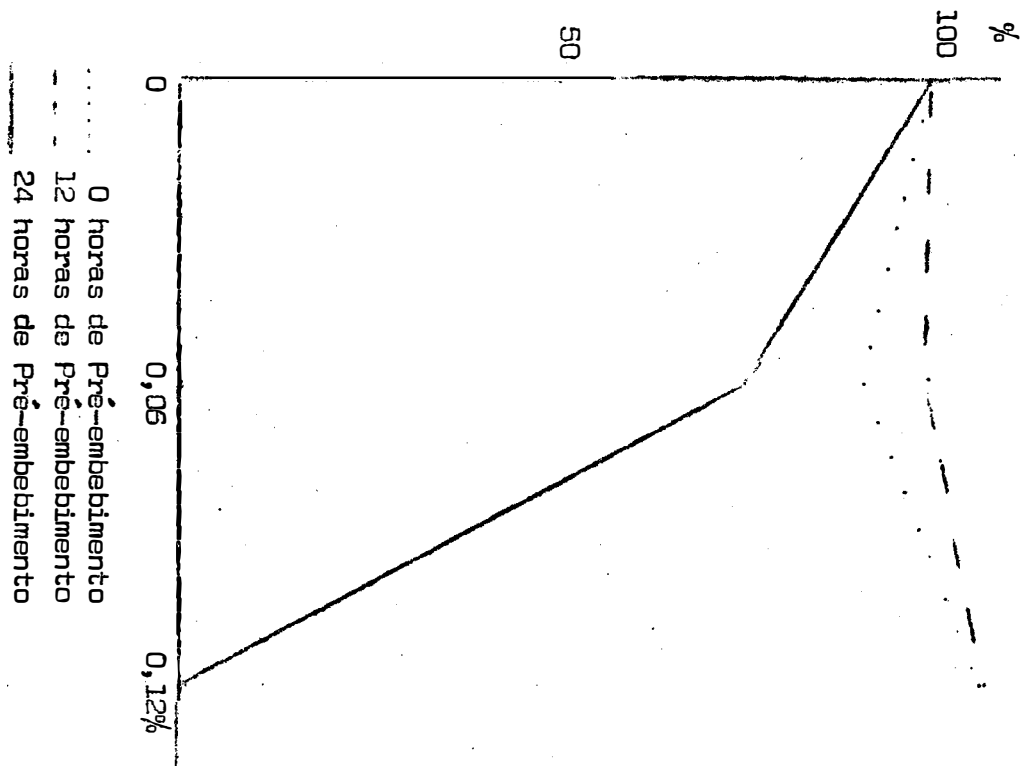


FIGURA 27 - Experimento EMS-2: Sobrevida 24 horas de tratamento na solução mutagênica a temperatura de 20°C

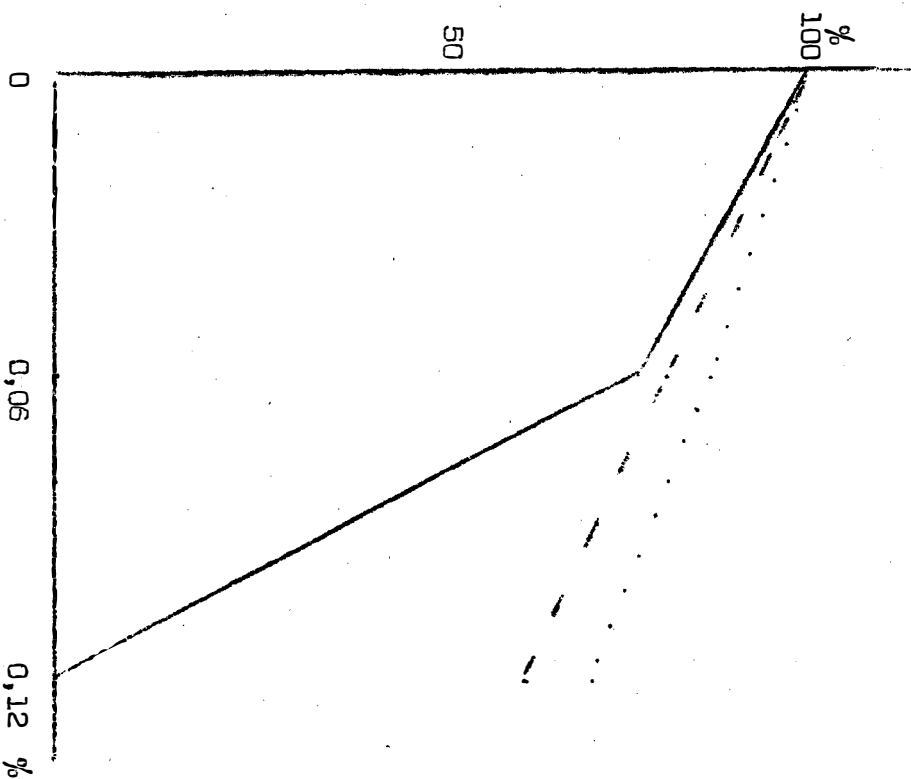
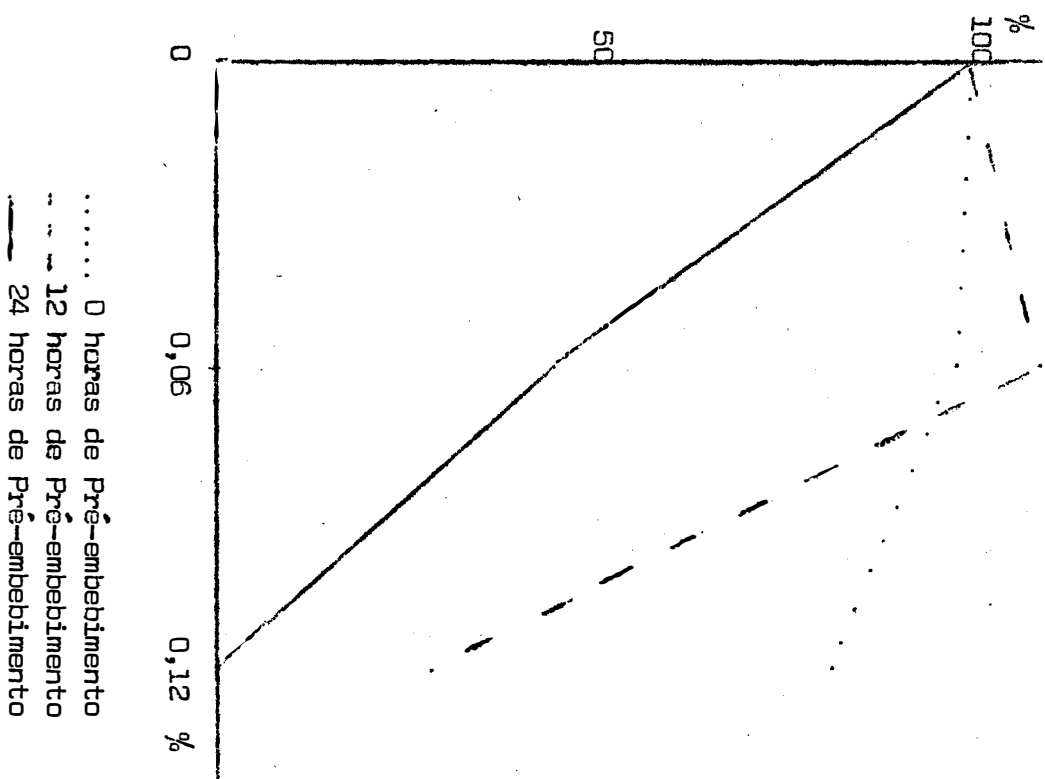


FIGURA 28 - Experimento EMS-2: Sobrevida 24 horas de tratamento na solução mutagênica a temperatura de 30°C



..... 0 horas de Pré-embbedimento  
- . - . 12 horas de Pré-embbedimento  
— 24 horas de Pré-embbedimento

FIGURA 29 - Experimento MMS-1: Germinação  
12 horas de tratamento na solução muta-  
gênica a temperatura de 20°C

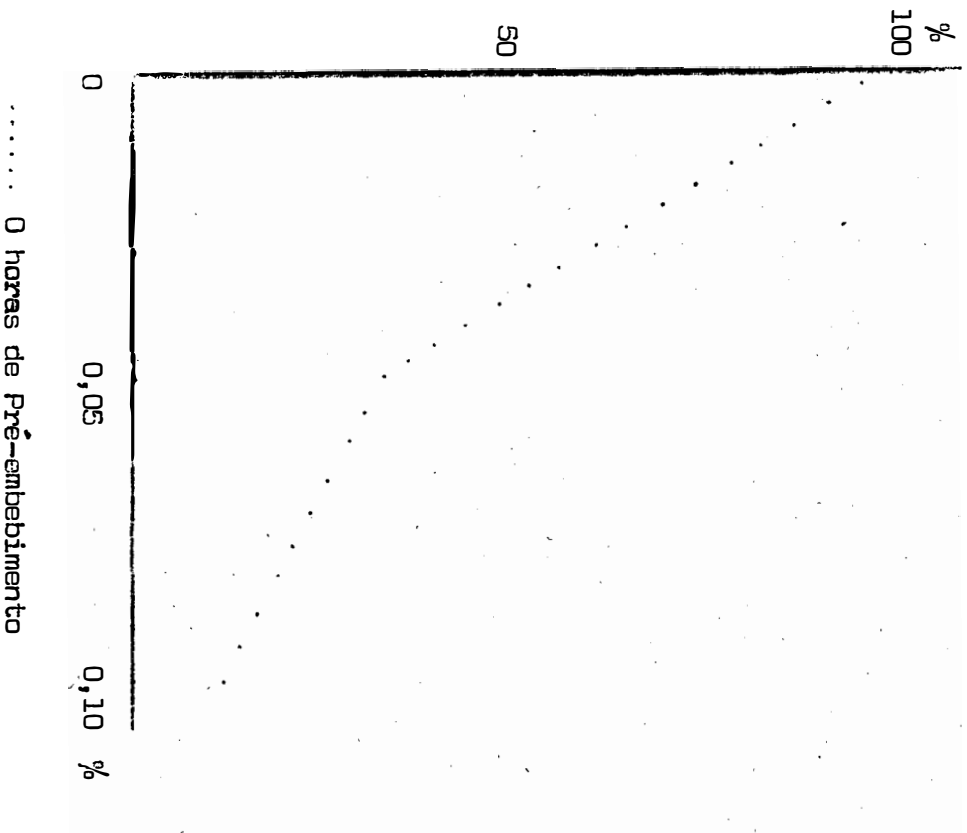




FIGURA 30 - Experimento MMS-1: Comprimento relativo da raiz. 12 horas de tratamento na solução mutagênica a temperatura de 20°C

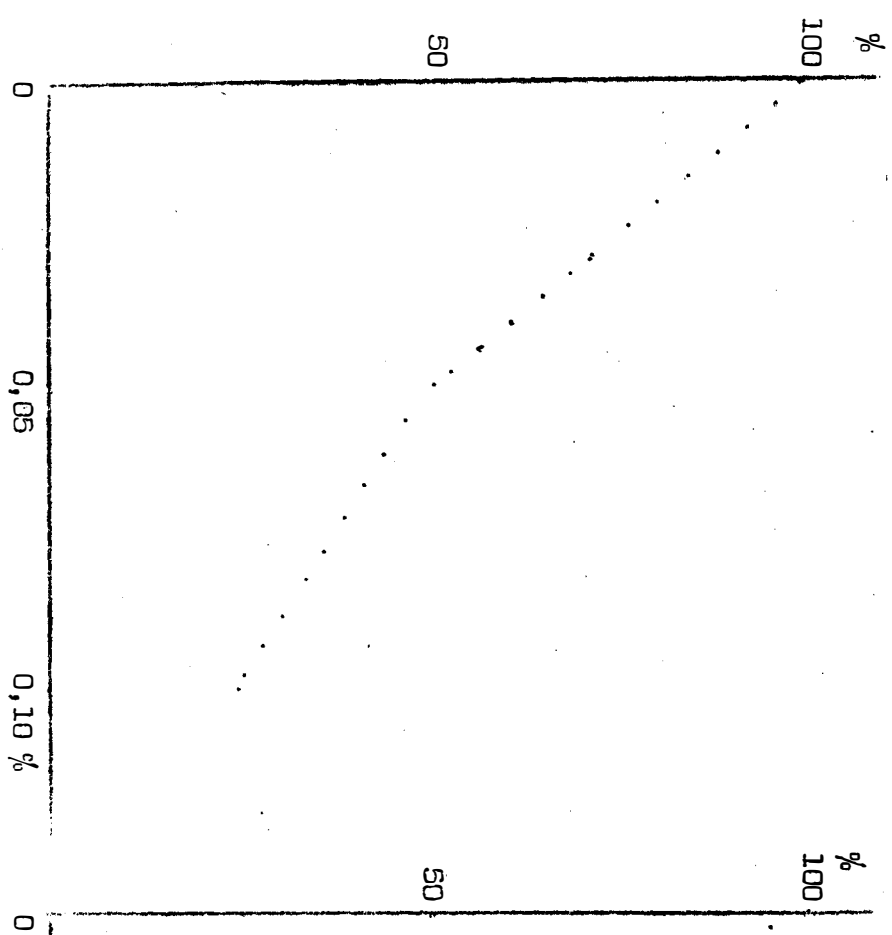
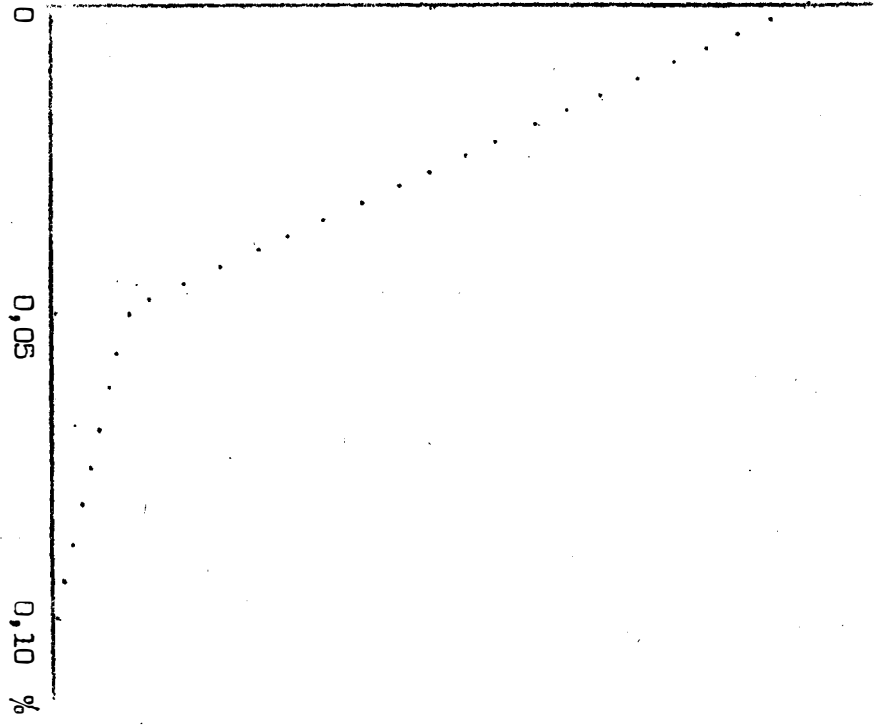


FIGURA 31 - Experimento MMS-1: Comprimento relativo da raiz 12 horas de tratamento na solução mutagênica a temperatura de 30°C



..... 0 horas de Pré-embalimento

FIGURA 32 -- Experimento MMS-1: Comprimento relativo da raiz  
24 horas de tratamento na solução mutagênica a temperatura  
de 20°C

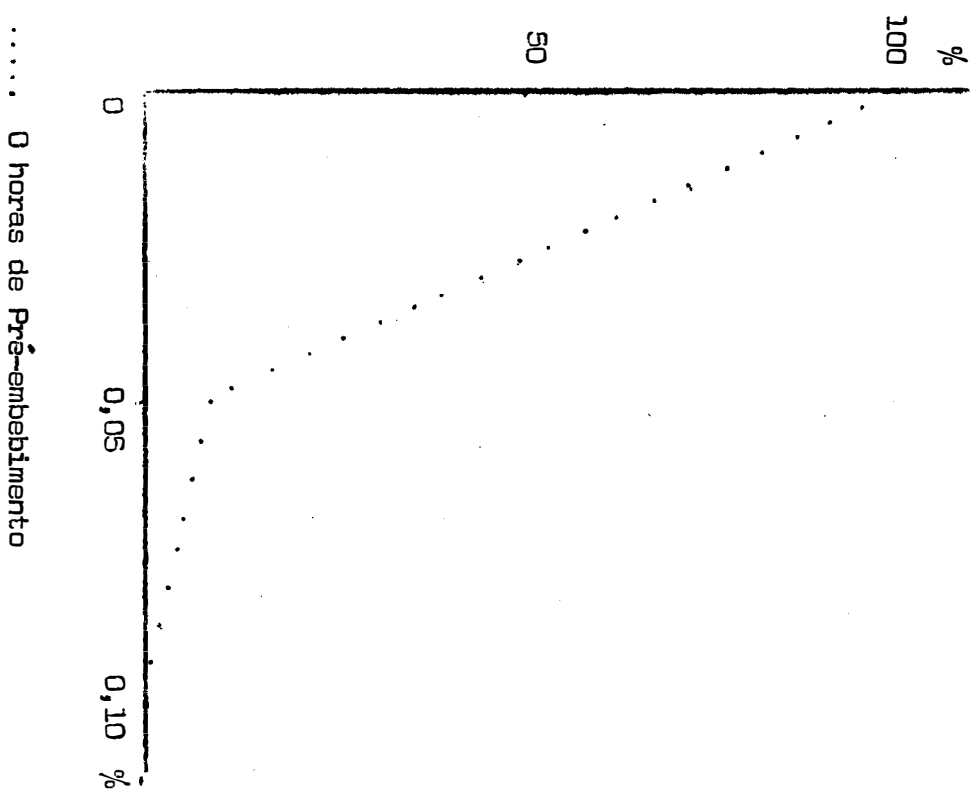


FIGURA 33 - Experimento MMS-1: Altura relativa da plantinha, 12 horas de tratamento na solução mu tagênica a temperatura de 20°C

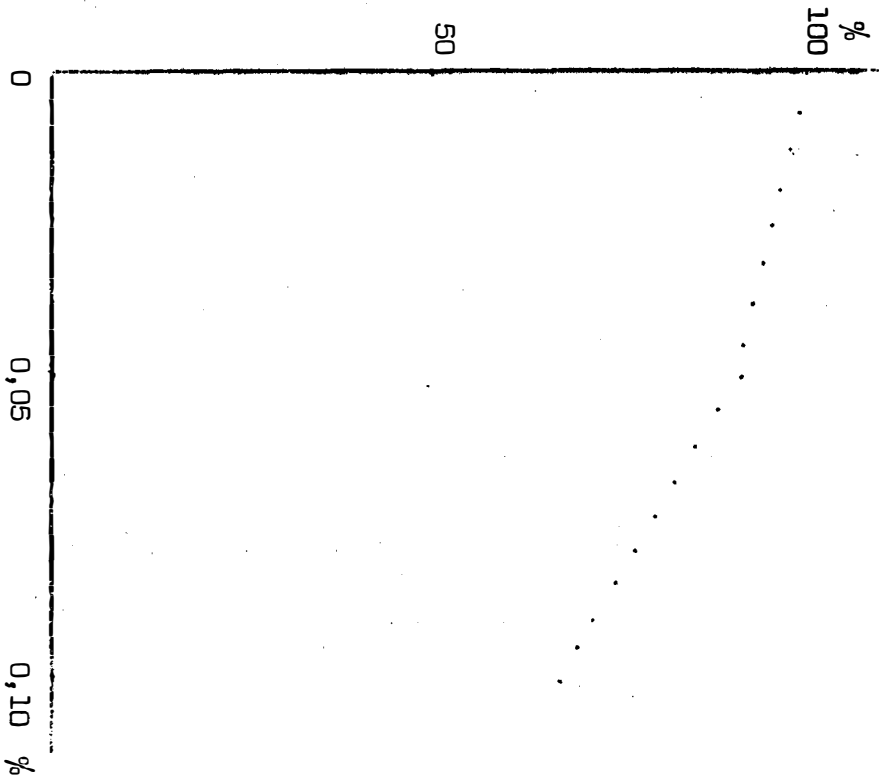
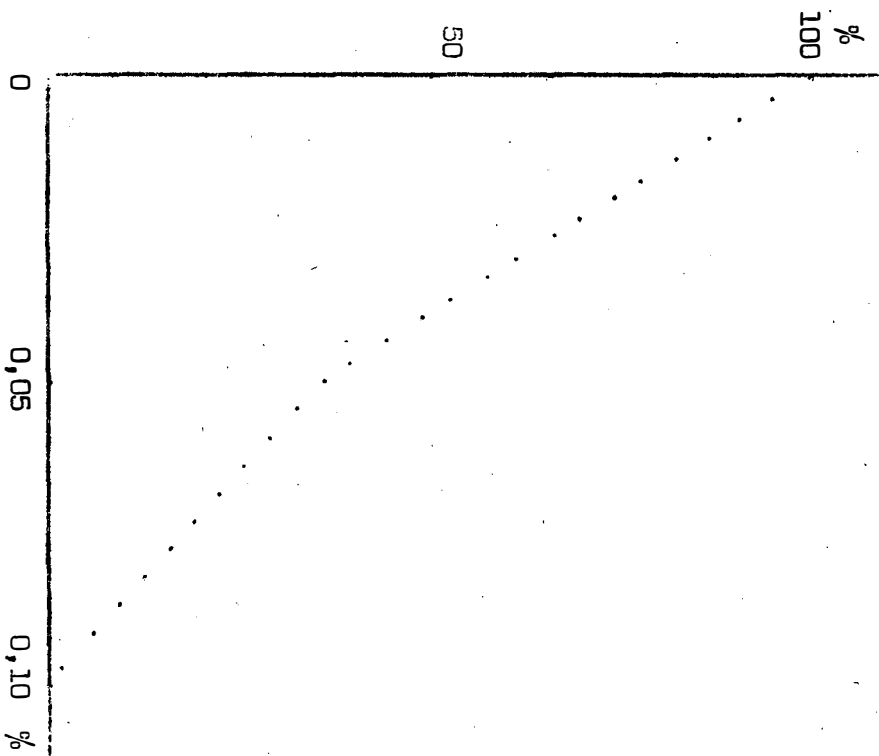


FIGURA 34 - Experimento MMS-1: Altura relativa da plantinha 12 horas de tratamento na solução mutagênica a temperatura de 30°C



..... 0 horas de Pré-embhecimento

FIGURA 35-Experimento MMS-1: Altura  
relativo da plantinha  
24 horas de tratamento na solução mutagênica  
a temperatura de 20°C

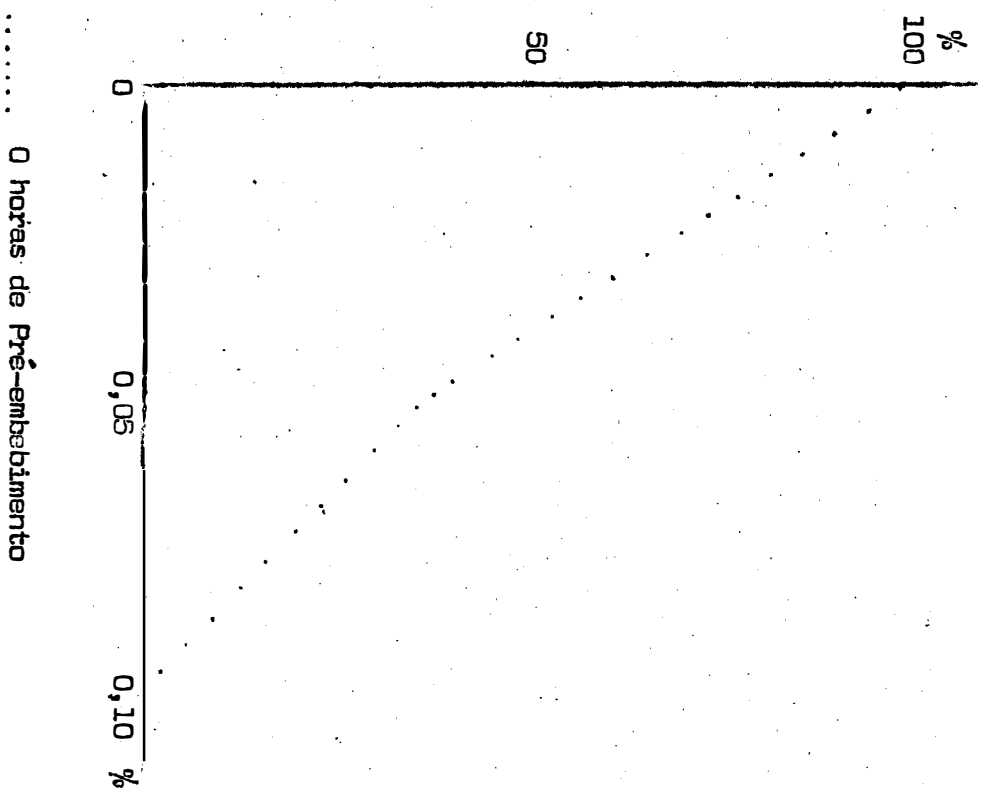


FIGURA 36-Experimento MMS-1: Sobrevivência 12 horas de tratamento na solução mutagênica a temperatura e 20°C

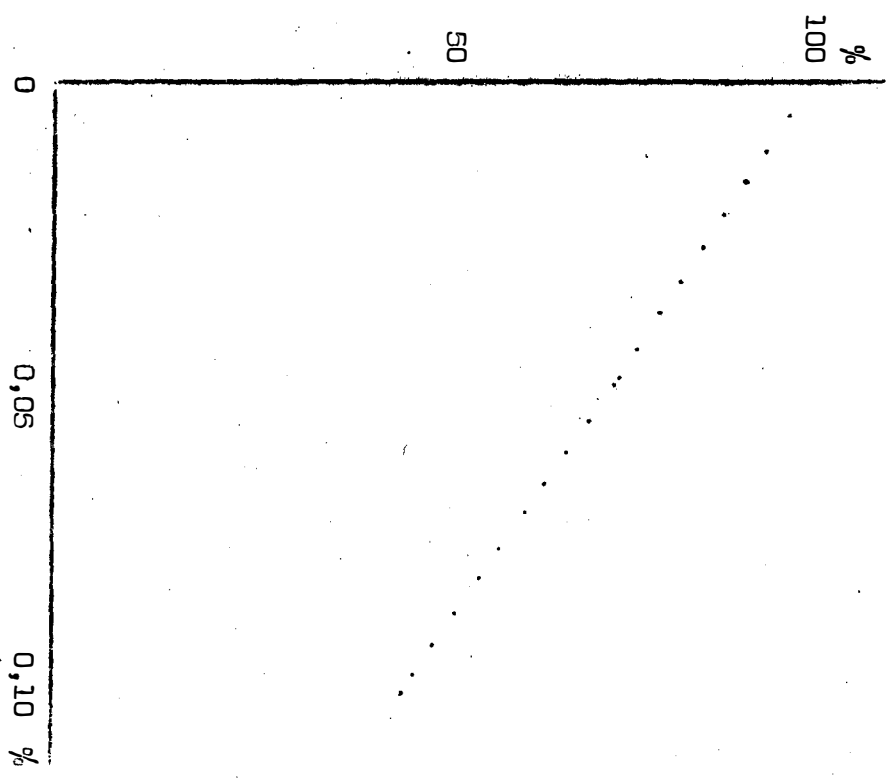
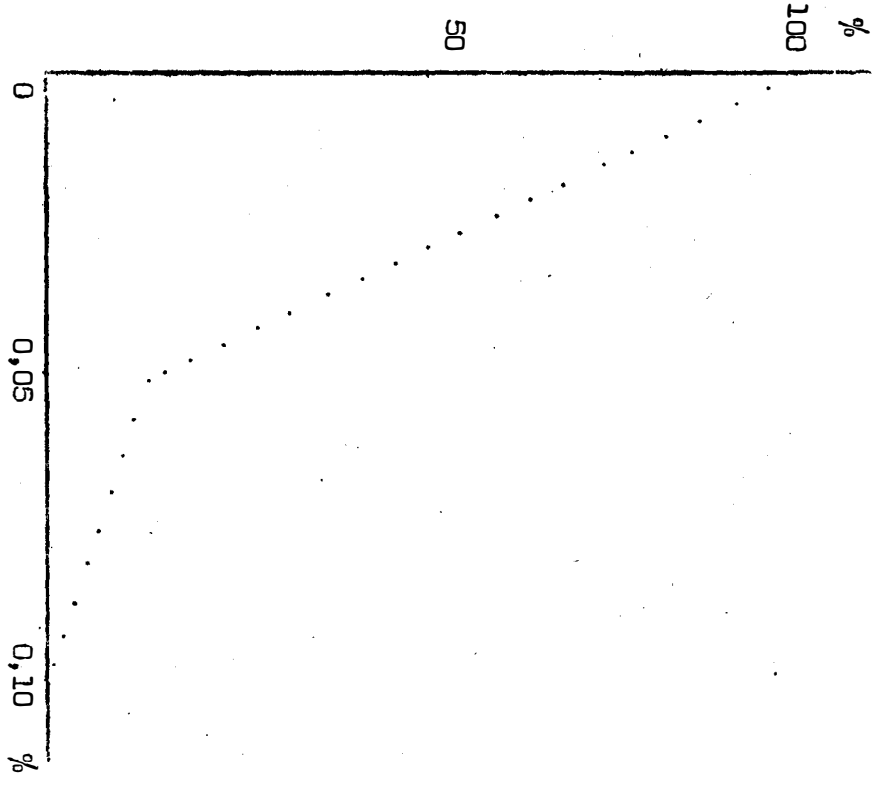


FIGURA 37-Experimento MMS-1: Sobrevivência 12 horas de tratamento na solução mutagênica a temperatura de 30°C



..... 0 horas de Pré-embalimento

FIGURA 38 — Experimento MMS-1: Sobrevivência  
24 horas de tratamento na solução mutagênica  
a temperatura de 20°C

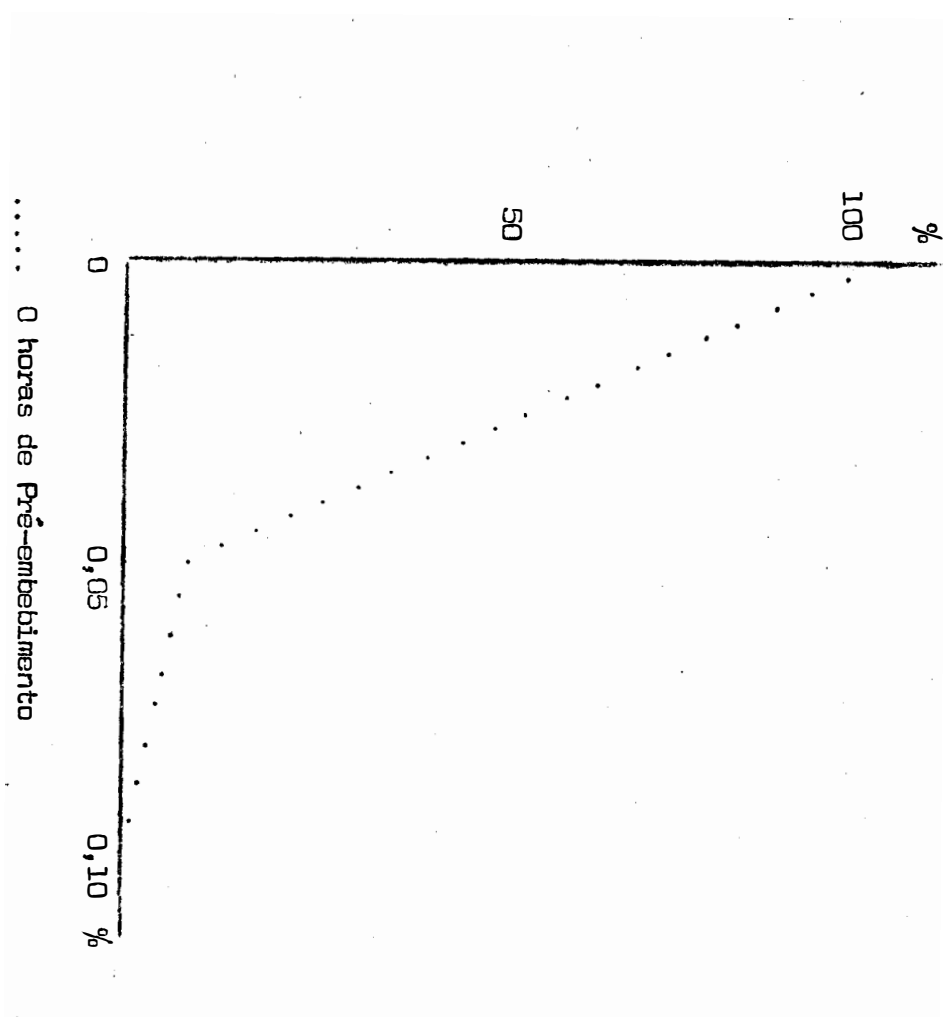


FIGURA 39 - Experimento MMS-2: Germinação 12 horas de tratamento na solução mutagênica a temperatura de 20°C

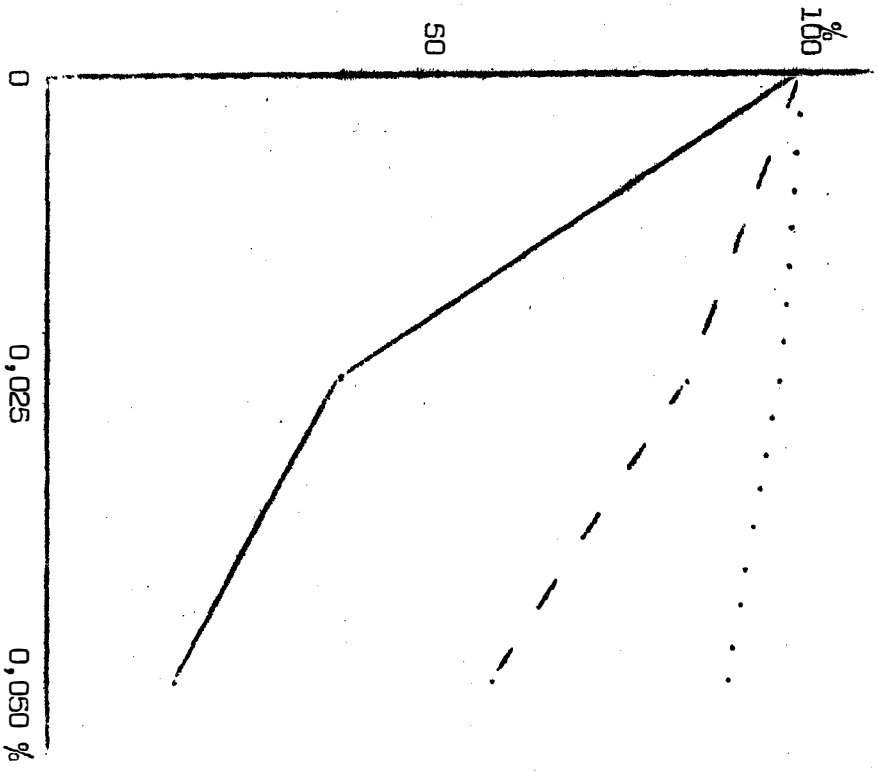
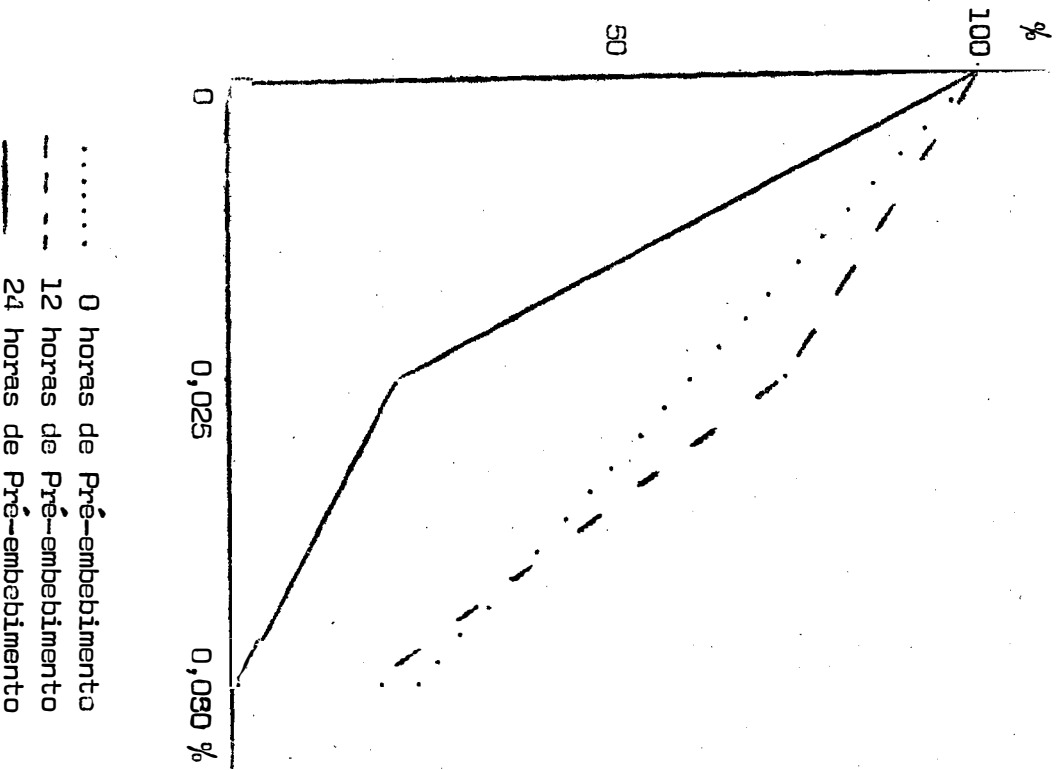


FIGURA 40 - Experimento MMS-2: Germinação 12 horas de tratamento na solução mutagênica a temperatura de 30°C



..... 0 horas de Pré-embibimento  
- - - 12 horas de Pré-embibimento  
—— 24 horas de Pré-embibimento

FIGURA 41 - Experimento MMS-2: Germinação 24 horas de tratamento na solução mutagênica a temperatura de 20°C

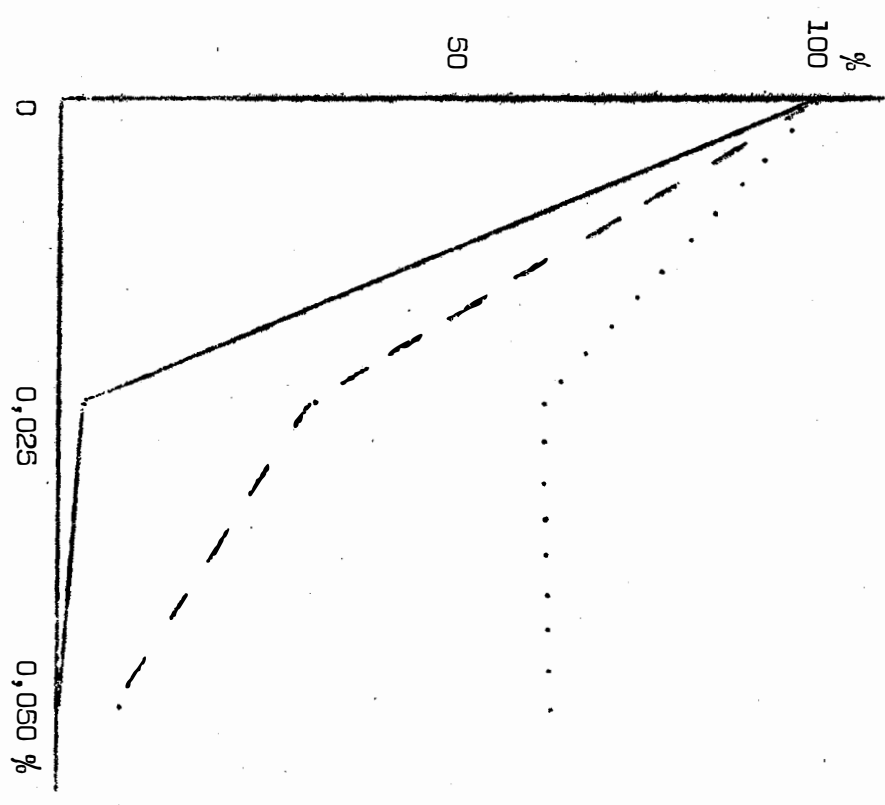
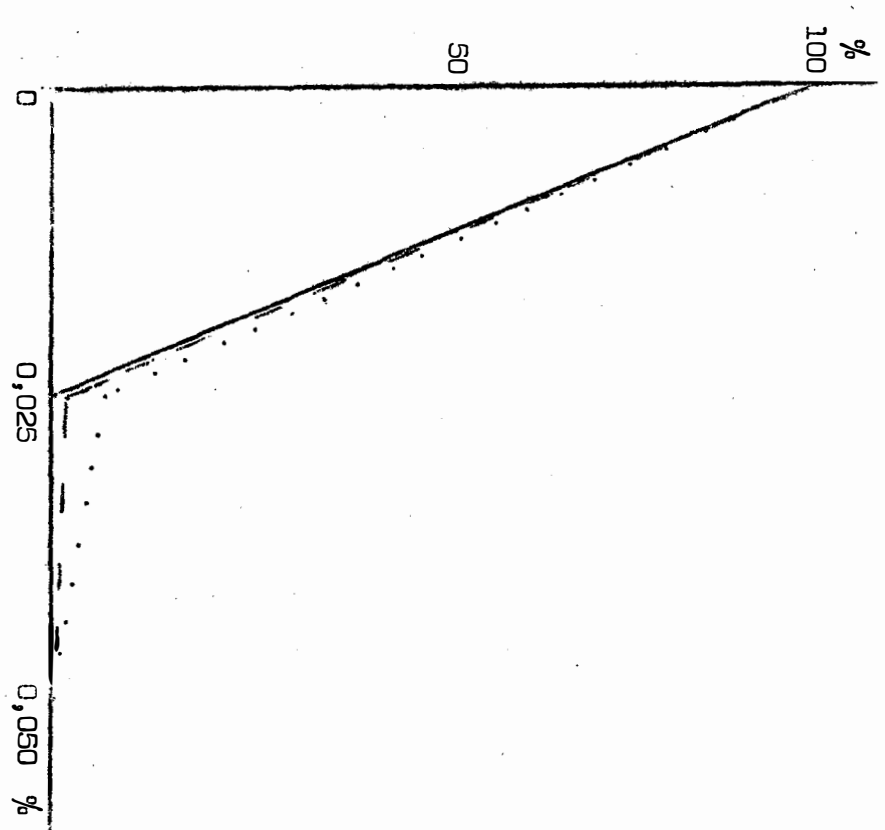


FIGURA 42 - Experimento MMS-2: Germinação 24 horas de tratamento na solução mutagênica a temperatura de 30°C



..... 0 horas de Pré-embabimento  
- - - 12 horas de Pré-embabimento  
\_\_\_\_\_ 24 horas de Pré-embabimento



FIGURA 43- Experimento MMS-2: Comprimento relativo da raiz.  
12 horas de tratamento na solução mutagênica a temperatura de 20°C

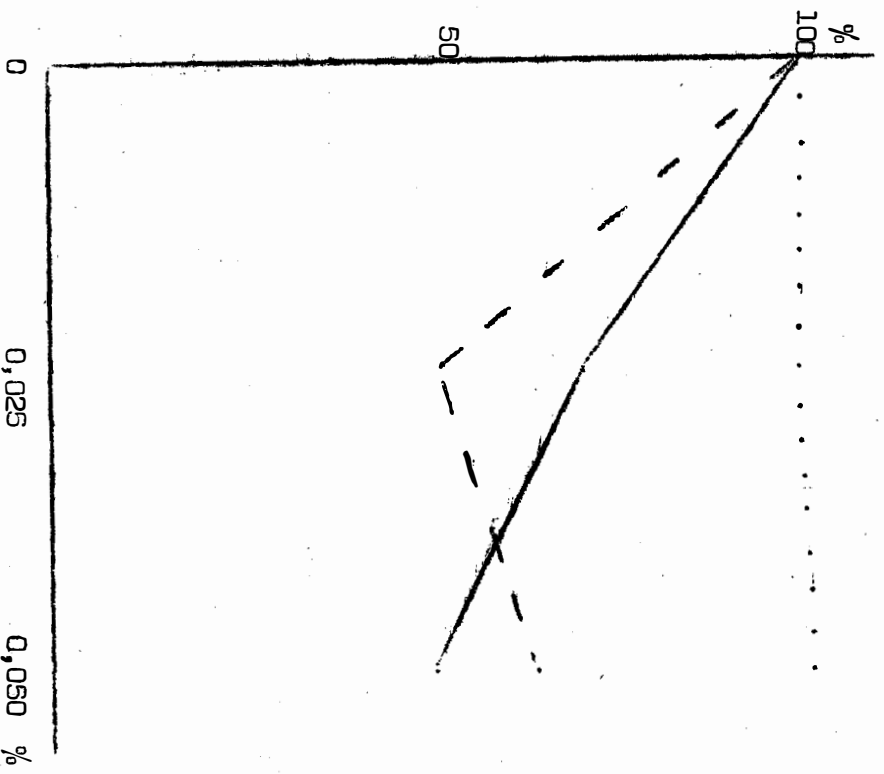
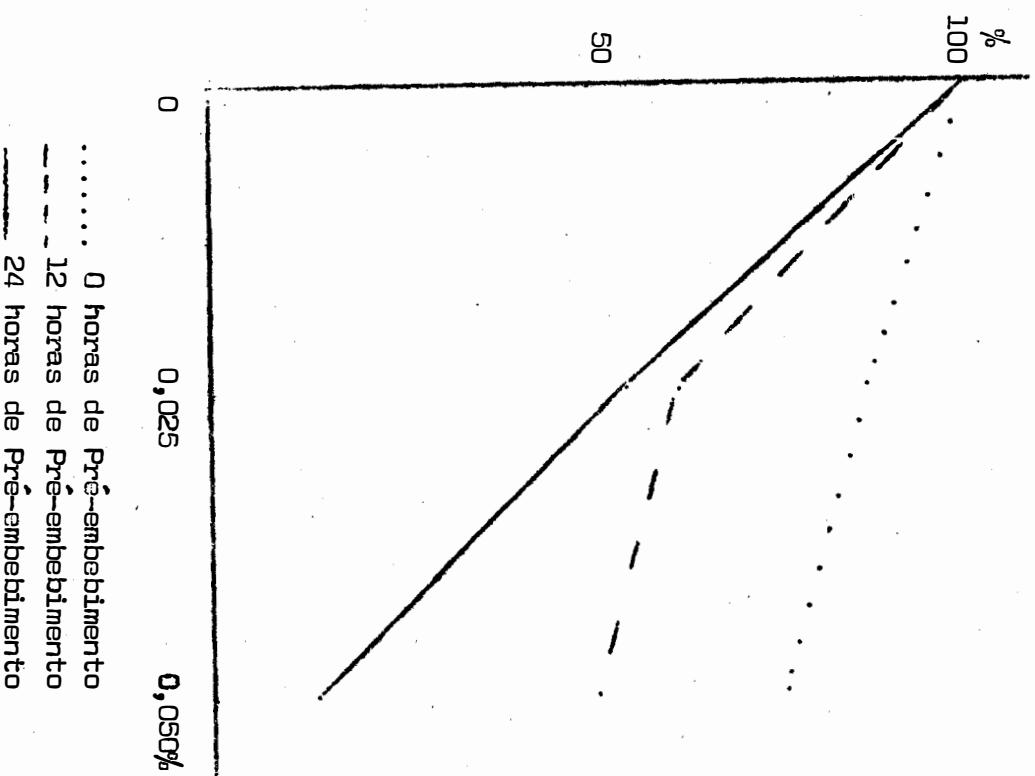


FIGURA 44- Experimento MMS-2: Comprimento relativo da raiz  
12 horas de tratamento na solução mutagênica a temperatura de 30°C



..... 0 horas de Pré-embalimento  
- - - - 12 horas de Pré-embalimento  
\_\_\_\_\_ 24 horas de Pré-embalimento

FIGURA 45 - Experimento MMS-2: Comprimento relativo da raiz, 24 horas de tratamento na solução mutagênica a temperatura de 20°C

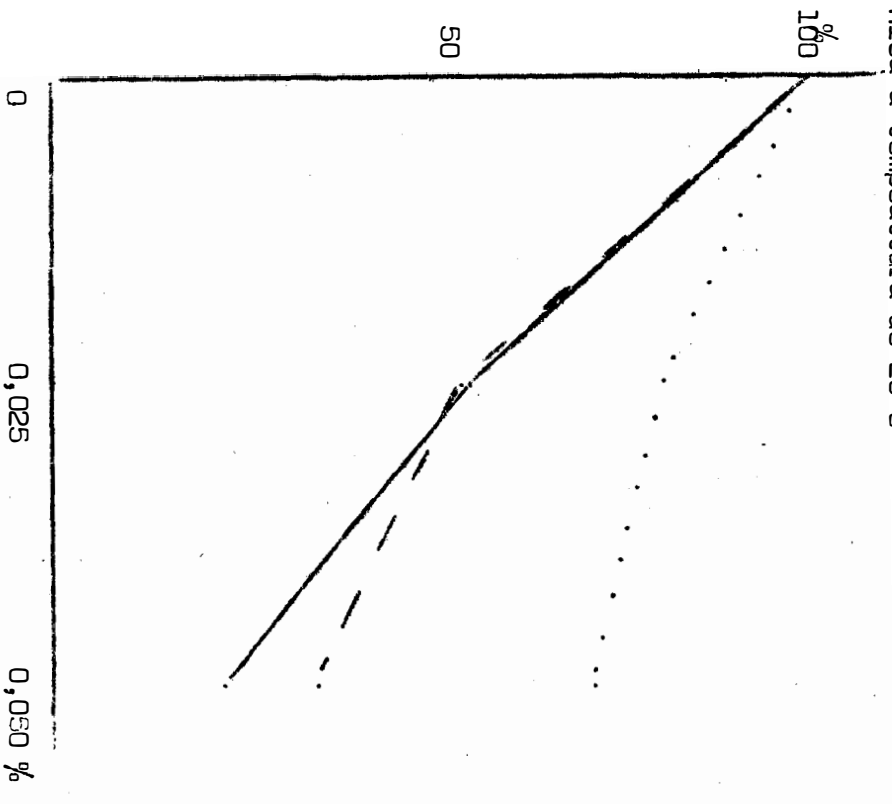
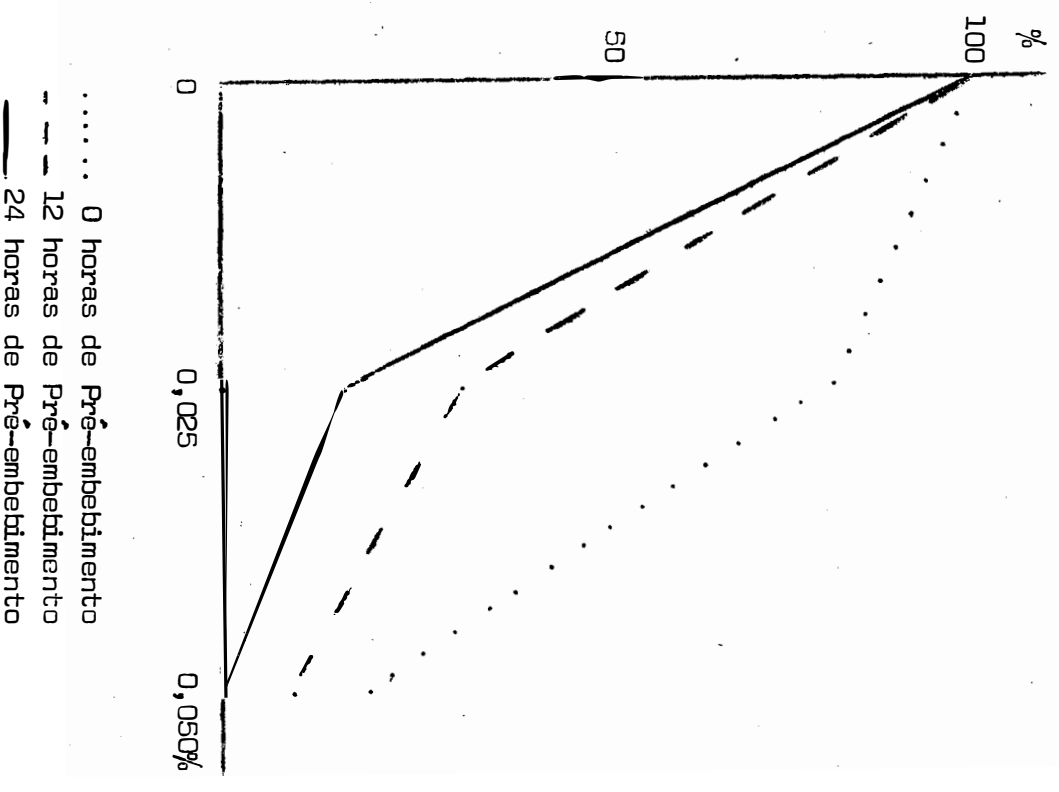


FIGURA 46 - Experimento MMS-2: Comprimento relativo da raiz 24 horas de tratamento na solução mutagênica a temperatura de 30°C



..... 0 horas de Pré-embalimento  
- - - 12 horas de Pré-embalimento  
— 24 horas de Pré-embalimento

FIGURA 47-Experimento MMS-2: Altura relativa da plantinha. 12 horas de tratamento na solução mutagênica a temperatura de 20°C

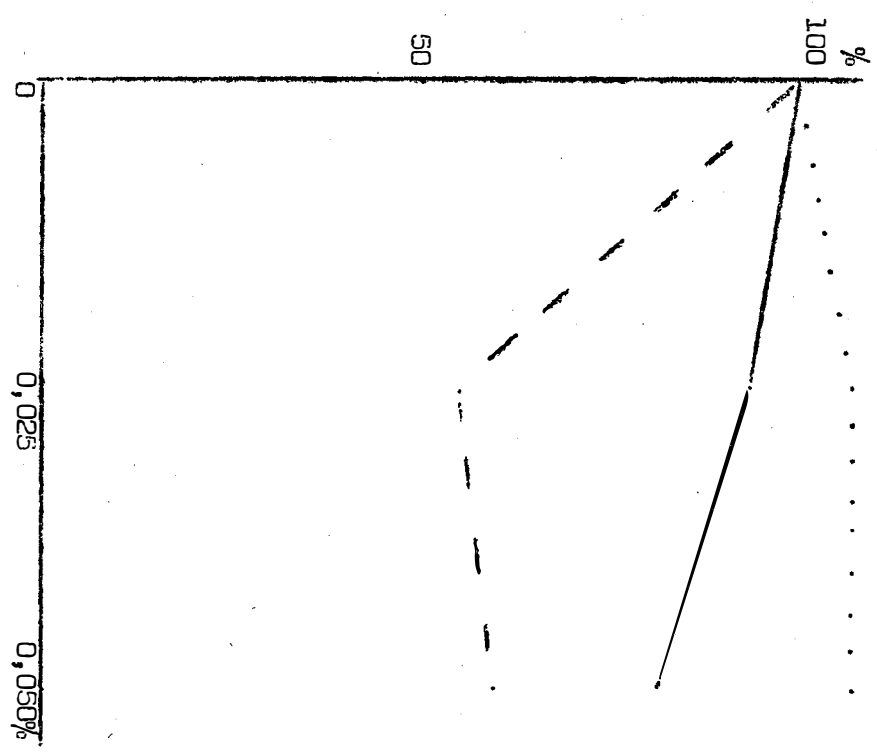
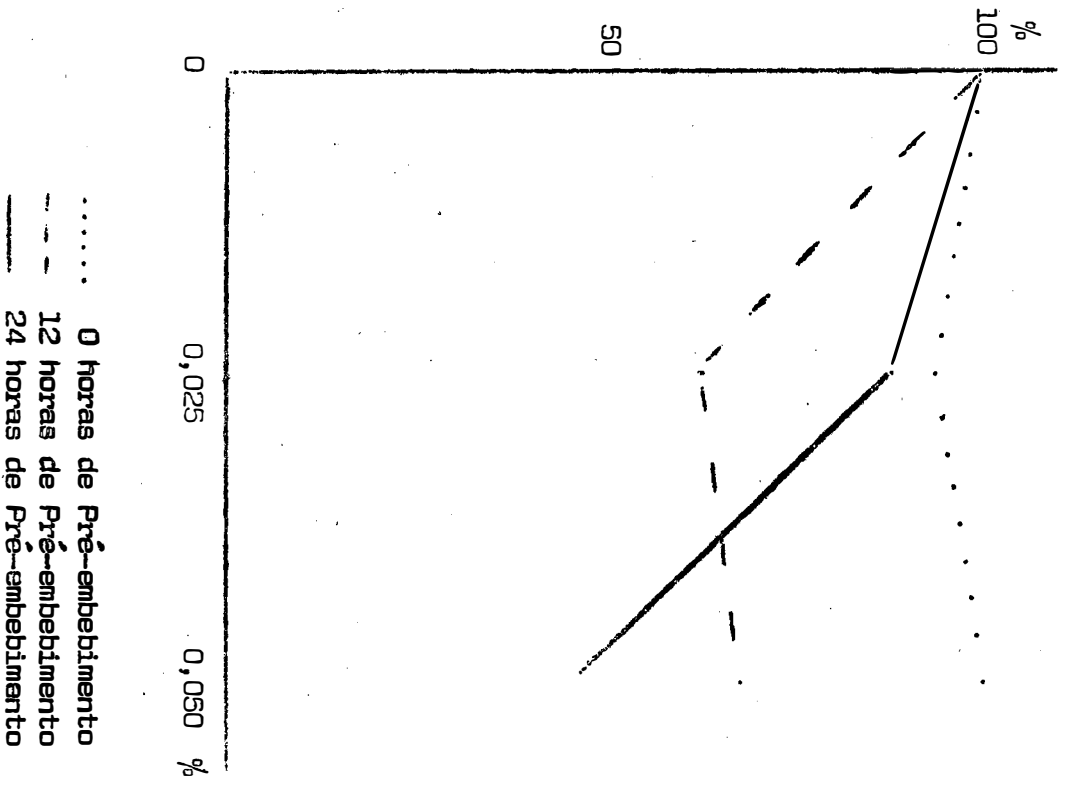


FIGURA 48-Experimento MMS-2: Altura relativa da plantinha. 12 horas de tratamento na solução mutagênica a temperatura de 30°C.



..... 0 horas de Pré-embibimento  
- - - 12 horas de Pré-embibimento  
\_\_\_\_\_ 24 horas de Pré-embibimento

FIGURA 49-Experimento MMS-2: Altura relativa da plantinha. 24 horas de tratamento na solução mutagênica a temperatura de 20°C

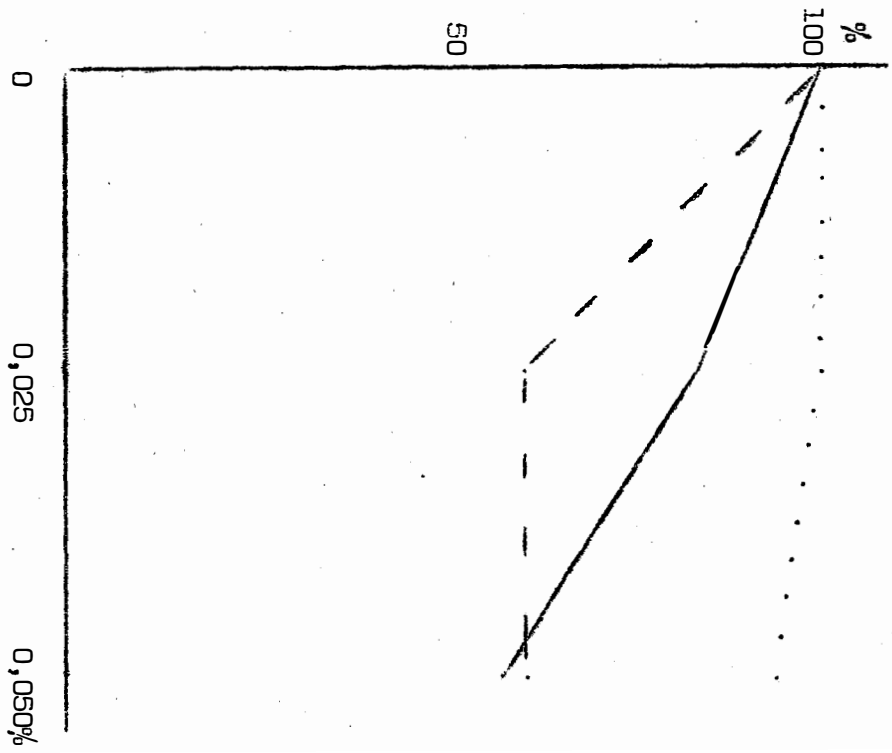
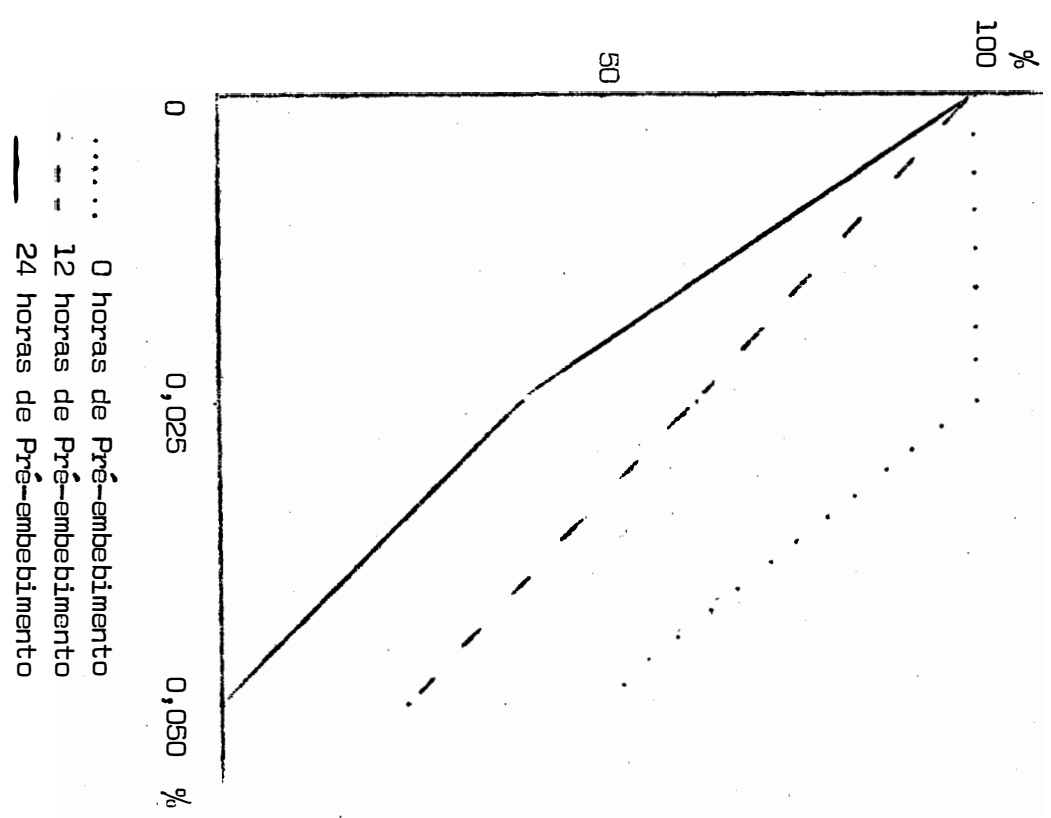


FIGURA 50 - Experimento MMS-2: Altura relativa da plantinha 24 horas de tratamento na solução mutagênica a temperatura de 30°C



..... 0 horas de Pré-embebedimento  
- - - 12 horas de Pré-embebedimento  
— 24 horas de Pré-embebedimento

FIGURA 51 - Experimento MMS-2: Sobrevida 12 horas de tratamento na solução mutagênica a temperatura de 20°C

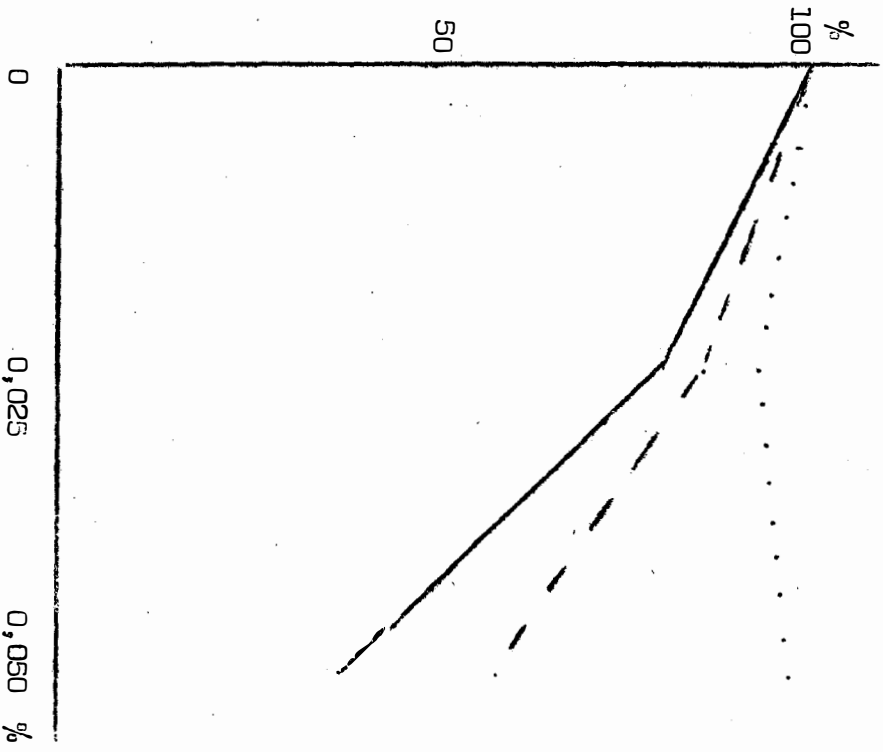


FIGURA 52 - Experimento MMS-2: Sobrevida 12 horas de tratamento na solução mutagênica a temperatura de 30°C

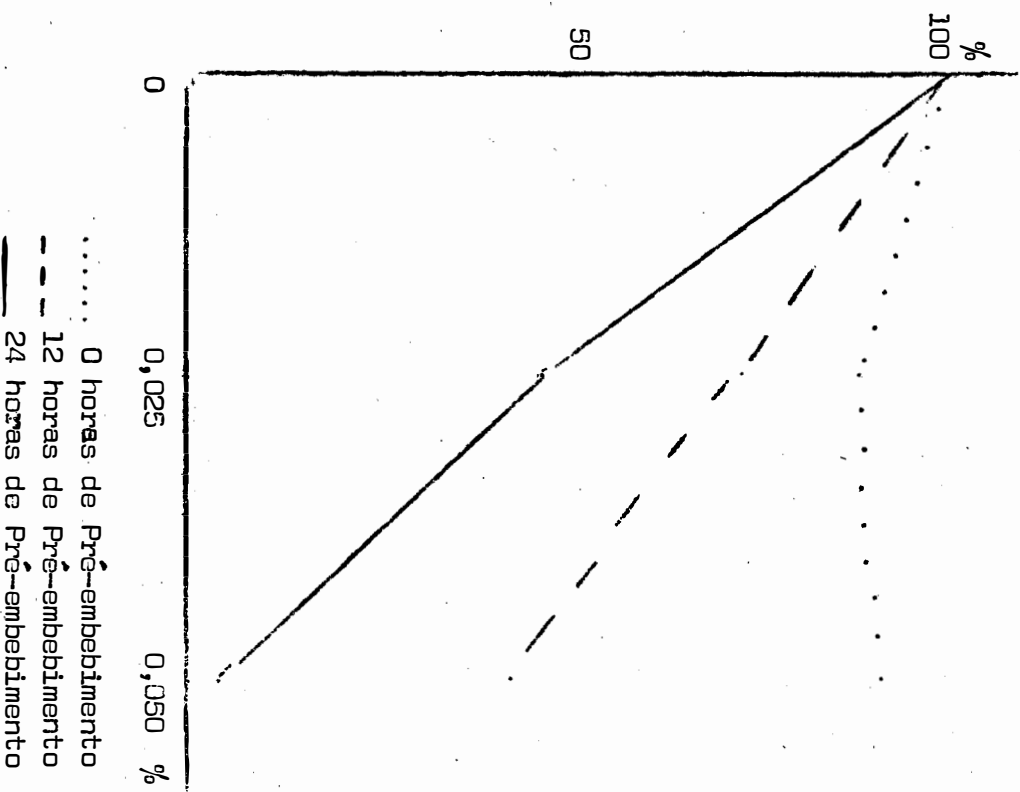


FIGURA 53-Experimento MMS-2: Sobrevivência  
24 horas de tratamento na solução mutagênica  
a temperatura de 20°C

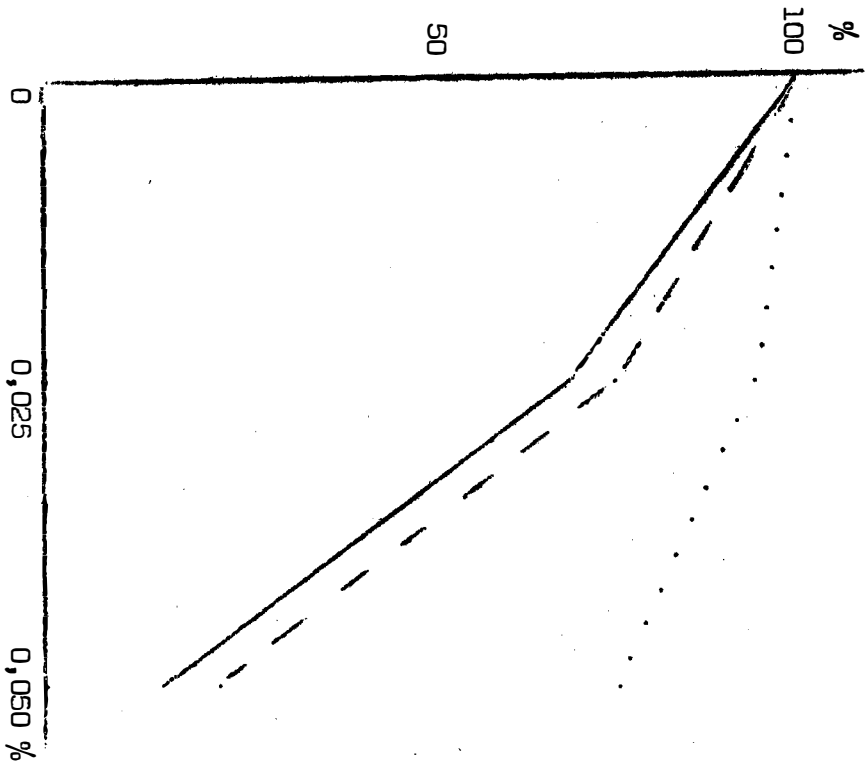


FIGURA 54 - Experimento MMS-2: Sobrevivência  
24 horas de tratamento na solução mutagênica  
a temperatura de 30°C

