

ANTÔNIO RODRIGUES VIEIRA

EFEITOS DE COMPOSTOS FENÓLICOS NA DORMÊNCIA
DE SEMENTES DE ARROZ (*Oryza sativa* L.) E EFICIÊNCIA
DE TRATAMENTOS PRÉ-GERMINATIVOS

Dissertação apresentada à Escola Superior
de Agricultura de Lavras, como parte das
exigências do curso de Pós-Graduação em
Agronomia, área de Concentração
Fitotecnia, para obtenção do grau de
"MESTRE".

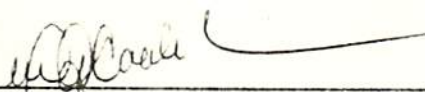
ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA DE LAVRAS

LAVRAS - MINAS GERAIS

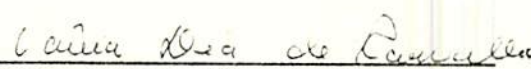
1991

EFEITOS DE COMPOSTOS FENÓLICOS NA DORMÊNCIA DE SEMENTES DE
ARROZ (*Oryza sativa* L.) E EFICIÊNCIA DE TRATAMENTOS
PRÉ-GERMINATIVOS

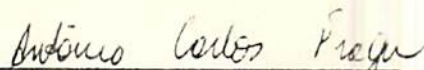
Aprovada:



Profa. Maria das Graças Guimarães C. Vieira
- orientadora -



Pesq. Vânia Déa de Carvalho



Prof. Antônio Carlos Fraga

Aos meus pais José Ibraim

(in memorian) e Zaira,

à minha esposa Tatiana,

OFEREÇO.

A minha família e

de minha esposa,

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

À Escola Superior de Agricultura de Lavras (ESAL), pela oportunidade concedida para a realização do curso.

À Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), pela concessão desse treinamento.

À Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão de bolsa de estudo durante a realização do curso.

À Professora Maria das Graças Guimarães Carvalho Vieira, pela orientação, apoio e sugestões no decorrer do curso e, sobretudo, pela grande amizade.

À Pesquisadora Vânia Déa de Carvalho, pela amizade, convivência e ajuda na condução deste trabalho.

Ao Professor Antônio Carlos Fraga, pela amizade, atenção e grande apoio.

Ao Professor Luiz Henrique de Aquino, pela valiosa contribuição referente à parte estatística deste trabalho.

Aos Professores do Curso de Pós-Graduação, pela amizade e ensinamentos.

Aos Professores José Ferreira da Silveira, Gui Alvarenga, José Eduardo Brasil Pereira Pinto, Moacir Pasqual, Maurício de Souza e Fabiano Ribeiro do Vale, pelo apoio e colaboração.

Aos Funcionários dos Laboratórios de Análise de Sementes e de Análise de Produtos Vegetais da Escola Superior de Agricultura de Lavras, pela amizade e ajuda na realização das análises.

Aos Amigos e Colegas do Curso de Pós-Graduação, em especial à Édila, João Almir, Renato, Mário Jorge e meu irmão Elter, pela amizade, incentivo, convivência e colaboração no desenvolvimento deste trabalho.

Aos Funcionários da Biblioteca da Escola Superior de Agricultura de Lavras, pela atenção e presteza durante o curso.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	01
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	03
2.1. Dormência e inibidores de crescimento.....	03
2.2. Detecção de inibidores de germinação.....	08
2.3. Efeito da peroxidase na germinação.....	10
2.4. Tratamentos pré-germinativos.....	11
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	15
3.1. Avaliação da qualidade das sementes.....	16
3.1.1. Determinação do grau de umidade.....	16
3.1.2. Teste de germinação.....	16
3.1.3. Determinação de teores fenólicos.....	16
3.1.4. Informações preliminares.....	17
3.2. 1 ^o Experimento - Determinação do efeito de extratos de compostos fenólicos das diferentes estruturas componentes das sementes de arroz (<i>Oryza sativa</i> L.), na inibição da germinação de sementes de alface (<i>Lactuca sativa</i> L.)....	17
3.2.1. Obtenção dos extratos.....	18
3.2.1.1. Separação das estruturas componentes das sementes de arroz (<i>Oryza sativa</i> L.).....	18

3.2.1.2. Extração de compostos fenólicos em solução de metanol 100%, 50% e H ₂ O destilada.....	18
3.2.2. Bioteste de germinação.....	20
3.3. 2 ^o Experimento - Avaliação da eficiência de tratamentos pré-germitativos na superação da dormência de sementes de arroz (<i>Oryza sativa</i> L.).....	21
3.4. 3 ^o Experimento - Avaliação do efeito de tratamentos pré- germinativos em sementes de Arroz(<i>Oryza sativa</i> L.), na atividade enzimática da peroxidase.....	23
3.4.1. Atividade da peroxidase.....	23
3.4.1.1. Extração da enzima.....	23
3.4.1.2. Determinação da atividade enzimática (U/min/g de tecido).....	24
3.5. Delineamento experimental.....	25
3.6. Análise estatística dos dados.....	26
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	27
4.1. Bioteste da inibição da germinação de sementes de alface (<i>Lactuca sativa</i> L.).....	27
4.2. Avaliação da eficiência de tratamentos pré-germinativos na superação da dormência de sementes de arroz (<i>Oryza</i> <i>sativa</i> L.).....	31
4.3. Avaliação do efeito de tratamentos pré-germinativos em sementes de arroz (<i>Oryza sativa</i> L.), na atividade enzimática da peroxidase.....	35
5. CONCLUSÕES.....	39
6. RESUMO.....	41

7. SUMMARY.....	43
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	45
APÊNDICE.....	55

LISTA DE QUADROS

- QUADRO 1 - Médias de grau de umidade, plântulas normais, sementes dormentes e teores de fenólicos totais de arroz (*Oryza sativa* L.), obtidas nos testes preliminares. ESAL - Lavras, MG. 1989..... 17
- QUADRO 2 - Extratos das diferentes estruturas componentes das sementes de arroz (*Oryza sativa* L.) de duas cultivares, obtidos em soluções de metanol 100%, 50% e H₂O destilada. ESAL - Lavras, MG. 1989..... 19
- QUADRO 3 - Tratamentos pré-germinativos utilizados nas sementes das duas cultivares de arroz (*Oryza sativa* L.) em teste. ESAL, Lavras, MG. 1989..... 22
- QUADRO 4 - Tratamentos pré-germinativos utilizados nas sementes das duas cultivares de arroz (*Oryza sativa* L.), avaliados quanto a atividade da peroxidase. ESAL - Lavras. 1989..... 25

- QUADRO 5 - Resultados médios de percentagem de germinação (plântulas normais) obtidas de sementes de alface (*Lactuca sativa* L.) submetidas ao efeito de extratos de compostos fenólicos das estruturas componentes das sementes de arroz (*Oryza sativa* L.). ESAL - Lavras, MG. 1989..... 28
- QUADRO 6 - Resultados médios de percentagem de sementes de alface (*Lactuca sativa* L.) em início de germinação, submetidas ao efeito de extratos de compostos fenólicos das estruturas componentes das sementes de arroz (*Oryza sativa* L.). ESAL - Lavras, MG. 1989..... 30
- QUADRO 7 - Resultados médios de percentagem de germinação (plântulas normais) de sementes de arroz (*Oryza sativa* L.) submetidas a diferentes tratamentos pré-germinativos. ESAL - Lavras, MG - 1989..... 32
- QUADRO 8 - Resultados médios de percentagem de sementes dormentes de arroz (*Oryza sativa* L.) obtidas em ensaios com diferentes tratamentos pré-germinativos. ESAL - Lavras, MG - 1989..... 33
- QUADRO 9 - Resultados médios de atividades enzimáticas da peroxidase em U/min/g de tecido, em sementes de arroz (*Oryza sativa* L.) submetidas a diferentes tratamentos pré-germinativos. ESAL - Lavras - MG, 1989..... 36

1. INTRODUÇÃO

O arroz (*Oryza sativa* L.), base alimentar de 2/3 da população da terra, é considerado um dos cereais que mais se produz em escala mundial.

No Brasil, o cultivo do arroz é praticamente explorado em todas unidades da federação, sendo mais concentrado nas regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul, GALLI et alii (1985) e AFONSO NETO (1984). Apesar disto, as safras aqui obtidas e destinadas ao consumo interno, vem ocupando ao longo dos anos, uma posição relativamente modesta no contexto mundial, uma vez que elas representam aproximadamente 2% da produção total, FAO (1989) e F. IBGE (1988).

No Estado de Minas Gerais, observa-se num período de 41 anos (1947-87), uma tendência de pequenos crescimentos de área total sob plantio, produção e produtividade, TEIXEIRA & SANINT (1989), o que tem levado os orizicultores mineiros à busca cada vez maior, de sementes de alta qualidade.

No entanto, o sistema de produção e controle de qualidade de sementes tem enfrentado dificuldades no desenvolvimento de alguns testes determinantes da qualidade

fisiológica das sementes de arroz. Assim é que o teste padrão de germinação não tem apresentado consistência, em função da presença de dormência apresentada por algumas cultivares de arroz, característica importante destacada por AMARAL & SILVA (1983), dificultando em muito a avaliação da qualidade das sementes logo após a colheita.

Apesar das Regras para Análise de Sementes, BRASIL (1976), prescreverem tratamentos especiais para superar a dormência em sementes de arroz, e alguns Laboratórios de Análise de Sementes ainda os utilizarem largamente, observa-se que estes não tem sido considerados os mais eficientes para a resolução do problema, o que torna pouco confiável os resultados obtidos com a sua aplicação.

Levando-se em consideração a importância de dar continuidade a esse tipo de pesquisa, visando detectar as causas da dormência em sementes de arroz, e, determinar um tratamento pré-germinativo que não prolongue em muito o período do teste de germinação (14 dias), e que, seja padronizável e de fácil utilização em laboratório, buscou-se com a presente pesquisa:

- Determinar o efeito de extratos de compostos fenólicos das diferentes estruturas componentes das sementes de arroz, na inibição da germinação de sementes de alface;
- Avaliar a eficiência de tratamentos pré-germinativos em superar a dormência de sementes de arroz;
- Determinar o efeito de tratamentos pré-germinativos na atividade enzimática da peroxidase.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Dormência e inibidores de crescimento

O poder germinativo de sementes é avaliado por intermédio do teste padrão de germinação, prescrito pelas Regras para Análise de Sementes, BRASIL (1976). Apesar de POPINIGIS (1977), CARVALHO & NAKAGAWA (1983), MARCOS FILHO et alii (1987) e COPELAND (1976), relatarem que este teste é efetuado sob condições ideais de temperatura, umidade e suprimento de oxigênio, favorecendo desta forma a germinação, sementes de algumas espécies não germinam por se encontrarem em estado de dormência.

COPELAND (1976), define dormência como o fenômeno pelo qual as sementes são impedidas de germinar mesmo sob condições ambientais normalmente favoráveis à germinação, embora exista uma noção errônea que a considere meramente um estado de descanso na ausência de condições adequadas de germinação. Diversos autores, entre eles CARVALHO & NAKAGAWA (1983), EDWARDS (1973) e NIKOLAEVA (1977), caracterizam a dormência como um importante mecanismo de

sobrevivência das espécies para determinadas condições ambientais, adiando a germinação e a distribuindo no tempo. VIDAVER (1977) ressalta que o controle da intensidade desta dormência, basicamente é feito a nível genético.

CARVALHO & NAKAGAWA (1983) atribuem como mecanismos de dormência: a) O controle de entrada de água no interior da semente; b) O controle do desenvolvimento do eixo embrionário; c) O controle de equilíbrio entre substâncias promotoras e inibidoras do crescimento.

Do ponto de vista fisiológico, alguns aspectos relacionados com o mecanismo da dormência em sementes de arroz tem sido elucidados, havendo ainda no entanto, pontos a serem estudados. Segundo GONÇALVES (1952), o arroz passa por um período de repouso de 6 a 8 semanas, logo após a colheita. Entretanto a dormência das sementes é muito melhor conhecida na cevada, embora tais mecanismos apresentem grande semelhança nestes cereais, MAJOR & ROBERTS (1968).

Na avaliação da intensidade e diminuição gradual da dormência em oito cultivares de arroz (de sequeiro e irrigado), TELLA et alii (1977) concluíram que dentre as cultivares irrigadas, três apresentaram uma grande variação no período de dormência (7 a 21 dias), sendo no entanto que uma apresentou um período mais prolongado (35 dias). Já as quatro cultivares de sequeiro não diferiram muito quanto ao período de dormência (em torno de 14 dias). De acordo com VIEIRA (1979), a intensidade de dormência em uma cultivar de arroz está intimamente relacionada com o grau de maturação da semente. Em trabalhos desenvolvidos

por esse autor, a dormência apresentou-se mais intensa em sementes colhidas aos 15 dias após a floração, tornando-se menos intensa à medida que se aumentava o período pós-floração.

Chandraratna, citado por BARBOSA (1978), relata que existem algumas variedades de arroz que necessitam de fotoperíodo adequado para o florescimento e outras não. Estas últimas florescem assim que atingem a maturidade, são plantas de ciclo determinado e suas sementes permanecem dormentes em média, seis semanas. As demais variedades necessitam de fotoperíodo curto para florescerem, produzem tardiamente, são plantas de ciclo indeterminado e suas sementes permanecem dormentes três meses ou mais, após a colheita.

De acordo com FRAGA (1982), essa dormência parece estar relacionada com os teores endógenos de CO_2 ou com a presença de inibidores que afetam a penetração de oxigênio, pois, não absorvendo O_2 ou não liberando CO_2 , a semente não consegue germinar.

Segundo DELOUCHE & NGUYEN (1962), a dormência em sementes de arroz seria devido à presença de inibidores da germinação localizados no pericarpo, principalmente na região próxima ao embrião, os quais são capazes de fixar o O_2 , reduzindo desta forma a disponibilidade do elemento para o embrião. Neste sentido CÔME & TISSAQUI (1973) trabalhando com sementes recém-colhidas de arroz, verificaram que a embebição em água dificultaria ainda mais a absorção de O_2 e consequentemente a quebra da dormência, uma vez que além da ação de substâncias que fixam quimicamente o O_2 , ocorre a formação de um filme de água

junto à casca, o qual contribuiria, ainda mais, para dificultar que o O_2 atingisse o embrião. Para BEWLEY & BLACK (1982) dois são os fatores responsáveis pela impermeabilidade ao oxigênio: a) presença de mucilagem envolvendo o tegumento; b) consumo de oxigênio pelo próprio tegumento, reduzindo, desta maneira, a quantidade que passa através dele.

De acordo com ROBERTS (1961), o requerimento de altas tensões de oxigênio para a germinação de sementes dormentes de arroz não é, aparentemente consequência de uma limitação produzida pela casca, mas provavelmente devido à presença de inibidores aí localizados, os quais reduzem a absorção de gases pelas sementes, mas não afetam a taxa de absorção de água pelas mesmas. Assim, a casca e a camada de aleurona das sementes dormentes de arroz constituem uma barreira física e química ao processo de difusão de oxigênio e, conseqüentemente, o controle da dormência pode envolver uma interação entre inibidores e tensão de oxigênio no interior da semente, ROBERTS (1964).

A localização da substância que fixa oxigênio não se dá unicamente na casca. Kaufman, citado por TOOLE et alii (1956), verificou que a substância inibidora da germinação ocorre tanto na casca como no embrião. De acordo com Mayer & Shain e Koller et alii, citados por REIS (1976), a casca pode agir tanto como barreira à difusão de O_2 quanto como depósito de inibidores endógenos. Esta barreira à difusão de O_2 pode controlar a germinação, impedindo a oxidação e subsequente destruição dos inibidores.

As baixas concentrações de oxigênio dentro das sementes, segundo Vose, citado por BARBOSA (1978), favorecem a síntese de inibidores nos tecidos do embrião, que se translocam e se acumulam no pericarpo e no tegumento. Diversos autores, entre eles CÔME & TISSAQUE (1973), KHAN & TOLBERT (1966) e MORIS & MONTEIRO (1959), citam ser a presença de substâncias fenólicas em sementes uma das principais causas da dormência. De acordo com EDWARDS (1973), a presença de compostos fenólicos na casca, basicamente controla a entrada de oxigênio no interior da semente, pois agiriam no sentido de fixar o O_2 que a semente está absorvendo, impedindo desta forma, que ele chegue no interior da mesma. Essa deficiência de O_2 no interior da semente, restringiria o processo de germinação.

CÍCERO (1986) atribui o consumo de oxigênio pelo tegumento em algumas espécies à oxidação de vários compostos fenólicos, tais como floridizin, ácido clorogênico e ácido para-cumaril-químico, reconhecidamente presentes na casca. BEWLEY & BLACK (1982) citam o caso do arroz como sendo um suporte plausível para a relação entre a dormência e o consumo de oxigênio pelos tecidos extra-embriônicos.

De acordo com BEWLEY & BLACK (1982), vários compostos fenólicos podem atuar como inibidores da elongação celular ou consumir oxigênio durante o processo de oxidação, restringindo deste modo, a quantidade de oxigênio que chega ao embrião.

Para DIETRICH (1986) os inibidores de crescimento são substâncias de natureza fenólica (por ex: ácido salicílico, ácido cumárico, ácido clorogênico, cumarina e escopoletina) que atuam como reguladoras retardando os processos de crescimento e

desenvolvimento das plantas, tais como o alongamento de raízes e caules, a germinação de sementes e o brotamento de gemas.

Em estudos realizados com ácidos fenólicos na inibição da germinação de sementes e do crescimento de plântulas de cereias, tais como aveia, trigo, cevada, sorgo e outros, semeados em substrato de papel e solo, KROGMEIER & BREMNER (1989) observaram que o efeito inibitório dos ácidos fenólicos foi maior no crescimento de plântulas que na germinação quando se utilizou o substrato papel, reforçando assim o que havia observado EVERANI (1949) que constatou ser um regulador de germinação usualmente um regulador de crescimento.

2.2. Detecção de inibidores de germinação

A presença de inibidores da germinação, foi detectada por RIZZINI (1970), em extrato etanólico de sementes de *Andira humilis* através do bioteste de inibição da germinação de sementes de feijão-preto "Uberabinha". A citada substância foi detectada no embrião o que foi considerado como raro pelo mesmo autor, o qual afirma ser mais comum a sua ocorrência em cascas e pericarpos.

FELIPPE (1986) define bioteste como um método biológico pelo qual a quantidade de determinada substância aplicada pode ser estimada, medindo-se a amplitude da resposta do organismo ou órgão à substância, e afirma que as características de um bioteste ideal são: sensibilidade à substância testada, especificidade à substância testada, insensibilidade ao meio ambiente, facilidade de execução, rapidez, facilidade de material

(reagente biológico), linearidade de resposta ao aumento das doses da substância testada. Segundo o mesmo autor, os biotestes devem ser selecionados de acordo com a substância estudada, podendo ser divididos em três tipos: testes de expansão celular, testes de divisão celular e testes complexos. Os testes complexos tem como exemplo a germinação da semente, utilizada na detecção de inibidores.

O bioteste de inibição da germinação de sementes de alface, tem sido apontado por DIETRICH (1986), como um método eficiente utilizado na detecção de inibidores. De acordo com Kahn, citado por MORAES & VICENTE (1970), as sementes de alface têm elevada sensibilidade à ação de agentes químicos, fornecendo a capacidade de resposta ao agente, num tempo relativamente curto.

Em pesquisas utilizando o método do bioteste, RANDI (1982) constatou a presença de composto inibidor de germinação em frutos verdes e maduros de *Miconia cinammomifolia* e em frutos verdes de *Ocotea puberula*. Os extratos dos mesmos em metanol 80%, causaram inibição da germinação de sementes de alface. Neste sentido, MORAES & VICENTE (1970) em seus estudos, comprovaram a existência de substância inibidora em macerado aquoso de frutos frescos de *Solanum choranthum*. Já BORGES et alii (1987) em suas pesquisas, concluíram que sementes de pimenteira possuem substância inibidora, solúvel em álcool, que atuam na germinação das sementes e no crescimento do hipocótilo. Referindo-se ainda ao método do bioteste de inibição da germinação de sementes de alface, BRAGA (1986), constatou a existência de substâncias inibidoras da germinação nos frutos e nas sementes de pindaíba

(*Xylopia brasiliensis* Sprengle), e segundo este autor, nas sementes provavelmente estas substâncias estariam aderidas ao tegumento.

2.3. Efeito da peroxidase na germinação

Apesar das peroxidases terem sido estudadas desde o início da enzimologia, este nome foi usado pela primeira vez em 1898. A função primária destas enzimas é a de oxidar moléculas com participação do peróxido de hidrogênio, Gaspar et alii, citado por LUSSO (1989).

As peroxidases têm sido encontradas em uma grande variedade de plantas, e aparentam ser componentes normais de suas moléculas, MAEHLI (1955). Diversos autores, entre eles Harkin & Obst, Abeles, Lavee & Avidan, Greppin e Lewak, citados por LUSSO (1989), relatam que elas atuam em várias vias metabólicas nos tecidos vegetais, e estão envolvidas com a biossíntese de lignina, produção de etileno, crescimento vegetativo, florescimento e germinação de sementes. As peroxidases catalizam as reações de uma grande variedade de compostos de plantas superiores, BARS & HOESEL (1979). Entre esses compostos estão os fenóis, cuja oxidação pelas peroxidases é bastante conhecida. Por exemplo, a oxidação da vanilina produz dehidrovanilina e a do guaiacol produz tetra guaiacol, Saunders et alii e Mzeily & Chance, citados por LUSSO (1989). Segundo os mesmos autores, um dos métodos mais adequados para avaliação quantitativa da atividade das peroxidases envolve a oxidação do guaiacol. A concentração do produto oxidado pode ser determinada

espectrofotometricamente, se as leituras forem efetuadas em poucos minutos.

De acordo com SALISBURY & ROSS (1978), a função das peroxidases é remover átomos de hidrogênio dos grupos álcoois, combinando-os com peróxido de hidrogênio para formar moléculas de água. Isto nos indica a formação de fenóis acoplados oxidativamente (polimerizados) a partir de fenóis simples, FRY (1984). Entretanto, segundo Saunders et alii, citados por LUSSO (1989), a inativação das peroxidases pode ocorrer através da adição de substâncias que se liguem à posição 6 do átomo de ferro no grupo prostético. Esse é o caso da inativação de peroxidases pelo excesso de peróxido de hidrogênio.

O efeito das peroxidases na germinação de sementes é devido, tanto à sua ação benéfica oxidativa dos compostos fenólicos, possíveis inibidores naturais da germinação, quanto ao seu efeito competidor pelo oxigênio disponível a esta, neste caso, retardando-a ou inibindo-a.

2.4. Tratamentos pré-germinativos

Segundo CÍCERO (1986), a dormência de sementes, seja qual for a causa, é tanto mais acentuada quanto mais nova for a semente, a partir do ponto de maturidade fisiológica. O período de dormência pode ser de poucos dias, alguns meses ou estender-se por vários anos; porém uma coisa é certa: com o decorrer do tempo o processo será totalmente superado. Como determinadas espécies apresentam dormência acentuada por um longo período, há necessidade de se proceder a quebra da dormência, caso contrário,

se correrá o risco de ter uma baixa percentagem de emergência ou então uma grande desuniformidade na mesma, o que certamente acarretará problemas na condução da lavoura e na colheita.

Embora seja pouco frequente a necessidade de um teste de germinação logo após a colheita do arroz, existem situações específicas em que este torna-se necessário, AMARAL & GONÇALO (1983), como a determinação da qualidade de um lote de sementes para comercialização, ou ainda, a utilização em programas de hibridação, como citado por GONÇALO & AMARAL (1976), quando a semeadura ocorre logo após a colheita.

Os métodos de quebra de dormência como meios que visam acelerar, aumentar e uniformizar a germinação, são citados por CARNEIRO (1986), e de acordo com as Regras para Análise de Sementes, BRASIL (1976), os métodos recomendados para superar a dormência de arroz são: imersão em H_2O a $40^{\circ}C$ por 24 horas, ou em solução de hipoclorito de sódio a 10% por tempo igual. Embora DELKE & ALBRECHT (1980) trabalhando com arroz silvestre (*Zizania palustris* L.), tenham verificado que a semente tratada com hipoclorito de sódio 2,63% teve a germinação aumentada de 2% para 19% e a sobrevivência das plantas de 50% para 87% quando comparado com o tratamento não químico, e que, Delouche & Nguyen e Mikkelsen & Surah citados por LIBERAL et alii (1972), considerem o tratamento com hipoclorito de sódio eficiente para estimular rapidamente a germinação e aumentar o crescimento de plântulas de arroz irrigado, tem-se observado que esses métodos não têm apresentado resultados consistentes.

Em estudos realizados com variedades de arroz que apresentavam dormência, VIEIRA et alii (1985), relatam que a pré-

secagem em estufa de circulação forçada de ar a 40°C , por sete dias, demonstrou maior eficiência dentre os tratamentos testados para a superação da dormência, e, LIBERAL et alii (1972), em estudo semelhante, encontraram além deste resultado, eficiência também na quebra da dormência utilizando temperaturas de 40°C e 50°C por um período de 10 dias. LOPES et alii (1973), em suas pesquisas, determinaram que o melhor tratamento para quebra de dormência em cultivares de arroz do Suriname e das Filipinas, foi a pré-secagem das sementes em estufa a 54°C durante 4 ± 2 dias respectivamente. Já GONÇALO & AMARAL (1976), trabalhando em programas de hibridação, demonstraram que a pré-secagem em estufa a 49°C durante 24 horas, foi eficiente na quebra de dormência em sementes de arroz a serem semeadas logo após a colheita. Também LAGO et alii (1977), estudando o efeito da temperatura de 50°C , na quebra de dormência de sementes em 7 cultivares de arroz, encontraram que, aos 2 e 7 dias, as sementes de uma cultivar apresentaram germinação de 85% e 97% respectivamente. Aos 20 dias o fim do período de dormência foi atingido pelas sementes de algumas cultivares, e, aos 90 dias houve quebra total de dormência com a germinação variando de 92 a 100%.

Trabalhando com sementes dormentes de arroz, VIEIRA (1979), verificou que a quebra de dormência foi muito influenciada pelo efeito da temperatura durante o armazenamento. A 30°C a germinação passou de 40% até acima de 80% em 7 dias de armazenamento. A 10°C foram necessários mais de 50 dias para atingir uma germinação superior a 80%.

AMARAL & GONÇALO (1977), avaliando os métodos existentes para superar a dormência em sementes de arroz, observaram que para uma cultivar com maior intensidade de dormência, foi mais eficiente a pré-secagem à temperatura de 49°C por período de 96 a 168 horas. Caracterizaram ainda, que existe variação na intensidade de dormência para uma mesma cultivar, em função do ano de cultivo, e que este grau de dormência associado a outras características próprias de cada cultivar, irão propiciar a escolha do método a ser empregado.

3. MATERIAL E MÉTODOS

A presente pesquisa foi conduzida no Laboratório de Análise de Sementes do Departamento de Agricultura e no Laboratório de Análise de Produtos Vegetais do Departamento de Ciências dos Alimentos da Escola Superior de Agricultura de Lavras - ESAL, Minas Gerais, no período de 1989/90.

Utilizou-se sementes genéticas das cultivares de arroz irrigado INCA e MG-1, safra 88/89, produzidas pela Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais - EPAMIG.

A pesquisa foi desenvolvida pela condução de três experimentos. Preliminarmente à condução desses experimentos, foram realizados testes de umidade, de germinação e determinação de teores fenólicos, com a finalidade de determinar a qualidade inicial e a intensidade de dormência em que se encontravam as sementes.

3.1. Avaliação da qualidade das sementes

3.1.1. Determinação do grau de umidade

Determinado pelo método da estufa $105 \pm 3^{\circ}\text{C}$ durante 24 horas, utilizando-se duas repetições para cada cultivar, conforme prescrições das Regras para Análise de Sementes, BRASIL (1976). Os resultados foram expressos em percentagem média por cultivar.

3.1.2. Teste de germinação

Determinado através do teste padrão de germinação com quatro repetições de 50 sementes de cada cultivar. As sementes foram semeadas em papel toalha, marca Germitest, previamente umedecidos com água na proporção de 2,5 vezes o peso do papel, e dispostos na forma de rolos em germinador tipo Mangelsdorf, marca Biomatic, previamente regulado para manter temperatura constante de 30°C . As avaliações foram efetuadas aos 7 e 14 dias após a instalação do teste, segundo prescrições das Regras para Análise de Sementes, BRASIL (1976), computando-se as percentagens de plântulas normais e de sementes dormentes, para cada repetição, e obtendo-se a seguir, as percentagens médias por cultivar.

3.1.3. Determinação de teores fenólicos

Determinado pela técnica recomendada por SWAIN & HILLIS (1959), utilizando-se duas repetições para cada cultivar. Os resultados foram expressos em mg/100g.

3.1.4. Informações preliminares

O Quadro 1 apresenta as médias obtidas nas determinações preliminares. Os dados de umidade apresentaram semelhança de resultados, os de germinação indicaram a presença de dormência em diferentes níveis de intensidade para as duas cultivares, enquanto que os de teores de fenólicos foram superiores na cultivar MG-1 (maior dormência).

QUADRO 1 - Médias de grau de umidade, plântulas normais, sementes dormentes e teores de fenólicos totais de arroz (*Oryza sativa* L.), obtidas nos testes preliminares. ESAL - Lavras, MG. 1989.

Cultivar	Grau de Umidade (%)	Plântulas Normais (%)	Sementes Dormentes (%)	* Fenólicos Totais (mg/100g)
INCA	12,8	45,0	54,0	957,70
MG-1	12,9	21,0	78,0	1004,80

* Fenólicos nas Glumelas

3.2. 1^o Experimento - Determinação do efeito de extratos de compostos fenólicos das diferentes estruturas componentes das sementes de arroz (*Oryza sativa* L.), na inibição da germinação de sementes de alface (*Lactuca sativa* L.)

3.2.1. Obtenção dos extratos

3.2.1.1. Separação das estruturas componentes das sementes de arroz (*Oryza sativa* L.)

Para a obtenção dos extratos, as estruturas das sementes das duas cultivares foram separadas, através de uma máquina para testes de beneficiamento de arroz, marca Suzuki, nos seguintes componentes (partes):

- a) Glumelas
- b) Pericarpo
- c) Cariópse (sementes sem glumelas)
- d) Embrião + endosperma (sementes sem glumelas e sem pericarpo)

Após a separação, as diferentes estruturas componentes foram trituradas com auxílio de um micro moinho elétrico tipo Willye, modelo TE-048, para extração dos compostos fenólicos.

3.2.1.2. Extração de compostos fenólicos em solução de metanol 100%, 50% e H₂O destilada

Utilizou-se a técnica recomendada por SWAIN & HILLIS (1959), descrita a seguir:

Amostras de 20g das diferentes estruturas componentes devidamente trituradas mais 100ml de solução extratora (metanol 100%, 50% e H₂O destilada), permaneceram por um período de 15

minutos em Banho Maria a 100°C, exceção feita ao extrator H₂O destilada que permaneceu à temperatura ambiente. A seguir procedeu-se a filtração usando papel de filtro Whatman nº 1. O material obtido após a filtração foi levado para secar em chapa aquecedora a uma temperatura de 200°C, até atingir um volume de aproximadamente 5ml, quando então, completou-se o volume final para 100ml com água destilada, obtendo-se assim os extratos relacionados no Quadro 2.

QUADRO 2 - Extratos das diferentes estruturas componentes das sementes de arroz (*Oryza sativa* L.) de duas cultivares^{1/}, obtidos em soluções de metanol 100%, 50% e H₂O destilada. ESAL - Lavras, MG. 1989.

Estruturas componentes	Tratamento nº	Solução Extratora
Glumelas	01	Metanol 100%
	02	Metanol 50%
	03	H ₂ O destilada
Pericarpo	04	Metanol 100%
	05	Metanol 50%
	06	H ₂ O destilada
Cariópse (sementes sem Glumelas)	07	Metanol 100%
	08	Metanol 50%
	09	H ₂ O destilada
Embrião + Endosperma (sementes sem Glumelas e sem pericarpo)	10	Metanol 100%
	11	Metanol 50%
	12	H ₂ O destilada

1 - INCA e MG-1

Os extratos foram armazenados em frascos de vidro com tampa do tipo pressão e mantidos em geladeira até a sua utilização.

3.2.2. Bioteste de germinação

A presença de compostos fenólicos inibidores da germinação, foi testada através do bioteste da inibição da germinação de sementes de alface, seguindo-se a metodologia utilizada por RANDI (1982). As sementes usadas foram adquiridas no comércio, classe fiscalizada, cultivar Babá, tratadas com fungicidas na origem, e com 96% de germinação detectada através do teste padrão de germinação.

Folhas de papel mataborrão para caixa gerbox foram embebidas com 6ml dos extratos obtidos anteriormente, e levadas a uma estufa a 50°C para a completa evaporação da umidade. Em seguida, antes da montagem do teste, adicionou-se 6ml de H₂O destilada por caixa gerbox, para reumidecimento do papel mataborrão.

Foram utilizadas 200 sementes de alface por tratamento distribuídas em quatro repetições, sendo cada parcela constituída por uma caixa gerbox contendo 50 sementes. Após a semeadura, as sementes foram postas a germinar em um germinador tipo Mangelsdorf, marca Biomatic, previamente regulado a uma temperatura constante de 20°C, sendo a avaliação efetuada no 7º dia após a semeadura através do teste padrão de germinação, segundo critérios estabelecidos pelas Regras para Análise de Sementes, BRASIL (1976). Foram avaliadas as percentagens de:

plântulas normais, sementes em início de germinação, total de germinação (somatório de plântulas normais e sementes em início de germinação), sementes dormentes.

3.3. 2^o Experimento - Avaliação da eficiência de tratamentos pré-germitativos na superação da dormência de sementes de arroz (*Oryza sativa* L.)

A avaliação da eficiência de tratamentos pré-germinativos utilizados na superação da dormência de sementes de arroz, foi realizada posteriormente à determinação do efeito de extratos de compostos fenólicos das diferentes estruturas componentes das sementes de arroz, na inibição da germinação de sementes de alface. Para tanto, as sementes de arroz das duas cultivares foram submetidas aos tratamentos pré-germinativos, relacionados no Quadro 3, e avaliadas através do teste padrão de germinação.

Após cada período de tratamento, 200 sementes de cada cultivar foram distribuídas em quatro repetições de 50 sementes. O substrato utilizado foi o papel toalha para germinação, marca Germitest, com dimensões de 25 x 38cm aproximadamente, cujas folhas sofreram lavagem previa por um período aproximado de 12 horas em água corrente. A semeadura foi feita em sistema de rolo de papel, usando-se três folhas por rolo, os quais foram mantidos em germinador do tipo Mangelsdorf, marca Biomatic, previamente regulado a uma temperatura constante de 30°C. Foram efetuadas avaliações aos 7 e 14 dias, após a instalação do teste,

QUADRO 3 - Tratamentos pré-germinativos utilizados nas sementes das duas cultivares de arroz (*Oryza sativa* L.)^{1/} em teste. ESAL, Lavras, MG. 1989.

N ^o	Tratamentos
01	Embebição em hipoclorito de sódio 1% por 24h
02	Embebição em hipoclorito de sódio 1% por 36h
03	Embebição em hipoclorito de sódio 1% por 48h
04	Embebição em água oxigenada 20 volumes por 12h
05	Embebição em água oxigenada 20 volumes por 24h
06	Embebição em água oxigenada 20 volumes por 36h
07	Embebição em água oxigenada 20 volumes por 48h
08	Envelhecimento acelerado 40°C e 100% UR por 96h
09	Envelhecimento acelerado 40°C e 100% UR por 108h
10	Envelhecimento acelerado 40°C e 100% UR por 120h
11	Pré-secagem em estufa de circulação forçada de ar a 40°C por 168h
12	Pré-secagem em estufa de circulação forçada de ar a 50°C por 48h
13	Pré-secagem em estufa de circulação forçada de ar a 50°C por 96h
14	Pré-secagem em estufa de circulação forçada de ar a 60°C por 24h
15	Pré-secagem em estufa de circulação forçada de ar a 60°C por 48h
16	Pré-secagem em estufa de circulação forçada de ar a 60°C por 72h
17	Sem tratamento (Testemunha)

1 - INCA e MG-1

seguindo prescrições das Regras para Análise de Sementes, BRASIL (1976), computando-se apenas as percentagens de plântulas normais e de sementes firmes (dormentes).

3.4. 3^o Experimento - Avaliação do efeito de tratamentos pré-germinativos em sementes de Arroz (*Oryza sativa* L.), na atividade enzimática da peroxidase

Para esta avaliação utilizou-se os tratamentos pré-germinativos relacionados no Quadro 4, por serem aqueles que sobressaíram em cada grupo de tratamentos com princípios semelhantes.

3.4.1. Atividade da peroxidase

Foi determinada de acordo com a técnica de MATSUNO & URITANI (1972), descrita a seguir:

3.4.1.1. Extração da enzima

Amostras de 20g de sementes de arroz previamente trituradas em micro moinho elétrico tipo Willye modelo TE-048, foram juntamente com 40ml da solução tampão de fosfato 0,05M pH 7,0 a 5°C, liquidificadas em liquidificador por um período de 3 minutos. O material assim preparado para cada tratamento, foi filtrado a vácuo usando papel de filtro Whatman n^o 1 e a seguir em uma ultra-centrífuga refrigerada, o material foi centrifugado por um período de 10 minutos a uma velocidade constante de 10.000rpm. O líquido sobrenadante foi transferido para um frasco

de 100ml com tampa de pressão e colocado em banho de gelo para ser utilizado como extrato enzimático.

3.4.1.2. Determinação da atividade enzimática (U/min/g de tecido)

Em um tubo de ensaio de 30ml foram adicionados 3ml do extrato enzimático; 5ml de solução tampão fosfato citrato 0,05M pH 5,0; 0,5ml de H_2O_2 3%; 0,5ml de guaiacol 0,5% (todos reagentes à temperatura aproximada de $5^{\circ}C$), o que a seguir foi rapidamente homogeneizado e deixado em Banho Maria por um período de 5 minutos a uma temperatura de $30^{\circ}C$. Após incubação, tomou-se 4ml deste substrato em um tubo de espectrofotômetro, efetuando-se 4 leituras por tratamento em 450nm. O controle (teste em branco), foi feito utilizando-se 3ml de H_2O destilada; 5ml de solução tampão fosfato citrato 0,05M pH 5,0; 0,5ml de H_2O_2 3%; 0,05ml de guaiacol 0,5%.

Uma unidade da enzima peroxidase foi definida como a quantidade de extrato enzimático que acusou um aumento na absorbância de 0,001 unidade de densidade ótica/minuto.

QUADRO 4 - Tratamentos pré-germinativos utilizados nas sementes das duas cultivares de arroz (*Oryza sativa* L.)^{1/}, avaliados quanto a atividade da peroxidase. ESAL - Lavras, 1989.

Nº	Tratamentos
01	Embebição em hipoclorito de sódio 1% por 48h
02	Embebição em água oxigenada 20 volumes por 12h
03	Envelhecimento acelerado 40°C e 100% UR por 96h
04	Pré-secagem em estufa de circulação forçada de ar a 40°C por 168h
05	Pré-secagem em estufa de circulação forçada de ar a 50°C por 96h
06	Pré-secagem em estufa de circulação forçada de ar a 60°C por 72h
07	Sem tratamento (Testemunha)
1 - INCA e MG-1	

3.5. Delineamento experimental

Para o experimento 1, utilizou-se o delineamento de blocos casualizados, em esquema fatorial 2x4x3 com quatro repetições. Os fatores em estudo foram: duas cultivares (INCA e MG-1), quatro estruturas componentes das sementes (glumelas, pericarpo, cariópse e embrião + endosperma) denominadas componentes e três extratores (metanol 100%, metanol 50% e H₂O destilada).

No experimento 2, utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2x17 com quatro

repetições. Os fatores estudados foram: duas cultivares (INCA e MG-1) e 17 tratamentos pré-germinativos (constantes do Quadro 3).

E para o experimento 3, utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2x7 com quatro repetições. Os fatores em estudo foram: duas cultivares (INCA e MG-1) e 7 tratamentos pré-germinativos (constantes do Quadro 4).

3.6. Análise estatística dos dados

A análise estatística dos dados foi realizada segundo as recomendações de PIMENTEL GOMES (1982), para os delineamentos utilizados. Os parâmetros expressos em percentagem foram transformados em $\text{ARC SEN } \sqrt{\%}$.

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Bioteste da inibição da germinação de sementes de alface (*Lactuca sativa* L.)

Os dados relativos à análise de variância para percentagens de germinação (plântulas normais), sementes em início de germinação, total de germinação e sementes dormentes, encontram-se no Quadro 1A.

Neste Quadro, observa-se que apenas as determinações plântulas normais e sementes em início de germinação, detectaram diferenças através do teste F, para as fontes de variação extrator, componente e a interação extrator x componente.

As médias obtidas para os efeitos da interação extrator x componente, para percentagens de germinação (plântulas normais) e sementes em início de germinação, encontram-se nos Quadros 5 e 6, respectivamente.

Pelo Quadro 5, nota-se que as substâncias fenólicas inibidoras da germinação encontram-se localizadas no componente

QUADRO 5 - Resultados médios de percentagem de germinação (plântulas normais) obtidas de sementes de alface (*Lactuca sativa* L.) submetidas ao efeito de extratos de compostos fenólicos das estruturas componentes das sementes de arroz (*Oryza sativa* L.) ^{1/}. ESAL - Lavras, MG. 1989.

COMPONENTE	EXTRATOR			
	Metanol 100%	Metanol 50%	H ₂ O destilada	Média
Glumelas	72,0b	79,0b	88,2a	79,7 C
Pericarpo	88,0a	87,5a	89,5a	88,3 B
Cariopse	93,2a	89,5a	89,8a	90,8AB
Embrião + Endosperma	91,5a	93,2a	93,8a	92,8A
Média	86,2	87,3	90,3	

1 - Cultivares INCA e MG-1

Médias seguidas da mesma letra minúscula na linha e médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

glumelas. O efeito dessas substâncias fenólicas, aí extraídas, na germinação das sementes de alface, apresentou-se de maneira decrescente, sendo maior na fração extraída com metanol 100%, seguido da fração extraída com metanol 50%, e, por último da fração extraída com H₂O destilada, embora, nota-se não haver diferença no efeito inibitório para as extrações feitas com metanol 100% e metanol 50%, apesar de ter sido mantida a tendência. Segundo GOLDSTEIN & SWAIN (1963), a medida que se aumenta o percentual de água na solução extratora, são extraídos

fenóis de maior grau de condensação. Assim, os fenóis monoméricos e diméricos são extraídos através do metanol 100%; os fenóis diméricos e oligoméricos são extraídos através do metanol 50%; e, os fenóis oligoméricos e poliméricos são extraídos através da H₂O destiladas. Com base nisso, percebe-se que, com a polimerização dos compostos fenólicos, há um decréscimo no efeito inibidor. Tais resultados encontrados no referido quadro vem concordar com CÍCERO (1986), que atribui o consumo de oxigênio disponível à germinação pelo tegumento de algumas espécies, à oxidação de vários compostos fenólicos, tais como floridizin, ácido clorogênico e ácido para-cumaril-químico, reconhecidamente presentes na casca.

Nota-se ainda neste quadro, que não houve diferença no efeito da inibição sobre a germinação para os demais extratos, o que vem confirmar a presença de substâncias fenólicas inibidoras da germinação, no componente glumelas.

Pelo Quadro 6, observa-se que as substâncias fenólicas inibidoras da germinação encontram-se localizadas no componente glumelas, coincidindo com o Quadro 5. O efeito dessas substâncias fenólicas, aí extraídas, na germinação das sementes de alface, também apresentou-se de maneira decrescente para as frações extraídas com metanol 100%, metanol 50% e H₂O destilada respectivamente. Observa-se também neste quadro, que não houve diferença no efeito da inibição sobre a germinação para os demais extratos, confirmando a presença de substâncias inibidoras da germinação detectadas no componente glumelas.

QUADRO 6 - Resultados médios de percentagem de sementes de alface (*Lactuca sativa* L.) em início de germinação, submetidas ao efeito de extratos de compostos fenólicos das estruturas componentes das sementes de arroz (*Oryza sativa* L.)^{1/}. ESAL - Lavras, MG. 1989.

COMPONENTE	EXTRATOR			
	Metanol 100%	Metanol 50%	H ₂ O destilada	Média
Glumelas	24,8a	17,0b	9,0c	16,9A
Pericarpo	9,5a	9,2a	6,5a	8,4 B
Cariopse	4,0a	7,2a	6,2a	5,8 BC
Embrião + Endosperma	6,2a	4,0a	1,0a	3,7 C
Média	11,1	9,4	5,7	

1 - Cultivares INCA e MG-1

Médias seguidas da mesma letra minúscula na linha e médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Visualiza-se pela comparação entre os Quadros 5 e 6, uma correspondência entre ambos, pois, onde o efeito do inibidor foi maior contribuindo para obtenção de uma menor percentagem média de plântulas normais (Quadro 5), correspondentemente ocorreu uma maior percentagem média de sementes em início de germinação (Quadro 6), fato este que reforça relatos de EVERANI (1949) que constatou ser um regulador de germinação usualmente um regulador de crescimento.

Verifica-se também nos Quadros 5 e 6, que, para os quatro componentes estudados, o efeito inibidor dos compostos fenólicos extraídos, diminui em intensidade no sentido das glumelas para o interior da semente, o que está de acordo com ROBERTS (1961), que indica que os inibidores da germinação provavelmente encontram-se na casca (glumelas) das sementes de arroz.

4.2. Avaliação da eficiência de tratamentos pré-germinativos na superação da dormência de sementes de arroz (*Oryza sativa* L.)

Os dados relativos à análise de variância para percentagens de germinação (plântulas normais) e sementes dormentes, encontram-se no Quadro 2A.

Neste Quadro observa-se que as duas determinações (plântulas normais e sementes dormentes), detectaram diferenças através do teste F, para as fontes de variação cultivar, tratamento e a interação cultivar x tratamento.

As médias obtidas para os efeitos da interação cultivar x tratamento, para percentagens de germinação (plântulas normais) e sementes dormentes, encontram-se nos Quadros 7 e 8, respectivamente.

Os resultados obtidos em ambos os Quadros, evidenciaram que as cultivares reagem diferentemente a determinados tratamentos, o que reforça relatos de AMARAL & GONÇALO (1977), os quais afirmam que a escolha do tratamento a ser empregado irá depender fundamentalmente da própria cultivar. Assim sendo, para

QUADRO 7 - Resultados médios de percentagem de germinação (plântulas normais) de sementes de arroz (*Oryza sativa* L.) submetidas a diferentes tratamentos pré-germinativos. ESAL - Lavras, MG - 1989.

Tratamento		Cultivar				
		INCA		MG-1		Média
Embebição em hipoclorito de sódio 1%		24h	48,0 ef	45,0 gh		46,5
		36h	42,8 efg	22,2 i		32,5
		48h	53,8 def	31,0 hi		42,4
Pré-seca- gem em estufa circula- ção for- çada de ar	40°C	168h	98,2a	93,5a		95,8
	50°C	48h	97,0a	65,8 bcdef		81,4
		96h	98,2a	83,0ab		90,6
	60°C	24h	92,2ab	69,8 bcde		81,0
		48h	92,2ab	76,0 bcd		84,1
		72h	93,0a	79,2 bc		86,1
	Embebição em H ₂ O ₂ 20 volumes	12h	78,5 bc	62,5 cdefg		70,5
		24h	68,5 cd	62,8 cdefg		65,6
36h		49,2 def	51,5 efg		50,4	
48h		38,2 fg	47,2 fgh		42,7	
Envelhec. acelerado 40°C e 100% UR.	96h	59,0 de	69,5 bcde		64,2	
	108h	42,2 efg	57,8 defg		50,0	
	120h	27,2 g	55,2 efg		41,2	
Sem tratamento (testemunha)			48,5 ef	23,8 i		36,2
Média			66,3A	59,2 B		

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

QUADRO 8 - Resultados médios de percentagem de sementes dormentes de arroz (*Oryza sativa* L.) obtidas em ensaios com diferentes tratamentos pré-germinativos. ESAL - Lavras, MG - 1989.

Tratamento		Cultivar			
		INCA	MG-1	Média	
Embebição em hipoclorito de sódio 1%	24h	50,8a	54,0 bc	52,4	
	36h	56,2a	76,5a	66,4	
	48h	45,2a	67,5ab	56,4	
Pré-seca- gem em estufa circula- ção for- çada de ar	40°C 168h	0,5 d	2,8 h	1,6	
	50°C 48h	2,5 d	29,2 defg	15,8	
	50°C 96h	1,2 d	14,8 g	8,0	
	60°C 24h	1,8 d	26,2 defg	14,0	
	60°C 48h	1,2 d	21,2 efg	11,2	
	60°C 72h	1,2 d	17,0 fg	9,1	
Embebição em H ₂ O ₂ 20 volumes	12h	16,0 c	34,2 de	25,1	
	24h	24,2 bc	34,0 def	29,1	
	36h	42,5a	43,2 cd	42,8	
	48h	49,8a	45,0 cd	47,4	
Envelhec. acelerado 40°C e 100% UR.	96h	19,5 c	17,8 fg	18,6	
	108h	41,0ab	28,8 defg	34,9	
	120h	55,8a	36,5 cde	46,2	
Sem tratamento (testemunha)		49,0a	73,0a	61,0	
Média		27,0 B	36,6A		

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

sementes da cultivar INCA, observa-se que os tratamentos onde se utilizou pré-secagens em estufa de circulação forçada de ar, propiciaram uma maior percentagem de germinação. A profunda dormência, no entanto, apresentada pela cultivar MG-1, detectou o tratamento onde se utilizou pré-secagem em estufa de circulação forçada de ar a 40°C por um período de 168h, como o que propiciou uma maior percentagem de germinação, reforçando assim os resultados encontrados por VIEIRA et alii (1985) e LIBERAL et alii (1972), que em estudos realizados com sementes dormentes da mesma espécie, demonstraram ser este tratamento o mais eficiente na superação da dormência. Nota-se porém, para essa cultivar, que embora os tratamentos onde se utilizou pré-secagens em estufa de circulação forçada de ar a 40°C por 168h e 50°C por 96h não tenham diferido entre si, o segundo tratamento não atingiu o padrão mínimo de germinação (85%) recomendado pela Comissão Estadual de Sementes e Mudas (CESM/MG), MINAS GERAIS (1985).

Os tratamentos onde se utilizou H₂O₂ 20 volumes e envelhecimento acelerado 40°C a 100% de UR foram pouco eficientes, sendo que apenas os tempos menores de embebição e permanência em cada teste respectivamente, mostraram-se superiores à testemunha para as duas cultivares. Observa-se também que a medida que estes tempos foram aumentados em cada teste, ocorreu uma queda na percentagem de germinação.

Os tratamentos com hipoclorito de sódio a 1% nos diversos tempos de imersão, não foram capazes de superar o processo de dormência das sementes de arroz das duas cultivares em estudo, comportando-se semelhantemente à testemunha, o que

difere de resultados encontrados por Delouche & Nguyen e Mikkelsen & Surah, citados por LIBERAL et alii (1972), que consideram o tratamento com hipoclorito de sódio eficiente para estimular rapidamente a germinação e aumentar o crescimento de plântulas de arroz irrigado.

De modo geral, pela comparação entre as duas cultivares, observa-se que os resultados obtidos demonstram a presença de uma dormência mais acentuada na cultivar MG-1.

4.3. Avaliação do efeito de tratamentos pré-germinativos em sementes de arroz (*Oryza sativa* L.), na atividade enzimática da peroxidase

Os dados relativos à análise de variância para atividade enzimática da peroxidase (U/min/g de tecido), encontram-se no Quadro 3A.

Neste Quadro observa-se que a determinação da atividade enzimática da peroxidase, foi capaz de detectar diferenças através do teste F, para as fontes de variação cultivar, tratamento e a interação cultivar x tratamento.

As médias obtidas para os efeitos da interação cultivar x tratamento, para U/min/g de tecido, encontram-se no Quadro 9.

Pelo Quadro 9, observa-se uma maior atividade da peroxidase nas duas cultivares para os tratamentos com hipoclorito de sódio 1% por 48h e testemunha, o que concorda com os resultados encontrados nas avaliações de tratamentos pré-germinativos na superação da dormência, os quais apresentaram

QUADRO 9 - Resultados médios de atividades enzimáticas da peroxidase em U/min/g de tecido, em sementes de arroz (*Oryza sativa* L.) submetidas a diferentes tratamentos pré-germinativos. ESAL - Lavras - MG, 1989.

Tratamento	Cultivar				Média
		INCA		MG-1	
Embebição em hipoclorito de sódio 1%	48h	94,798 b		101,164 b	97,981
Pré-sec. estufa	40 ^o C 168h	47,266 e		30,666 e	38,966
circul. forçada	50 ^o C 96h	73,565 c		61,832 c	67,698
de ar	60 ^o 72h	49,798 e		59,266 c	54,532
Embebição em H ₂ O ₂ 20 volumes	12h	28,699 f		26,166 f	27,432
Envelhec. acelerado 40 ^o C e 100% UR.	96h	65,632 d		51,632 d	58,632
Sem tratamento (testemunha)		133,496a		182,662a	158,079
Média		70,465B		73,341A	71,903

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

menor percentual de germinação, pois, uma alta atividade da peroxidase indica que esta enzima está competindo pela utilização do oxigênio a ser usado na germinação.

A menor atividade enzimática da peroxidase encontrada na utilização do tratamento com pré-secagem em estufa de circulação forçada de ar a 40°C por 168h nas duas cultivares, surge que a exposição a altas temperaturas (40°C, 50°C e 60°C) devem ter inibido a atividade enzimática, uma vez que, as enzimas de modo geral são sensíveis à elevação de temperaturas, REED (1975). Esta inibição proporcionou uma quebra de dormência em ambas cultivares, sendo que a cultivar INCA mostrou-se superior à MG-1, cuja dormência além da atividade enzimática da peroxidase, pode ter sido influenciada por outros fatores, tais como a maior presença de compostos fenólicos, demonstrada no Quadro 1 em análises realizadas antes da instalação desta pesquisa.

Quanto ao envelhecimento acelerado 40°C e 100% de UR, e tratamento com H₂O₂ 20 volumes, pode-se observar que as diminuições nas atividades enzimáticas da peroxidase não se relacionaram com as respectivas quebras de dormência. No primeiro tratamento, além de outros fatores, a alta umidade relativa deste pode ter possibilitado a formação de um filme de água envolvendo as glumelas, o que segundo COME & TISSAQUE (1973), impede a difusão do oxigênio para o interior da semente, dificultando que o mesmo atinja o embrião, e conseqüentemente afetando negativamente o processo germinativo. Porém, com relação ao segundo tratamento, a alta concentração de peróxido de hidrogênio exógeno, pode ter tido efeito inibitório na atividade enzimática da peroxidase, mascarando os resultados da análise uma vez que o

peróxido de hidrogênio é também uma das substâncias utilizadas na análise da atividade peroxidásica.

Pela comparação entre as duas cultivares observa-se que a cultivar de dormência mais intensa (MG-1), apresentou-se com atividade enzimática mais alta que a INCA, o que juntamente com outros fatores como a presença de inibidores, particularmente compostos fenólicos, pode também ter contribuído para manifestação de uma maior dormência na referida cultivar.

No entanto, os resultados obtidos estão de acordo com Harkin & Obst, Abeles, Lavee & Avidan, Greppin e Lewak, citados por LUSO (1989), que relatam o efeito da enzima peroxidase na germinação de sementes, cabendo ressaltar porém, que além desta enzima, outros fatores contribuem para uma maior ou menor dormência.

5. CONCLUSÕES

Através dos resultados obtidos nas condições experimentais da presente pesquisa conclui-se que:

- . Os compostos fenólicos extraídos das diferentes estruturas componentes das sementes de arroz, demonstraram efeito retardador da germinação de sementes de alface, sendo maior nas glumelas, seguido do pericarpo e por último do cariópse e endosperma + embrião.

- . A fração extraída com metanol 100% das glumelas foi a que apresentou maior efeito inibidor.

- . Para superar a dormência na cultivar INCA, pode-se utilizar como tratamento pré-germinativo a pré-secagem em estufa de circulação forçada de ar que demandar menor tempo de execução. Já para a cultivar MG-1, deve-se optar pela pré-secagem em estufa de circulação forçada de ar a 40°C por um período de 168h.

- . A exposição a temperaturas elevadas de 40°C por 168h, 50°C por 96h e 60°C por 72h, demonstraram ter inibido a atividade enzimática da peroxidase, proporcionando a superação da dormência nas duas cultivares, porém, mais acentuada na cultivar INCA que na MG-1.

Entre as duas cultivares, a cultivar MG-1 apresentou dormência mais acentuada que a cultivar INCA e simultaneamente maior atividade enzimática da peroxidase.

6. RESUMO

EFEITOS DE COMPOSTOS FENÓLICOS NA DORMÊNCIA DE SEMENTES
DE ARROZ (*Oryza sativa* L.) E EFICIÊNCIA DE TRATAMENTOS
PRE-GERMINATIVOS

Autor: Antônio Rodrigues Vieira

Orientadora: Maria das Graças Guimarães Carvalho Vieira

A presente pesquisa foi desenvolvida nos Laboratórios de Análise de Sementes e Análise de Produtos Vegetais da Escola Superior de Agricultura de Lavras, no período de 1989/90. Foram objetivos desta pesquisa, detectar a presença de compostos fenólicos inibidores da germinação nas diferentes estruturas componentes das sementes de arroz, avaliar a eficiência de tratamentos pré-germinativos empregados na superação da dormência dessas sementes, bem como, o efeito desses tratamentos na atividade enzimática da peroxidase. Utilizou-se as cultivares irrigadas INCA e MG-1, safra 88/89, ambas apresentando dormência pós-colheita.

A presença de compostos fenólicos inibidores da germinação foram testadas através do bioteste de inibição da germinação de sementes de alface, utilizando-se extratos das estruturas glumelas, pericarpo, cariópse, e endosperma + embrião, extraídos em metanol 100%, 50% e H₂O destilada. Esses compostos fenólicos foram detectados em maior proporção nas glumelas das sementes de arroz, retardando a germinação das sementes de alface. O extrator metanol 100% teve maior eficiência na extração de inibidores da germinação.

Para a comparação dos tratamentos pré-germinativos empregados, foram utilizados diversos tratamentos com hipoclorito de sódio 1%, com H₂O₂ 20 volumes, com envelhecimento acelerado 40°C e 100% de UR, e com pré-secagens em estufa de circulação forçada de ar a 40°C, 50°C e 60°C. Para a cultivar INCA, os tratamentos onde se utilizou pré-secagens em estufa de circulação forçada de ar foram os mais eficientes na superação da dormência, enquanto para a cultivar MG-1, o tratamento com pré-secagem em estufa de circulação forçada de ar a 40°C por 168h foi o melhor.

Para avaliar o efeito de tratamentos pré-germinativos na atividade enzimática da peroxidase utilizou-se os tratamentos com hipoclorito de sódio 1% por 48h, H₂O₂ 20 volumes por 12h, envelhecimento acelerado 40°C e 100% de UR por 96h, e pré-secagens em estufa de circulação forçada de ar a 40°C por 168h, a 50°C por 96h e 60°C por 72h. Os tratamentos onde se utilizou pré-secagens em estufa de circulação forçada de ar foram os mais eficientes na inibição da atividade enzimática da peroxidase, porém essa inibição mostrou-se mais acentuada na cultivar INCA dentre as duas cultivares estudadas.

7. SUMMARY

THE PHENOLICS COMPOUND EFFECTS IN RICE (*Oryza sativa* L.) SEEDS DORMENCY AND PRE-GERMINATED TREATMENTS EFFICIENCY

Author: Antônio Rodrigues Vieira

Adviser: Maria das Graças Guimarães Carvalho Vieira

This present work was developed at the Seed and Vegetable Products Analyse Laboratories at Escola Superior de Agricultura de Lavras between 1989/90. The objectives of this work were to find the phenolics compounds that inhibit germination in different extructures that make the rice seeds, to avaliate the efficiency in pre-germination treatments used in overcome the dormency in those seeds, such as, the effect of those treatments in enzymatic activity of peroxidase. It was used irrigated cultivars INCA and MG-1 harvested in 88/89, both showing post-harvest dormency.

The presency of phenolics compounds inhibitors of germination were tested in biotest for inhibition of lettuce seeds germination using structures extracts from glumes, pericarp, cariopsis, endosperm and embryo extracted with 100% and 50% methanol and distilled water. Those phenolics compounds were detected in higher proportion in rice seeds glume delaying lettuce seeds germination. Methanol 100% extractor had higher efficiency in germination inhibitors extraction.

For comparison of pre gre-germinated treatments were used differents treatments with 1% sodium hypochloride, H_2O_2 20 volumes, fast aging $40^{\circ}C$ and 100% RH, and pre dryness in forced air circulation camera at $40^{\circ}C$, $50^{\circ}C$ and $60^{\circ}C$. For INCA cultivar treatments in forced air circulation camera at $40^{\circ}C$ for 168h was the best.

To avaliate pre-germinated treatments in enzymatic activity of peroxidase, tretments with 1% of sodium hipocloride for 48h, H_2O_2 20 volumes for 12h fast aging $40^{\circ}C$ and 100% RH for 96h and pre dryness in forced air circulation camera at $40^{\circ}C$ for 168h $50^{\circ}C$ for 96h and $60^{\circ}C$ for 72h, were made. The treatments, where pre dryness in forced air circulation camera were used, had more efficiency in inhibition of enzymatic activity of peroxidase, however, this inhibition showed much higher in INCA cultivar among those two cultivars studied.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

01. AFONSO NETO, M.J. Uma cultura à espera de melhor produtividade. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, 12(114):1, jun. 1984.
02. AMARAL, A. dos S. & GONÇALO, J.F.P. Dormência em sementes de arroz. *Lavoura Arrozeira*, Porto Alegre, 30(301):35-7, jul/ago. 1977.
03. AMARAL, A.S. & SILVA, A.M.V. Superação de dormência em sementes de arroz. In: REUNIAO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 12, Porto Alegre, 1983. *Anais...*Porto Alegre, IRGA, 1983. p.271-4.
04. ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL - 1987/88. Rio de Janeiro, IBGE, v.48, 1988.

05. BARBOSA, J.V.A. *Alguns aspectos do metabolismo dos carboidratos e proteínas durante a germinação da semente de arroz (Oryza sativa L.) dormente e sem dormência.* Viçosa, UFV, 1978. 38p. (Tese MS).
06. BARZ, W. & HOESEL, W. Metabolism and degradation of phenolic compounds. In: SWAIN, T.; HARBONE, J.B. & VAN SUMERE, C.F., eds. *Biochemistry of plant phenolics*, Belgica, Plenum Press, 1979, v. 12, p.339-70.
07. BEWLEY, J.D. & BLACK. *Physiology and Biochemistry of Seeds in Relation to Germination.* Berlin, Springer-Verlag ed., 1982. v.2, 375p.
08. BORGES, E.E. de L.C.; BRUNE, W.; BORGES, R. de C.G. & OLIVEIRA, J.S. de. Avaliação de substância inibidora em sementes de pimenteira (*Xylopia sericea* St. Hill.). *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, 9(3):87-90, 1987.
09. BRAGA, F. de A. *Inibidores de germinação em frutos e sementes de pindaíba (Xylopia brasiliensis Sprengle).* Lavras, ESAL, 1986. 30p. (Monografia)
10. BRASIL. Ministério da Agricultura. Departamento Nacional de Produção Vegetal. Divisão de Sementes e Mudas. *Regras para análise de sementes.* Brasília, 1976. 188p.

11. CARNEIRO, J.G.A. *Curso de silvicultura I*. Curitiba, FUPEF, 1986. 131p. (Apostila).
12. CARVALHO, N.M. de & NAKAGAWA, J. *Sementes; ciência, tecnologia e produção*. 2. ed. Campinas, Fundação Cargill, 1983. 429p.
13. CÍCERO, S.M. Dormência de sementes. In: CICERO, S.M.; MARCOS FILHO, J. & SILVA, W.R. da. *Primeira semana de Atualização em Produção de Sementes*. Piracicaba, Fundação Cargill, 1986. p. 41-73.
14. CÔME, D. & TISSAQUE, T. Interrelated effects of inhibition, temperature on oxygen on seed germination. In: HEYDECKER, W., ed. *Seed Ecology*. The Pennsylvania State University Press, University Park, 1973. p.157-68.
15. COPELAND, L.O. Seed dormancy. In: *Principles of seed science and technology*. Minneapolis, Minnesota, Burgess Publishing Company, 1976. p.121-48.
16. DELOUCHE, J.C. & NGUYEN, N.T. *Methods for overcoming seed dormancy in rice*. Mississippi, Mississippi Agriculture Experimental Station, 1962. p.41-9. (Journal paper, 1219).

17. DIETRICH, S.M. de C. Inibidores de crescimento. In: FERRI, M.G., coord. *Fisiologia Vegetal*. 2. ed. São Paulo, EPU, 1986. v.2, p.193-212.
18. EDWARDS, M.M. Seed dormancy and seed environment - internal oxygen relationships. In: HEYDECKER, W. ed. *Seed Ecology*. The Pennsylvania State University Press, University Park, 1973. p.169-88.
19. EVERANI, M. Germination inhibitors. *Botanical Review*, Lancaster, 15:153-94, 1949.
20. FELIPPE, G.M. Desenvolvimento. In: FERRI, M.G., Coord. *Fisiologia Vegetal*. 2.ed. São Paulo, EPU, 1986. v.2., p.1-38.
21. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. Yearbook production - 1988. Roma, v.42, 1989. (FAD Statistics Series, 88).
22. FRAGA, A.C. Dormência de sementes. *Informe Agropecuário*. Belo Horizonte, 8(91):62-4, jul. 1982.
23. FRY, S.C. Incorporation of (14C) cinnamate into hidrolase-resistant components of primary cell wall of spinach. *Phytochemistry*, Oxford, 23:59-64, 1984.

24. GALLI, J.; TERRES, A.L. & GASTAL, F.L.C. Origem histórica e caracterização da planta de arroz. In: EMBRAPA-CPATB. *Fundamentos para a cultura do arroz irrigado*. Campinas, Fundação Cargill, 1985. p.1-14.
25. GOLDSTEIN, J.L. & SWAIN, T. Changes in tannins in ripening fruits. *Phytochemistry*, Oxford, 2:371-83, 1963.
26. GONÇALO, J.F.P. & AMARAL, A. dos J. Estudo de quebra de dormência em sementes de arroz provenientes de hibridações. In: REUNIAO GERAL DA CULTURA DO ARROZ. *Anais...* Pelotas, IRGA, 1976.
27. GONÇALVES, P.A. Grau germinativo da semente do arroz. *Lavoura Arrozeira*, Porto Alegre, 6(65):13, maio 1952.
28. KHAN, A.A. & TOLBERT, N.E. Light-controlled cycocel reversal of coumarin inhibition of lettuce seed germination and root growth. *Physiologia Plantarum*, Kobenhavn, 19:79-80, 1966.
29. KROGMEIER, M.J. & BREMNER, J.M. Effects of phenolic acids on seed germination and seedling growth in soil. *Biology and Fertility of Soils*. Springer - Verlag, 8:116-22, Feb. 1989.

30. LAGO, A.A. do; FURLANI, P.R. & AZZINI, L.E. Efeito da temperatura de 50°C na quebra de dormência de sementes de arroz. *Bragantia*, Campinas, 36:XI-XII, mar. 1977.
31. LIBERAL, O.H.T.; PINHEIRO, F.F.M.; COSTA, W.F. & DUARTE, L.S.N. Ocorrência de dormência em cultivares de arroz. In: SEMINARIO BRASILEIRO DE SEMENTES, 3, Recife, 1970. *Anais...*Rio de Janeiro. 1972. p.192-201.
32. LOPES, A. de M.; OLIVEIRA, A.F.F. de. & KASS, D.L. *Observações sobre quebra de dormência de cultivares de arroz*. Belém, IPEAN, 1973, 6p. (IPEAN - Comunicado Técnico, 37).
33. LUSSO, M.F. de G. Alterações na atividade e no perfil eletroforético da enzima peroxidase em mesocótilos e folhas de milho (*Zea mays* L.) em resposta à inoculação com *Helminthosporium maydis* Nisik & Miy., raça 0, *Helminthosporium carbonum* Ullstrup, raça 1 e à injúria mecânica. Piracicaba, ESALQ, 1989. 109p. (Tese MS).
34. MAEHLY, A.C. Plant peroxidases. In: COLOWICK, S.P. & KAPLAN, N.O., ed., *Methods in enzymology*. Maryland, Academic Press, 1955, vol.II, p.801-13.

35. MAJOR, W. & ROBERTS, E.H. Dormancy in cereal seeds. II. The nature of the gaseous exchange in inhibited barley and rice seeds. *Journal Experimental Botany*, Oxford, 19:90-101, 1968.
36. MARCOS FILHO, J.; CICERO, S.M. & SILVA, W.R. da. *Avaliação da qualidade das sementes*. Piracicaba, FEALQ, 1987. 230p.
37. MATSUNO, H. & URITANI, I. Physiological behavior of peroxidase isozymes in sweet potato root tissue unjured by cujting or with blackrot. *Plant and Cell Physiology*, Tóquio, 13:1091-101, 1972.
38. MINAS GERAIS. Secretaria de Estado da Agricultura. *Normas, padrões e procedimentos para a produção de sementes básicas, certificados e fiscalizados*. 2.ed. Belo Horizonte, 1985. 110p.
39. MORAES, W.B.C. & VICENTE, M. Estudo sobre um inibidor da germinação de sementes presente em frutos de *Solanum chlorantum* D.C. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, Rio de Janeiro, 42:367-9, 1970. (Suplemento. Simpósio sobre Produtos Naturais da América Tropical).
40. MORIS, W.B. & MONTEIRO, H.J. Duas cumarinas nas sementes de *Copaifera langsdorffii* Desf. *Anais da Associação Brasileira de Química*, Belo Horizonte, 18(3):181-2, 1959.

41. NIKOLAEVA, M.G. Factors controlling the seed dormancy pattern. In: KHAN, A.A., ed. *The physiology and biochemistry of seed dormancy and germination*. Amsterdam, North-Holland Publishing Company, 1977. p.51-74.
42. DELKE, E.A. & ALBRECHT, K.A. Influence of chemical seed treatments on germination of dormant wild rice seeds. *Crop Science*, Madison, 20(5):595-8, sep/oct. 1980.
43. PIMENTEL GOMES, F. *Curso de estatística experimental*. 10. ed. Piracicaba, Nobel, 1982. 430p.
44. POPINIGIS, F. *Fisiologia da Semente*. Brasília, Ministério da Agricultura, 1977. 289p.
45. RANDI, A.M. Estudo preliminar sobre inibidores de germinação em frutos de *Miconia cinammomifolia* e *Octotea puberula*. *Silvicultura em São Paulo*, São Paulo, 16A:238-42, 1982. (Edição Especial. Anais do Congresso Nacional Sobre Essências Nativas).
46. REED, G. *Enzymes in food processing*. 2.ed. New York, Academic Press, 1975. 573p.
47. REIS, G.G. dos. *Estudo sobre a dormência de sementes de sucupira (Pterodon pubescens Benth)*. Viçosa, UFV, 1976. 41p. (Tese MS).

48. RIZZINI, C.T. Inibidores de germinação e crescimento em *Andira humilis* Benth. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*. Rio de Janeiro, 42:329-66, 1970. (Suplemento. Simpósio sobre Produtos Naturais na América Tropical).
49. ROBERTS, E.H. A survey of the effects of chemical treatments on dormancy in rice seed. *Physiologia Plantarum*, Kobenhavn, 17:30-43, 1964.
50. -----. Dormancy in rice seed. II. The influence of covering structure. *Journal Experimental Botany*, Oxford, 12:430-45, 1961.
51. SALISBURY, F.B. & ROSS, C.W. Lipids and aromatic compounds. In: *Plant Physiology*. 2.ed. California, Wadsworth Publishing Company, 1978, p.442.
52. SWAIN, T. & HILLIS, W.C. The phenolic constituents of *Prunus domestica*. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, London, 10:63-8, Jan. 1959.
53. TEIXEIRA, S.M. & SANINT, L.R. Arroz em Minas Gerais, situação atual e contribuições da pesquisa. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, 14(161):5-11, 1989.
54. TELLA, R. de; BANZATTO, N.V. & AZZINI, L.E. *Observações sobre dormência em arroz*. Campinas, IAC, 1977, 7p.

55. TOOLE, E.H.; HENDRICKS, S.B.; BORTHWICK, H.A. & TOOLE, V.K. Physiology of seed germination. *Annual Review of Plant Physiology*, Palo Alto, 7:299-324, 1956.
56. VIDAVER, W. Light and seed germination. In: KHAN, A.A., ed. *The Physiology and Biochemistry of Seed Dormancy and Germination*. Amsterdam, North Holland Publishing Co., 1977. p.181-90.
57. VIEIRA, M. das G.G.C.; BORGES, J.W.M.; MORAES, E.A. Ensaio preliminar sobre métodos utilizados na quebra de dormência em sementes de arroz (*Oryza sativa* L.). *Ciência e Prática*, Lavras, 9(2):172-9, 1985.
58. VIEIRA, N.R. de A. Ocorrência de dormência em arroz e sua relação com a maturação da semente. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, I, Curitiba, 1979. *Resumos...* Curitiba, ABRATES, 1979. p.111.

APÉNDICE

QUADRO 1A - Resumo da análise de variância para plântulas normais, sementes em início de germinação, total de germinação e sementes dormentes de alface, (*Lactuca sativa* L.), submetidas ao efeito de extratos de compostos fenólicos das estruturas componentes das sementes de arroz (*Oryza sativa* L.) 1/. ESAL - Lavras, MG. 1989.

Fontes de Variação	G.L.	Quadrados Médios e Significância			
		Plântulas germinadas (%)	Sementes em inic. germinação (%)	Total de germinação (%)	Sementes dormentes (%)
Repetição	3	0,044918††	0,016300††	0,004059 NS	0,000746†
Extrator (Ex)	2	0,028200†	0,028590††	0,000625 NS	0,000088 NS
Componente (Cp)	3	0,159664††	0,092935††	0,004352 NS	0,000233 NS
Ex X Cp	6	0,027458††	0,014379††	0,006075 NS	0,000372 NS
Cultivar (Ct)	1	0,020030 NS	0,001588 NS	0,013633 NS	0,000067 NS
Ex X Ct	2	0,015414 NS	0,006192 NS	0,001695 NS	0,000506 NS
Cp X Ct	3	0,005356 NS	0,007070 NS	0,003314 NS	0,000145 NS
Ex X Cp X Ct	6	0,010685 NS	0,006082 NS	0,008469 NS	0,000132 NS
Erro	69	0,007289	0,003697	0,004397 NS	0,000191
C.V. (%)		6,92	6,95	4,64	1,74

1/ - Cultivares INCA e MG-1

† - Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de F

†† - Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste de F

QUADRO 2A - Resumo da análise de variância para plântulas normais e sementes dormentes de arroz (*Oryza sativa* L.)^{1/}, submetidas a diferentes tratamentos pré-germinativos. ESAL - Lavras, MG. 1989.

Fontes de Variação	G.L.	Quadrados Médios e Significância	
		Plântulas normais (%)	Sementes dormentes (%)
Cultivar	1	0,4270**	0,7889**
Tratamento	16	0,4989**	0,5446**
Cult. x Trat.	16	0,0794**	0,0724**
Erro	102	0,0067	0,0062
C.V. (%)		8,75	14,11

1 - Cultivares INCA e MG-1

** - Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste de F.

QUADRO 3A - Resumo da análise de variância para atividade enzimática da peroxidase em sementes de arroz (*Oryza sativa* L.)^{1/} submetidas a diferentes tratamentos pré-germinativos. ESAL - Lavras, MG. 1989.

Fontes de Variação	G.L.	Quadrados Médios e Significância
		Peroxidase (U/min/g de tecido)
Cultivar	1	115,894000**
Tratamento	6	13.450,020000**
Cult. x Trat.	6	3.137,627000**
Erro	42	3,901786
C.V. (%)		2,75

1 - Cultivares INCA e MG-1

** - Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste de F.