

unesp



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Pós-graduação em Agronomia

**EFEITO DO POTÁSSIO E DO NITROGÊNIO NAS
CARACTERÍSTICAS DAS RESERVAS E QUALIDADE
FISIOLÓGICA DAS SEMENTES DE MILHO (*Zea mays L.*),
CULTIVAR AL-30.**

LUDIMILA T.D.M. MARTINS

Ilha Solteira - SP

1210001546



unesp



cm 1 2 3 4 5 6 7 11 12 13 14 15 16 17

Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"

Faculdade de Engenharia

Departamento de Biologia e Zootecnia

Campus de Ilha Solteira.

**Efeito do potássio e do nitrogênio nas características das reservas e
qualidade fisiológica das sementes de milho (*Zea mays* L.), cultivar AL-30.**

Autora: Ludmila T.D.M. Martins

Orientadora: Profª Drª Kuniko Iwamoto Haga

Proc. 055/05-NPD 024

UNESP - "CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA"	
SERVIÇO TÊC. DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO	
DATA DE CHEGADA	DATA DE TOMBO
10.03.05	30.04.05
REGISTRADO POR	TOMBO
Ailza	Te. 1546
AQUISIÇÃO	CLASSIFICAÇÃO
Algaço Autor R\$10.00	M386e

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia-Campus de Ilha Solteira, da Unesp, como parte das Exigências do curso para a obtenção do título de mestre em Agronomia, Área de Concentração em Sistemas de Produção.

Ilha Solteira

Estado de São Paulo – Brasil

Dezembro de 2004



Co sys 322824
sys 58858

BCpIS - FEIS - UNESP



FICHA CATALOGRÁFICA

Elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação/Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação da UNESP-Ilha Solteira

Martins, Ludmila T. D. M.
M386e Efeito do potássio e do nitrogênio nas características das reservas e qualidade fisiológica das sementes de milho (*Zea mays* L.), cultivar AL-30 / Ludmila T. D. M. Martins.
Ilha Solteira : [s.n.], 2004
56 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Área de concentração: Sistemas de Produção, 2004

Orientador: Kuniko Iwamoto Haga
Bibliografia: p. 48-56

1. Adubação. 2. Milho. 3. Proteínas. 4. Germinação. ✓

50103067



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

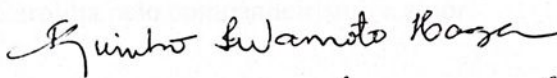
TÍTULO: EFEITO DO POTÁSSIO E DO NITROGÊNIO NAS CARACTERÍSTICAS DAS RESERVAS E QUALIDADE FISIOLÓGICA DAS SEMENTES DE MILHO (Zea mays L.), CULTIVAR AL-30

AUTORA: LUDMILA TEREZA DISPATO MENDES MARTINS

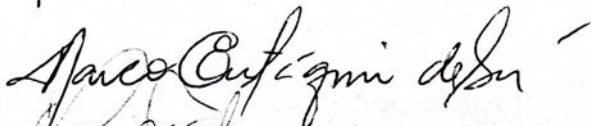
ORIENTADOR: Dra. KUNIKO IWAMOTO HAGA

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE em AGRONOMIA pela Comissão Examinadora:

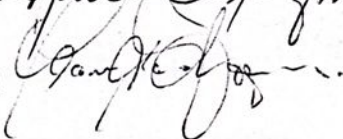
Dra. KUNIKO IWAMOTO HAGA



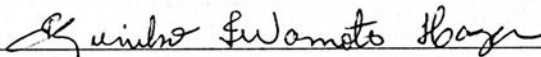
Dr. MARCO EUSTAQUIO DE SA



Dr. LEANDRO FERREIRA DE AGUIAR



Data da realização: 21 de dezembro de 2004



Presidente da Comissão Examinadora
Dra. KUNIKO IWAMOTO HAGA

Impresso em: 21/12/2004 Pág: 1 de 1

BCpIS - FEIS - UNESP

Ofereço

Aos meus pais Dirceu e Marlene, pelo amor, exemplo de vida, incentivo e educação.

Dedico

Aos meus irmãos Rodrigo e Ana Carolina pelo companheirismo e amor.

Mãe, você é minha grande referencia,

Exemplo de luta, paciência, amor, cuidado e carinho.

Sem você eu nunca conseguiria chegar até aqui, e com grande orgulho de tê-la como minha
mãe, é para você que vai a minha homenagem especial.

TE AMO

Obrigado.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo amparo nas horas difíceis de minha vida.

A Prof^ª Dr^ª Kuniko Iwamoto Haga, pelos ensinamentos, pela confiança, respeito e amizade que tivemos durante esses anos para a realização deste trabalho. Muito obrigado.

Ao meu namorado Gustavo Tavares Barbosa, pelos ensinamentos, sugestões que foram de suma importância para realização deste trabalho. Te amo, obrigado por tudo.

Aos professores João C. Andrade, Marco Eutáquio de Sá e Leandro F. Aguiar pelas sugestões e apoio.

Aos técnicos de laboratório André Luiz, Adelaide B. Sá, Selma B Moraes e a Circélia Caetano pelo auxílio, apoio e amizade.

A pós-graduanda Eliana Cardoso, pela sempre ajuda nos trabalhos de campo e amizade.

Ao pós-graduando Alex Seleguini, pelos ensinamentos nas análises estatísticas, pela disposição em sempre querer ajudar e pela amizade. Muito obrigado.

As minhas amigas Luciana, Paulinha, Giovana, Juliana pela amizade e apoio.

A todos meus colegas da pós-graduação.

A todos que direta ou indiretamente participaram da realização deste trabalho.



SUMÁRIO

RESUMO.....	1
ABSTRACT.....	3
1- INTRODUÇÃO.....	5
2- REVISÃO DE LITERATURA.....	7
2.1- Nitrogênio.....	7
2.2- Potássio.....	9
2.3- Interação nitrogênio x potássio.....	11
2.4- Composição química do milho.....	12
2.5- Qualidade fisiológica das sementes.....	14
3- MATERIAL E MÉTODO.....	16
3.1- Material biológico.....	16
3.2- Delineamento experimental.....	17
3.3- Extração de proteínas de reserva.....	17
3.4- Extração de proteína, aminoácidos e carboidratos.....	17
3.4.1- Aminoácidos e açúcares livres.....	18
3.4.2- Proteína.....	18
3.4.3- Polissacarídeos solúveis em água (WSP).....	18
3.4.4- Amido.....	18
3.5- Quantificação de proteína.....	19
3.6- Quantificação de Proteína de Reserva.....	19
3.7- Análise Quantitativa de Aminoácidos.....	19
3.8- Análise Quantitativa de Carboidratos.....	19
3.9- Teste de germinação.....	21
3.10- Teste de vigor.....	21
A-Primeira contagem de germinação.....	21
B-Teste e envelhecimento acelerado.....	21
C-Teste de frio.....	21
D-Teste de condutividade elétrica.....	22



4- RESULTADOS E DISCUSSÃO.....23

5- CONCLUSÃO.....47

6- REFERÊNCIAS.....48

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Esquema de procedimento usado durante a extração de proteínas, aminoácidos e açúcares.....	20
Figura 2: Teor de proteína em sementes de milho da cultivar AL-30, em função de doses de nitrogênio (A) e potássio (B).....	26
Figura 3: Teor de aminoácido livre em sementes de milho da cultivar AL-30 em função de doses de nitrogênio (A) e potássio (B).....	28
Figura 4: Teor de amido em sementes de milho da cultivar AL-30 em função de doses de nitrogênio (A) e potássio (B).....	30
Figura 5: Teor de WSP (polissacarídeo solúvel em água) em sementes de milho da cultivar AL-30 em função de doses de nitrogênio (A) e potássio (B).....	32
Figura 6: Teor de açúcar livre em sementes de milho da cultivar AL-30 em função de em função de doses de nitrogênio (A) e potássio (B).....	34
Figura 7: Teor de proteína de reserva em sementes de milho da cultivar AL-30 em função de doses de nitrogênio (A) e potássio (B).....	36
Figura 8: Efeito da primeira contagem de germinação em sementes de milho da cultivar AL-30 em função de doses de nitrogênio (A) e potássio (B).....	38
Figura 9: Efeito da germinação em sementes de milho da cultivar AL-30 em função de doses de nitrogênio (A) e potássio (B).....	40
Figura 10: Teste de frio em sementes de milho, em função de doses de nitrogênio (A) e potássio (B).....	42
Figura 11: Envelhecimento acelerado de sementes de milho, em função de doses de nitrogênio (A) e potássio (B).....	44

Figura 12: Condutividade elétrica de sementes de milho, em função de doses de nitrogênio
(A) e potássio (B).....46

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Composição química média do grão de milho e seus componentes.....14

Tabela 2 - Análise química do solo.....16

Tabela 3: Valores de F referentes ao conteúdo de reservas nas sementes de milho da cultivar AL-30.....23

Tabela 4: Médias referentes às frações protéicas nas sementes de milho da cultivar AL-30 em função de doses de potássio.....24

Tabela 5: Médias referentes às frações protéicas nas sementes de milho da cultivar AL-30 em função de doses de nitrogênio.....24

Tabela 6: Valores de F referentes aos testes de vigor nas sementes de milho da cultivar AL-30.....25

Efeito do potássio e do nitrogênio nas características das reservas e qualidade fisiológica das sementes de milho (*Zea mays* L.), cultivar AL-30.

Autora: Ludmila T.D.M. Martins

Orientadora: Kuniko Iwamoto Haga

RESUMO

O fato dos produtos do milho se constituírem em fonte de alimento para a população mundial torna-o importante social e economicamente. Isto têm motivado muitas pesquisas com esta cultura, com o objetivo de melhorar o rendimento tanto qualitativo como quantitativo, em várias áreas como as de melhoramento vegetal, bioquímica, adubação, fisiologia e outras. As pesquisas têm mostrado que o nitrogênio é responsável pelo aumento da produtividade, aumento do teor de reservas da semente, que o potássio vem sendo o nutriente que confere às plantas, resistência às doenças, ativa a maturação e favorece a formação dos grãos, tornando-os mais vigorosos. O presente trabalho teve como objetivo verificar o efeito da adubação nitrogenada e potássica em cobertura, na qualidade das reservas e qualidade fisiológica das sementes do milho, cultivar AL-30. O experimento no campo foi realizado no ano de 2002, no qual a cultura foi submetida a tratamento de diferentes doses de N (0, 90 e 135 kg.ha⁻¹) combinadas com diferentes doses de K₂O (0, 60 e 90 kg.ha⁻¹), o que resultou em 9 tratamentos com três repetições em blocos ao acaso, totalizando 27 parcelas em um esquema fatorial 3x3. As adubações nitrogenada com uréia e potássica com cloreto de potássio em cobertura foram realizadas aos 30 dias após emergência, a colheita foi realizada aos 110 dias após a semeadura. As determinações das reservas das sementes (proteína, aminoácido, açúcar livre, polissacarídeo solúvel em água e amido) e qualidade fisiológicas foram realizadas nos laboratórios de Fisiologia Vegetal e Tecnologia de Sementes (UNESP - Campus de Ilha Solteira), respectivamente.

Os resultados obtidos mostraram que as doses máximas utilizadas de 90 e 135 kg.ha⁻¹ de potássio e nitrogênio respectivamente, apresentaram efeito positivo para a maioria das variáveis analisadas, tanto em relação às reservas da semente quanto em relação à qualidade fisiológica das sementes de milho da cultivar AL-30.

Palavras chave: proteína, aminoácido, açúcar, amido, germinação, vigor.

ABSTRACT

Effect of the potassium and nitrogen in the characteristics of the reserves and physiological quality of the corn maize seeds (*Zea mays* L.) AL-30.

Autora: Ludmila T.D.M. Martins

Orientadora: Kuniko Iwamoto Haga

ABSTRACT

The fact of maize products to constitute food source for the world-wide population, becomes itself economically and socially important. What has motivated many research with this culture, aimed to improve the income, such a qualitative way as quantitatively, into vegetal improvement, biochemistry, fertilization areas, among others. The research has shown that the nitrogen is responsible for productivity increasing, increasing the text reserve seed, on the other hand, the potassium has being the nutrient that confers to the plants, resistance to the illnesses, active the maturation and leads the grain formation, becoming themselves more vigorous. The present work had as objective to verify the effect of the N and K amendment in covering, on the quality reserve and physiological quality maize seeds, to cultivate AL-30. The experiment in the field was carried through in the year of 2002, which culture was submitted the treatment of different doses of N (0, 90 and 135 kg.ha⁻¹) combined with different doses of K (0, 60 and 90 kg.ha⁻¹), that it was resulted in 9 treatments with three repetitions (blocks) totalizing 27 parcels in an factorial project 3x3. The N (urea) and K (potassium chloride) amendment in covering, had been carried through to the 30 days after emergency, the harvest were carried through to the 110 days after the sowing. The determination reserve of seeds (protein, amino acid, sugar free, sugar soluble in water and starch) and physiological seed quality had been carried through in the laboratories of Plant Physiology and Seeds Technology (UNESP - Campus de Ilha Solteira-SP), respectively. The gotten results had shown that the maximum dose used of 90 and 135 kg.ha⁻¹ of potassium and nitrogen respectively, had presented positive effect for the majority of the analyzed variable, as much in relation the reserves of the seed how much in relation the physiological quality of the seeds of maize of cultivating AL-30.



Words key: protein, amino acid, sugar, starch, germination, vigor.



1- INTRODUÇÃO

Os cereais são os produtos de origem vegetal mais consumidos no mundo e, em âmbito nacional, a cultura do milho predomina em termos de área cultivada e ocupação de mão-de-obra, sendo considerada de grande importância para a economia brasileira (FARIAS, 2000, p. 617-621). O milho (*Zea mays* L.), cereal consumido "in natura" ou na forma de produtos industrializados, tem grande contribuição na alimentação humana e animal, devido principalmente às suas características nutricionais como excelente fonte energética, em função do alto teor de amido, lipídios, proteínas e vitaminas encontradas nos grãos (PATERNIANI, 1978, p.15-19).

Existem mais de 600 derivados do milho, dos quais, aproximadamente 500 se destinam à alimentação humana. Na indústria, o milho é empregado como matéria-prima para a produção de amido, óleo, farinha, glicose, produtos químicos, rações animais e na elaboração formulações alimentícias. (PINAZZA, 1993, p. 1-10).

Um dos fatores que pode limitar o rendimento do milho é a disponibilidade de nutrientes no solo. Uma das formas de se aumentar produtividade da cultura é, sem dúvida, a nutrição mineral adequada, através das práticas de adubação que considerem, além da quantidade de fertilizantes fornecida, também o balanço entre os nutrientes requeridos (BULL, 1994, p. 301).

Segundo Sá (1994, p. 65), a exigência nutricional das culturas para a maioria das espécies torna-se mais intensa com o início da fase reprodutiva, sendo mais crítica por ocasião da formação de sementes, quando consideráveis quantidades de nutrientes são para elas translocadas. Esta maior exigência deve-se ao fato dos nutrientes serem necessários à formação e ao desenvolvimento de novos órgãos, e também para a formação de materiais de reserva que ali serão armazenados.

É relevante ressaltar que o papel dos nutrientes é fundamental na formação das sementes, principalmente no que diz respeito à constituição das membranas e acúmulo de carboidratos, lipídios e proteínas. As funções de ativação enzimática, síntese, transferência de energia e regulação hormonal são características fundamentais do aspecto de formação,



desenvolvimento e maturação das sementes e assim, tanto micro como macronutrientes apresentam importância similar nesses eventos. Se os efeitos dos nutrientes na qualidade fisiológica das sementes em muitos trabalhos não são tão pronunciados, as deficiências geralmente se mostram marcantes, de forma que, se nutrições adequadas aumentam significativamente a produção e mantêm a qualidade das sementes em níveis superiores, estas devem ser recomendadas. A qualidade da semente caracterizada pelos aspectos genéticos, físicos, sanitários e fisiológicos é de fundamental importância no processo de produção de qualquer espécie vegetal, influenciando o desenvolvimento da cultura. Vários são os fatores que afetam a qualidade fisiológica das sementes de milho; dentre eles, merece destaque a interferência de nutrientes aplicados via adubação de plantio ou cobertura. (SÁ, 1994, p. 67).

O nitrogênio é constituinte de moléculas de proteínas, de enzimas, de coenzimas, de ácidos nucleicos e citocromo, além de sua importante função como integrante da molécula de clorofila. O nitrogênio é um dos nutrientes que apresentam os melhores efeitos no aumento da produção de grãos na cultura do milho, conforme dados de Neptune et al. (1982, p. 917-41).

Apesar de não fazer parte de nenhum composto dentro da planta, o potássio é importante em inúmeros processos bioquímicos envolvidos com a síntese de proteínas, com o metabolismo de carboidratos, como a fotossíntese e a respiração. Segundo Malavolta & Crocomo (1982, p. 65-162), este elemento caracteriza-se por ser ativador de um grande número de enzimas encontradas nas células vegetais, estando estreitamente relacionado com os processos de assimilação de CO_2 e de nitrogênio, favorecendo a formação de compostos nitrogenados de alto peso molecular como proteínas, e com a síntese, a translocação e o armazenamento de açúcares.

A complexa participação do potássio no metabolismo das plantas bem como suas relações com vários outros nutrientes na planta e no solo proporcionam a ele uma ampla possibilidade de alterar a susceptibilidade às doenças (HUBER & ARNY, 1986, p. 467-488).

Neste contexto, o presente trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar a adubação nitrogenada e potássica em uma cultivar de milho (AL-30) e seus efeitos nas reservas e qualidade fisiológica das sementes.



2-REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1- Nitrogênio

De acordo ainda com Bull (1994, p.302- 309), o nitrogênio apresenta os melhores efeitos no aumento do rendimento de grãos na cultura do milho e também sobre a qualidade da produção, uma vez que, contribui para o aumento do teor de proteína do grão e, entretanto diminui os teores de aminoácidos essenciais, porque este aumento no teor protéico está ligado ao aumento de zeína, uma proteína de baixa qualidade nutritiva.

Dentre os vários nutrientes, o nitrogênio tem sido um dos que tem mostrado melhores respostas à sua aplicação. De modo geral, suas deficiências são rapidamente evidenciadas pelo desenvolvimento insuficiente das plantas. Por outro lado, o seu excesso também é fácil e rapidamente notado com um grande desenvolvimento vegetativo e pequena produção.

Assim o uso de dose adequada de nitrogênio, bem como seu manejo é de vital importância para o desenvolvimento e produtividade das culturas. O nitrogênio é o nutriente absorvido em maiores quantidades pelo feijoeiro, sendo também o mais exportado pelos grãos. Segundo ainda Freire (2001, p. 49-56), grande parte do nitrogênio no solo encontra-se na forma orgânica, que sofre mineralização, é transformado nos íons amônio (NH_4^+) e nitrato (NO_3^-), que são as formas absorvidas pelas plantas.

Segundo Below (2000, p.20-24), o nitrogênio é considerado um dos maiores fatores de produção responsáveis pelo aumento da produtividade e da proteína dos grãos de milho.

O nitrogênio é o nutriente que está intimamente ligado à produção de proteínas, que são constituintes importantes no desenvolvimento inicial do embrião durante a germinação das sementes. Além do efeito positivo sobre a produção de grãos, o nitrogênio interfere em diversas outras características da planta de milho, relacionadas ao crescimento e desenvolvimento, as quais, direta ou indiretamente, afetam a produtividade da cultura (MELGAR, et al. 1991, p. 59-110).

Dentre os nutrientes essenciais ao crescimento e desenvolvimento das plantas, destaca-se o papel que o nitrogênio desempenha no milho, como constituinte essencial dos aminoácidos, principais integrantes de proteínas. Como a formação dos grãos depende de



proteínas na planta, a produção do milho está diretamente relacionada com o suprimento de N (ULLOA, 1982, p. 66).

Cantarella (1993, p. 166), afirma que a aplicação de $30 \text{ kg.ha}^{-1} \text{ N}$, no sulco, na semeadura do milho permite o crescimento mais vigoroso no início do seu estabelecimento, permitindo obter a população de plantas desejada. O mesmo autor diz que a magnitude das respostas a nitrogênio em ensaios conduzidos no Brasil tem sido variável, mas na maioria dos estudos indica resposta significativa nas doses entre 30 a $90 \text{ kg.ha}^{-1} \text{ N}$, tendo resposta acentuada na cultura de milho a dose de $200 \text{ kg.ha}^{-1} \text{ N}$, em solos com baixo ou alto nível de produtividade na parcela testemunha.

Balko & Russel (1980, p. 723-132), mostraram que o aumento de produtividade proporcionado pelo nitrogênio pode ser atribuído, também, aos seus efeitos sobre o crescimento do sistema radicular e sobre o aumento do comprimento da espiga e do número de espigas por planta.

Segundo Cantarella, (1993, p. 301) o nitrogênio é um dos elementos que apresentam os maiores efeitos no aumento da produção de grãos de milho, por ser o nutriente extraído e exportado em maior quantidade pela cultura.

Para Malavolta (1986, p. 165-274), Carvajal (1984, p. 254) o nitrogênio é quantitativamente o macronutriente mais importante para o cafeeiro, seguido pelo potássio (48% e 28% da absorção total de macronutrientes respectivamente).

Segundo Mattson (1980, p. 119-161), a adubação nitrogenada aumenta a atividade fotossintética da planta e estimula a divisão celular, determinando um acréscimo no teor de proteínas e na biomassa total. Apesar desses efeitos benéficos, esta adubação provoca alterações na quantidade e qualidade do nitrogênio presente na planta, aumentando os níveis de N solúvel, particularmente aminoácidos livres, facilmente assimiláveis por diversas espécies de insetos. Menciona também que a quantidade e a qualidade dos compostos solúveis de nitrogênio produzidos dependem da fonte de nitrogênio utilizada, fato este que pode provocar maior ou menor resistência da planta a pragas.

Crawford (1982, p. 654-660) diz que a formação de grãos na planta de milho está estreitamente relacionada com a translocação de açúcares e de nitrogênio de órgãos vegetativos, principalmente das folhas, para os órgãos de reserva. Assim é evidente a relação entre a área foliar verde e a produção de grãos; isto ocorre basicamente pela maior



capacidade que as folhas bem nutridas em nitrogênio têm de assimilar CO_2 e sintetizar carboidratos durante a fotossíntese, resultando maior acúmulo de biomassa. Sob condições de deficiência de nitrogênio é retardada a divisão celular nos pontos de crescimento, o que resulta em uma redução na área foliar e no tamanho da planta, com reflexos na produção dos grãos.

O nitrogênio apresenta, também, forte influência sobre a qualidade da produção na cultura do milho, uma vez que, conforme conclui Vasconcelos (1989, p. 1-20), contribui para o aumento de proteína dos grãos.

2.2- Potássio

O potássio não faz parte de nenhum composto orgânico, não desempenhando função estrutural na planta. Este macronutriente atua na ativação de aproximadamente 50 enzimas, destacando-se as sintetases, oxiredutases, desidrogenases, transferases, quinases e aldolases (MALAVOLTA, 1997 p. 5-6).

Mengel & Kirkby (1982, p. 295-318) relataram que o potássio está envolvido também, na síntese de proteínas, plantas com baixos teores de potássio apresentam redução na síntese, com acúmulo de compostos de baixo peso molecular como aminoácidos, amidas, aminas e nitratos. De acordo com Faquin (1994, p. 227), potássio é um elemento essencial para as plantas quanto para os animais (MALAVOLTA, 1997, p. 5-6), sendo de maneira geral, o segundo nutriente mais exigido pelas culturas, depois do nitrogênio.

O potássio tem sido, há muito tempo, considerado o “elemento da qualidade” em nutrição de plantas segundo Malavolta, (1997, p. 5-8).

Segundo Smith (1966, p. 332-343), o nutriente potássio é necessário na síntese de carboidratos, proteínas e óleo.

Chaboussou (1987, p. 253) relatou que a carência do potássio em plantas determina um acúmulo de aminoácidos nos locais de origem e problemas gerais na estruturação das proteínas. É destacada também, a importância do potássio nos processos que controlam o uso de água pela planta. De acordo com Mengel & Kirkby (1980, p. 59-110), o potássio é o mais importante soluto inorgânico em plantas que é osmoticamente ativo, sendo significativo no crescimento e na extensão celular.



Além disso, na deficiência de potássio ocorre menor síntese de compostos de alto peso molecular (proteína, amido e celulose), favorecendo o acúmulo de compostos de baixo peso molecular (açúcares solúveis, aminoácidos e N solúvel) como resultado do aumento da atividade de enzimas decompositoras (amilase, sacarase, glucosidase e protease). (PERRENOUD, 1990. p.363)

O potássio está envolvido na fotossíntese. Na carência de K, verifica-se redução na taxa fotossintética por unidade de área foliar, e também maiores taxas de respiração. A combinação desses fatores pode reduzir as reservas de carboidratos da planta (PRETTY, 1982). Um suprimento inadequado de potássio também faz com que os estômatos não se abram regularmente, podendo ocorrer menor assimilação de CO₂ nos cloroplastos, diminuindo conseqüentemente a taxa fotossintética.

Está estabelecido que plantas de milho adequadamente supridas com potássio têm menor necessidade de água e menor perda de água por causa da reduzida taxa de transpiração (LAUCHLI & PFLUGER, 1978, p. 111-63); e da ação deste nutriente como agente osmótico no mecanismo de abertura e fechamento dos estômatos. Isto resulta em maior eficiência de uso da água pela cultura do milho.

Segundo Usherwood (1985, p. 489-513), sob severa deficiência de potássio em milho, problemas na emergência das plântulas e de sobrevivência no "stand" resultam em menor população na época da colheita. Níveis inadequados de potássio ocasionam espigas palhentas e flexíveis e severo índice de aborto de grãos no topo da espiga, resultando em baixas produções e em menor peso de grãos.

Usherwood (1985, p. 489-513), verificou que o potássio tem influência positiva sobre o peso individual do grão de milho produzido e o número de grãos por espiga.

Huber & Arny (1985, p. 467-88) relataram que o potássio apresenta efeitos favoráveis na resistência do milho a doenças, diminuindo a incidência de murcha de Stewart (*Erwinia stewartii*), ferrugem da folha (*Exserohilum turcicum* (Pass)), podridão das raízes (*Giberella saubineti* (Mont) Sacc.), podridões do colmo (*Fusarium moniliforme* Sheldon; *Giberella zeae* (Schw.) Petch; *Diplodia zeae* (Schw) Lev.) e podridões do colo (*Fusarium culmorum* (W.G. Smith) Sacc.). As plantas bem nutridas com potássio apresentam redução na incidência, severidade e danos causados por insetos e fungos. A



explicação seria que altas concentrações de K nos tecidos favorecem a síntese e o acúmulo de compostos fenólicos, os quais atuam como inibidores de insetos e fungos.

A influência da nutrição potássica sobre a taxa de fotossíntese nas plantas de milho foi demonstrada por Peaslee & Moss (1966, p. 220-3). Esses autores concluíram que o decréscimo na taxa de fotossíntese de folhas de milho deficientes em potássio está associado ao fechamento dos estômatos. Além de aumentar a taxa de assimilação de CO_2 , o potássio ainda melhora a eficiência de utilização de luz pela cultura do milho, relacionando-se este efeito ao aumento da área foliar proporcionado pelo potássio.

Segundo Malavolta et al (1997, p. 319), entre as várias funções que o potássio exerce nas plantas, citam-se melhor eficiência de uso de água, em consequência do controle da abertura e fechamento dos estômatos, maior translocação de carboidratos produzidos nas folhas para os outros órgãos da planta, maior eficiência enzimática e melhoria da qualidade comercial da planta.

O potássio também é requerido para a síntese protéica em plantas. Quando deficientes essas apresentam menor síntese de proteína e acúmulo de compostos nitrogenados solúveis, como aminoácidos, amidas e nitrato (FAQUIN, 1994, p. 227).

2.3- Interação nitrogênio x potássio.

Araújo (1997), estudou o efeito das adubações nitrogenadas e potássica na cultura do milho para altas produtividades, e concluiu que a análise da variância mostrou efeito significativo para as doses de nitrogênio, de potássio e para a interação N x K na produção de grãos.

O adequado aproveitamento dos fertilizantes nitrogenados depende, também, de um eficiente suprimento de potássio às plantas (LOPES & GUILHERME, 1992, p. 64).

Segundo Arnon (1966, p. 339-400), maior conteúdo de nitrogênio aumente o teor de aminoácidos solúveis e o teor de asparagina. Com o aumento no teor de potássio, ocorre o inverso. Deficiência de K leva a distúrbios no metabolismo de nitrogênio. A adubação potássica geralmente aumenta a eficiência da adubação nitrogenada, acentua a quantidade e a qualidade da proteína e, pelo menos parcialmente, neutraliza as consequências de níveis excessivos de N, essa interação também é benéfica no controle de muitas pragas e doenças da cultura do milho.



Num experimento desenvolvido no sudoeste goiano, Paulino e Carneiro (2003) ao estudarem os efeitos do adubo nitrogenado e potássico em cobertura no feijoeiro em plantio direto sobre milho safrinha após soja, analisaram os efeitos da aplicação de 60 kg ha^{-1} de N (sulfato de amônio) e 75 kg ha^{-1} de K (cloreto de potássio). Verificaram que o tratamento que recebeu aplicação de todo o fertilizante nitrogenado e potássico na semeadura proporcionou um aumento considerável na produtividade da cultura, quando comparados aos demais tratamentos.

2.4- Composição química do milho

A utilização do milho na alimentação humana remonta a séculos, constituindo um alimento tradicional da dieta de vários povos. No Brasil, o milho é um dos três cereais mais consumidos, garantindo a sobrevivência de muitas famílias, graças à sua constituição química, obtêm-se dos grãos do milho, verdes ou maduros e diversos derivados. (PAES, 1998).

O milho é especialmente rico em carboidratos (açúcares), essencialmente o amido, o que o caracteriza como alimento energético. Essa fração corresponde, em média, a 72% dos grãos, porém outros importantes nutrientes estão presentes, como os lipídios (ex.: óleo) e as fibras dietéticas, que constituem 4,5 e 2,0% dos grãos, respectivamente. Algumas vitaminas também são encontradas no milho, com destaque para a B1, a B2, além de alguns minerais, principalmente o fósforo e o potássio. Outro nutriente que se destaca como constituinte dos grãos do milho são as proteínas, cujos teores chegam, em média, a 9,5%. A proteína do milho comum é deficiente em dois componentes "essenciais", a lisina e o triptofano, dois dos oito aminoácidos que o organismo humano não consegue produzir. (PAES, 1998).

As sementes de modo geral, contêm grande número de proteínas, entre elas, as proteínas de reserva, albuminas, globulinas, glutelinas e prolaminas, que são separadas de acordo com sua solubilidade. As proporções entre esses tipos de proteína variam de acordo com a espécie vegetal. Assim os cereais normalmente possuem mais glutelinas e prolaminas, e as leguminosas contêm principalmente globulinas e albuminas (FERRI, 1993, p. 313).

A estrutura básica do grão é composta de pericarpo (5-6%), aleurona (2-3%), endosperma (80-85%) e germe (10-12%), que diferem bastante na sua composição química.



O pericarpo se caracteriza por um alto conteúdo de fibras (87%) formada de hemicelulose, celulose e lignina. A camada de aleurona contém proteínas, fibras e vitaminas. O endosperma é constituído de amido (87%), proteína (8%) e lipídios. O germe se caracteriza por um alto conteúdo de lipídios (33%), proteínas (20%) e minerais (FAO, 1993, p. 172).

Depois do amido, as proteínas são os componentes encontrados em maior quantidade no endosperma do milho, estes representam cerca de 10% da massa total dos grãos e são classificadas de acordo com suas solubilidades, em albuminas solúveis em água; globulinas, solúveis em solução de cloreto de sódio; prolaminas, solúveis em etanol 80%; e as glutelinas, solúveis em hidróxido de sódio. (TSAI, 1983, p. 103-38).

Ainda segundo Tsai (1983, p. 103-38), o endosperma do milho contém aproximadamente 70% do total de proteínas do grão, distribuídas em cerca de 3% da fração albumina, 3% de globulina, 60% de prolamina e 34% de glutelina, quando desenvolvido sob altos níveis de nitrogênio.

Schneider (1952, p. 161-169), avaliando a adubação nitrogenada em relação ao peso de diferentes partes do grão de milho, observaram que em solos com alto teor de nitrogênio ocorreu aumento na proporção do germe e redução do endosperma. No germe encontra-se quase todo teor de óleo do milho (80-85%) e no endosperma as reservas da semente.

Valois (1980, p. 280), relata que o potássio desempenha papel importante nos processos fisiológicos, bem como na síntese de proteínas, aminoácidos, na fotossíntese e na transformação de carboidratos.



Tabela 1: Composição química média do grão de milho e seus componentes.

FRAÇÃO	GRÃO (%)	AMIDO (%)	PROTEÍNA (%)	LIPÍDIOS (%)	AÇÚCARES (%)	CINZA (%)
GRÃO INTEIRO		71.5	10.3	4.8	2.0	1.4
ENDOSPERMA	82.3	86.4	9.4	0.8	0.6	0.3
EMBRIÃO	11.5	8.2	18.8	34.5	10.8	10.1
PERICARPO	5.3	7.3	3.7	1.0	0.3	0.8
PONTA	0.8	5.3	9.1	3.8	1.6	1.6

Fonte: TOSELLO (1987)

2.5- Qualidade fisiológica de sementes

Para Popinigis (1975 p.65-80) a qualidade fisiológica da semente, caracterizada pela sua longevidade, germinação e vigor, pode ser alterada por diversos fatores. O poder germinativo das sementes fornece informações úteis para fins de comercialização e densidade da semeadura, porém não prediz o comportamento de um lote em condições de campo. Os testes de vigor avaliam as transformações degenerativas mais sutis não detectadas pelo teste de germinação, propiciando melhor comparação entre o potencial desempenho de diferentes lotes. A qualidade pode ser melhorada através de medidas preventivas de controle de qualidade na produção e no beneficiamento, e mantida através de condições favoráveis de armazenamento.

Os efeitos dos nutrientes na qualidade fisiológica das sementes em muitos trabalhos não são tão pronunciados, as deficiências geralmente se mostram marcantes, de forma que, se nutrições adequadas aumentam significativamente a produção e mantêm a qualidade das sementes em níveis superiores, estas devem ser recomendadas (SÁ, 1994, p. 67).

Nos campos de produção sementes, o uso de fertilizantes é mais comum do que nas lavouras de consumo, isso porque, as condições do solo, no tocante a composição e disponibilidade de nutrientes para as plantas, influem na produção e na qualidade da semente, por afetar a formação do embrião e dos órgãos de reserva, assim como a

composição química (CARVALHO & NAKAGAWA, 2000, p. 588). O emprego de fórmulas equilibradas, contendo, fósforo e potássio, aliado à aplicação de nitrogênio, em dose e tempo certo, estimula a produção de sementes (MARCOS FILHO, 1987, p. 230).

O nitrogênio é um macronutriente primário, essencial para as plantas, por participar da formação de proteínas, aminoácidos e de outros compostos importantes no metabolismo das plantas. Sua ausência bloqueia a síntese de citocinina, hormônio responsável pelo crescimento das plantas, causando redução do seu tamanho e conseqüentemente redução da produção econômica das sementes (MENGEL & KIRKBY, 1982, p. 295-318).

Os efeitos da adubação nitrogenada sobre a qualidade fisiológica de sementes, são uns tanto controversos em diversas culturas. No feijão-comum, Carvalho (1999, p. 118), constatou influência de fontes e formas de aplicação de nitrogênio na qualidade fisiológica das sementes. No entanto, Paulino (1999, p. 55) e Ambrosano et al (1999, p. 393-399) não verificaram diferenças significativas entre as fontes e formas de parcelamento do nitrogênio na qualidade fisiológica das sementes desse feijão. Do mesmo modo, em estudos com sementes de quiabo (ZANIN & MOTA, 1995, p. 167-168) e de cebola (THOMAZELLI, 1992, p. 162-165), não encontraram efeito significativo do nitrogênio na qualidade das sementes.

As respostas do milho ao potássio são caracterizadas, em geral, pela precocidade do aparecimento da inflorescência feminina, uniformidade de maturação dos grãos, resistência do colmo e maior peso dos grãos, citados por Usherwood (1985, p. 489-513).



3- MATERIAL E MÉTODOS

3.1- Material Biológico.

O material biológico utilizado foi o milho, *Zea mays* L., AL-30, uma cultivar comercial da CATI, cujas sementes foram adquiridas junto à Secretaria da Agricultura do estado de São Paulo. A "AL-30" tem nível tecnológico médio, é do tipo variedade, com ciclo semiprecoce, recomendado para plantio no verão e safrinha, pode ser utilizado para produção de grãos e silagem, com grãos de cor alaranjada e textura semidura, altura da planta e de inserção da espiga, 2,35 e 1,35 m, respectivamente.

O experimento foi realizado na Fazenda Experimental de Ensino e Pesquisa localizada no município de Selvíria – MS pertencente à Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Apresenta coordenadas geográficas 51° 22' de longitude Oeste e 20° 22' de latitude Sul, com altitude média de 335 metros. O solo local é do tipo Latossolo Vermelho, epi-eutrófico álico e textura argilosa (EMBRAPA, 1999). A precipitação média anual é de 1.232,2 mm com temperatura média de 24,5° C e a umidade relativa média anual de 64,8% (HERNANDEZ et al, 1995).

Tabela 2: Análise química do solo.

Profundidade m	pH CaCl ₂	MO g/dm ³	P resina mg/dm ³	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	H+Al mmolc.dm ³	SB	CTC	V%
0 – 0,20	4,5	22	12	15	7	2,5	38	24,5	62,5	39

MO = matéria orgânica, SB = soma de bases, CTC = capacidade de troca catiônica e V = saturação de bases.

Utilizou-se na calagem o calcário dolomítico e a quantidade calculada (1,54 t ha⁻¹) visou elevar a saturação por bases da camada 0 – 0,20 m do solo a aproximadamente 60 % (Raij et al, 1997, p.285), sendo incorporado nas operações de preparo do solo.

O experimento no campo foi realizado no ano de 2002, sendo o plantio realizado em dezembro e a colheita em março (2003). Foram utilizadas as sementes da cultivar de milho AL-30 e 9 combinações de N(uréia) e K_2O (KCl) (N0 - K0, N0 - K60, N0 - K90, N90 - K0, N90 - K60, N90 - K90, N135 - K0, N135 - K60, N135 - K90) $kg.ha^{-1}$. Os nove tratamentos, com três repetições (blocos ao acaso) totalizaram 27 parcelas, em um esquema fatorial 3x3. Cada parcela experimental foi constituída de cinco linhas de 5 m com espaçamento entre linhas de 0,80 m. Na semeadura foi utilizada uma adubação de 10 kg de N/ha na forma de uréia e 60 kg de P_2O_5 /ha na forma de superfosfato simples. A adubação nitrogenada e potássica em cobertura foi realizada aos 30 dias após a emergência.

As determinações químicas propostas foram realizadas no Laboratório de Fisiologia Vegetal e Laboratório de Análise e Tecnologia de Sementes, desta unidade universitária.

3.2- O delineamento experimental.

O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso, utilizando as sementes de milho da cultivar AL-30, em função de três doses de nitrogênio (0, 90 e 135 $kg.ha^{-1}$) e três doses de potássio (0, 60 e 90 $kg.ha^{-1}$). Com nove tratamentos e três repetições.

As características avaliadas foram, quantificação de proteínas totais, de frações protéicas, de aminoácidos e de carboidratos (açúcar livre, WSP e amido) e qualidade fisiológica das sementes.

3.3- Extração de proteínas de reserva.

As proteínas de reserva, tais como albumina, globulina, prolamina e glutelina foram extraídas de acordo com a sua solubilidade pelo método descrito por Sturgis (1952), modificado de acordo com o trabalho de Garcia-Agustin e Primo-Millo (1989).

3.4- Extração de proteína, aminoácidos e carboidratos.

Para a extração de proteína e aminoácido foi utilizado o método descrito por Bielski e Turner (1966). A extração foi realizada tomando-se a semente da cultivar AL-30 e MCW (metanol, clorofórmio e água, na proporção de (12: 5: 3), na proporção 1:10 (w:v), seguindo o esquema da Figura 1).



3.4.1- Aminoácidos e açúcares livres

A semente de milho foi seca, moída e a farinha obtida, pesada e colocada em MCW e homogeneizado imediatamente, deixado em repouso por 24 horas e centrifugado a 2000rpm por 10 minutos (figura 1). O sobrenadante (S1) e o resíduo (R1) foram reservados separadamente. Para cada 4 volumes do sobrenadante foram adicionados, um volume de clorofórmio e 1,5 volume de água destilada. A mistura foi centrifugada e a fase orgânica foi descartada; e a fase aquosa (E1) foi usada para a determinação do teor de aminoácidos e açúcares livres (Figura 1).

3.4.2- Proteína

O resíduo (R1) foi utilizado para a extração de proteína. Para a extração, acrescentaram-se 4 mL de NaOH a 0,1N, homogeneizado e centrifugado a 2000 rpm por 10 minutos. O procedimento de extração foi repetido por mais duas vezes. O sobrenadante (S2) foi reservado para dosagem de proteína e o resíduo (R2) reservado para extração de WSP e amido.

3.4.3- Polissacarídeos solúveis em água (WSP)

O resíduo (R2) foi extraído com 4mL de ácido tricloroacético (TCA) a 10% (W: V) e centrifugado a 2000 rpm por 10 minutos (Figura 1). O processo foi repetido por duas vezes. O sobrenadante (S3) obtido foi utilizado para dosagem de polissacarídeos solúveis em água (WSP) e o resíduo (R3) reservado para extração de amido.

3.4.4- Amido

O resíduo (R3) foi extraído com 4mL de ácido perclórico (PCA) a 30% (W: V), centrifugado a 2000 rpm por 10 minutos (Figura 1). O processo de extração foi realizado por três vezes. O sobrenadante (S4) foi utilizado para determinação de amido e o resíduo (R4) foi descartado.



3.5- Quantificação de proteína

Para a determinação de proteína solúvel, utilizou-se o método descrito por Bradford (1976). À alíquota de 0,1 mL do extrato obtido, S2, foram acrescentados 5 mL do reagente de Bradford e mantido em repouso, por dois minutos, tempo necessário para se completar a reação. Depois de completada a reação e antes de 1 hora, foi realizado a leitura em espectrofotômetro a 595 nm. O reagente foi preparado a partir de 50 mg de Coomassie Blue Brilliant G 250 foram dissolvidos em 50 mL de etanol 95% (P:V), acrescentados 100 mL de ácido ortofosfórico 85% (P:V) e o volume completado até 1000 mL com água destilada. O reagente foi mantido em frasco escuro à temperatura ambiente. O padrão utilizado foi albumina-soro-bovina, na faixa de 0 a 100 µg/ml de proteína.

3.6- Quantificação de Proteína de Reserva

Os extratos de cada fração protéica obtida foram utilizados para a determinação quantitativa, pelo método descrito por Bradford (1976).

3.7- Análise Quantitativa de Aminoácidos

O método de Yemm & Cocking (1955), foi utilizado na determinação de aminoácidos presentes na farinha da semente de milho. A um mL da fração aquosa, obtida como E1, acrescentou-se 500 µL de tampão citrato + 200 µL solução ninhidrina 5% em metil Glicol + um mL de solução KCN 0.0002 M. Foi aquecido em banho-maria a 100° C por 15 minutos e, depois de resfriado por 10 minutos em água corrente, acrescentou-se um mL de álcool etílico 60%, seguindo leitura em espectrofotômetro a 570 nm.

3.8- Análise Quantitativa de Carboidratos

Os açúcares livres, o WSP e o amido foram quantificados pelo método fenol-sulfúrico, descrito por Dubois (1956). A um mL dos extratos obtidos como E1, S3 e S4, adicionaram-se 1mL de solução aquosa de fenol a 5% (W: V) e 5mL de ácido sulfúrico concentrado. A mistura foi agitada e mantida por 15 minutos para completar a reação e resfriar. Após o resfriamento dos tubos, foi feita a leitura da absorbância em



espectrofotômetro a 490 nm. O padrão utilizado foi dextrose para obtenção da curva padrão, na faixa de concentração entre 0 e 100 μg por mililitro de solução

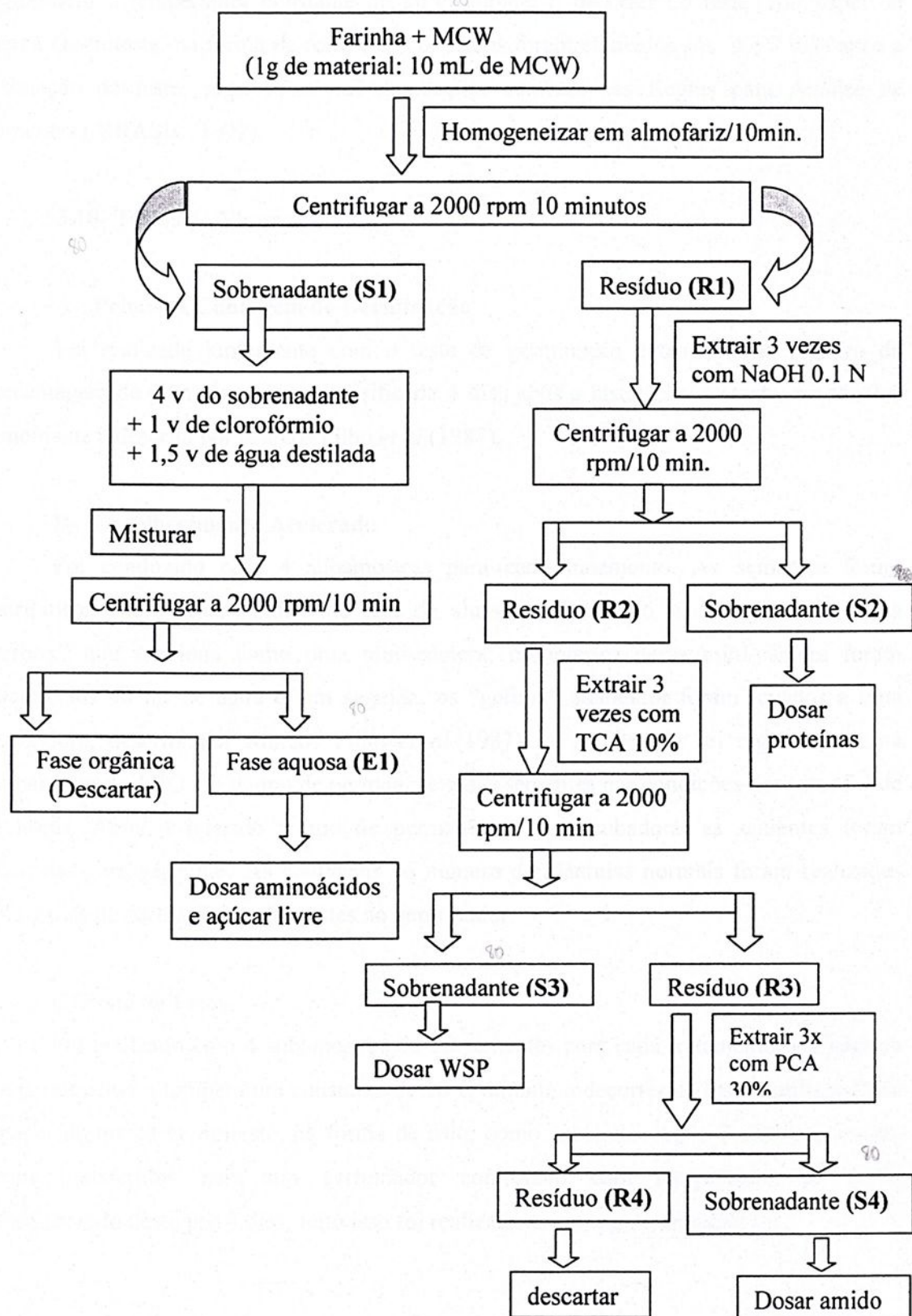


Figura 1- Esquema do procedimento para a extração de proteínas, aminoácidos e carboidrato.

V= volume.

min= minutos.

3.9- Teste de Germinação

Foi realizado com 4 subamostras de 50 sementes para cada tratamento, em germinador a temperatura constante de 30°C durante o decorrer do teste, sob papel de marca Germiteste, na forma de rolo, e as contagens foram efetuadas aos 4 e 7 dias após a instalação do teste, segundo as recomendações contidas nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1992).

3.10- Testes de Vigor

A- Primeira Contagem de Germinação

Foi realizada juntamente com o teste de germinação e constou do registro da porcentagem de plântulas normais verificada 4 dias após a instalação do teste, em técnica semelhante à descrita por Marcos Filho *et al.*(1987).

B- Envelhecimento Acelerado

Foi conduzido com 4 subamostras para cada tratamento. As sementes foram distribuídas sobre uma bandeja de tela de alumínio fixada no interior de uma caixa “gerbox” que funciona como uma mini-câmera; no interior dessa mini-câmera foram adicionados 40 ml de água e, em seguida, os “gerbox” adaptador foram levados a uma incubadora, descrita por Marcos Filho *et al.*(1987). A incubadora foi regulada a uma temperatura de 42°C e o tempo de permanência das sementes nas condições descritas foi de 72 horas. Após o referido tempo de permanência na incubadora, as sementes foram colocadas para germinar. As contagens do número de plântulas normais foram realizadas após 4 dias de permanência dos testes no germinador.

C-Teste de Frio

Foi realizado com 4 subamostras de 50 sementes para cada tratamento, em câmara fria para manter a temperatura constante de 10°C durante o decorrer do teste ; utilizando-se o papel de marca Germiteste, na forma de rolo, como substrato. Após 7 dias esses rolos foram transferidos para um germinador controlado com temperatura de 30°C, permanecendo neste por 4 dias, feito isso foi realizada as contagens de plântulas.



D- Teste de Condutividade Elétrica

Foi conduzido, conforme metodologia descrita por Marcos Filho *et al* (1987), com 4 amostras de 25 sementes para cada tratamento. Cada amostra foi pesada em balança analítica e colocada no interior de copos plásticos (diâmetro da base de 6,0 – 7,0 cm). Adicionou-se, em seguida 75mL de água destilada em cada copo e as sementes imersas foram levadas para um germinador a 20°C constantes, onde permaneceram por 24 horas. Após este período, cada amostra foi agitada suavemente e a condutividade da solução avaliada em um condutivímetro Digimed CD – 20; calculou-se a seguir, a condutividade de cada amostra em $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 25°C.



4- RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 3, observam-se os valores de F para o conteúdo de reservas das sementes de milho. Verificou-se que ao se comparar os valores obtidos em nível de 5%, o valor de F foi significativo para todas as fontes de variação e variáveis analisadas, observando-se interação entre K e N, mostrando que a resposta a uma determinada dose de um nutriente, foi dependente da dose do outro nutriente utilizado.

Tabela 3: Valores de F referentes ao conteúdo de reservas nas sementes de milho da cultivar AL-30.

Causa da variação	Valor de F				
	Proteína solúvel	Aminoácido livre	Amido	WSP	Açúcar livre
K	23,42*	23,42*	225,56*	84,49*	24,77*
N	12,90*	12,90*	53,23*	8,30*	17,32*
KxN	90,54*	14,16*	20,84*	16,27*	28,63*
CV%	5,31	5,31	2,77	5,67	8,37

* significativo em nível de 5% de probabilidade de acordo com o teste de F

Na Tabela 4 pode-se observar a quantidade de proteína referente às frações protéicas nas sementes de milho, nota-se que quando a dose de K foi zero, a fração albumina foi superior às demais frações analisadas, seguidas das frações globulina e glutelina.

Quando aplicada a dose de 60 kg.ha⁻¹ de potássio, a fração que apresentou maior valor foi a globulina, enquanto que as frações albumina e glutelina apresentaram valores mais baixos. Já quando a dose de potássio foi de 90 kg.ha⁻¹, a fração globulina foi a que apresentou maior valor, porém estatisticamente semelhante à fração glutelina., enquanto que a fração albumina, apresentou valor menor.

A fração prolamina foi a que apresentou menor valor em todas as doses de potássio aplicadas (zero, 60 e 90 kg.ha⁻¹).

Tabela 4: Médias referentes às frações protéicas nas sementes de milho da cultivar AL-30 em função de doses de potássio.

Fração (mg/g)	Dose de Potássio (kg/ha)			Regressão
	0	60	90	
Albumina	1,82 a	1,37 b	1,31 b	RL 0,9462
Globulina	1,49 b	1,64 a	1,55 a	NS
Glutelina	1,30 b	1,35 b	1,41 ab	NS
Prolamina	0,24 c	0,23 c	0,26 c	NS
D.M.S. 5%: 0,21				

Nota: Médias seguidas de diferentes letras minúsculas diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Na Tabela 5, observa-se que na dose zero de nitrogênio a fração globulina apresentou maior valor em relação às demais frações, apresentando redução no teor à medida que se aumenta a dose de nitrogênio, enquanto que a fração albumina aumentou nas doses de nitrogênio de 90 kg.ha⁻¹ e 135 kg.ha⁻¹, porém estatisticamente igual à fração globulina, esta por sua vez não diferiu da fração glutelina. Mesmo o teor de prolamina sendo baixo, com o aumento das doses de nitrogênio esta fração apresentou incremento.

Tabela 5: Médias referentes às frações protéicas nas sementes de milho da cultivar AL-30 em função de doses de nitrogênio.

Fração (mg/g)	Dose de nitrogênio (kg/ha)			Regressão
	0	90	135	
Albumina	1,34 b	1,62 a	1,52 a	RL
Globulina	1,68 a	1,58 ab	1,41 a	RL 0,8864
Glutelina	1,28 b	1,34 b	1,40 a	NS
Prolamina	0,19 c	0,23 c	0,31 b	NS
D.M.S 5%: 0,21				

Nota: Médias seguidas de diferentes letras minúsculas diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Na Tabela 6, observa-se o valor de F para os testes de vigor nas sementes de milho. Ao se comparar os valores obtidos em nível de 5%, observou-se que no teste de envelhecimento acelerado, o valor de F para nitrogênio não foi significativo, o mesmo ocorreu nos testes de germinação padrão e condutividade. No primeiro, o valor de F não foi

significativo para as doses de nitrogênio e potássio, no segundo, as diferenças não foram significativas para as doses de nitrogênio. Porém a interação entre K e N foram significativas em todas as variáveis analisadas, mostrando que a resposta foi interdependente.

Tabela 6: Valores de F referentes aos testes de vigor nas sementes de milho da cultivar AL-30.

Causa da variação	Teste de envelhecimento acelerado	Valor de F Teste de frio	1ª contagem de germinação	Germinação padrão	Condutividade elétrica
K	47,12*	20,25*	3,42*	1,35 ^{ns}	3,66*
N	1,83 ^{ns}	6,18*	6,17*	1,92 ^{ns}	1,92 ^{ns}
KxN	14,16*	11,29*	11,56*	4,65*	3,85*
CV%	6,16	4,66	3,51	4,71	14,43

^{ns} não significativo

* significativo em nível de 5% de probabilidade de acordo com o teste de F

A Figura 2A mostra que ao se variar as doses de nitrogênio, o teor de proteína nas sementes de milho decresce com o aumento das doses de nitrogênio, nas doses: zero e 60 kg.ha⁻¹ de potássio, apresentando valor mínimo quando a dose de nitrogênio é 135 kg.ha⁻¹, já na dose de 90 kg.ha⁻¹ de potássio, o teor de proteína aumenta com o aumento de da dose de nitrogênio, atingindo valor máximo quando a dose de nitrogênio é 135 kg.ha⁻¹. Conforme Melgar et al (1991), o nitrogênio é o nutriente que está intimamente ligado à produção de proteínas. Ohm (1976) em aveia e Bulman & Smith (1993), em cevada, constataram aumento na concentração de proteína com o incremento nas doses de adubação nitrogenada, sugerindo que maiores teores de proteína podem ser alcançados com o aumento de doses de nitrogênio na adubação. E conforme Kelling & Fixen (1992), quando a necessidade de N para o crescimento da planta e a produção de grãos é satisfeita, o N adicional é usado para aumentar a concentração de proteína no grão.

Na Figura 2B nota-se que ao se variar as doses de potássio, ocorre aumento do conteúdo de proteína, destacando-se a resposta na dose 135 kg.ha⁻¹ de nitrogênio, com valor máximo de proteína na dose 90 kg.ha⁻¹ de potássio. Para a dose 90 kg.ha⁻¹ de nitrogênio o conteúdo de proteína também aumentou com o aumento da dose de potássio, porém esse

aumento foi menor em relação à dose de 135 kg.ha⁻¹ de nitrogênio. Porém quando não ocorre adição de nitrogênio em cobertura (N=0), o teor de proteína nas sementes decresceu com o aumento de doses de potássio, mostrando então que nitrogênio e potássio são dependentes para que promova aumento no teor de proteína nas sementes. Mengel & Kirkby (1982), relataram que o potássio está envolvido na síntese de proteínas, então plantas com baixos teores de potássio apresentam redução na síntese protéica. Percebe-se então que a melhor dose utilizada neste experimento, e que ocorreu aumento no teor de proteína nas sementes de milho da cultivar AL-30 foi K90 e N135 kg.ha⁻¹.

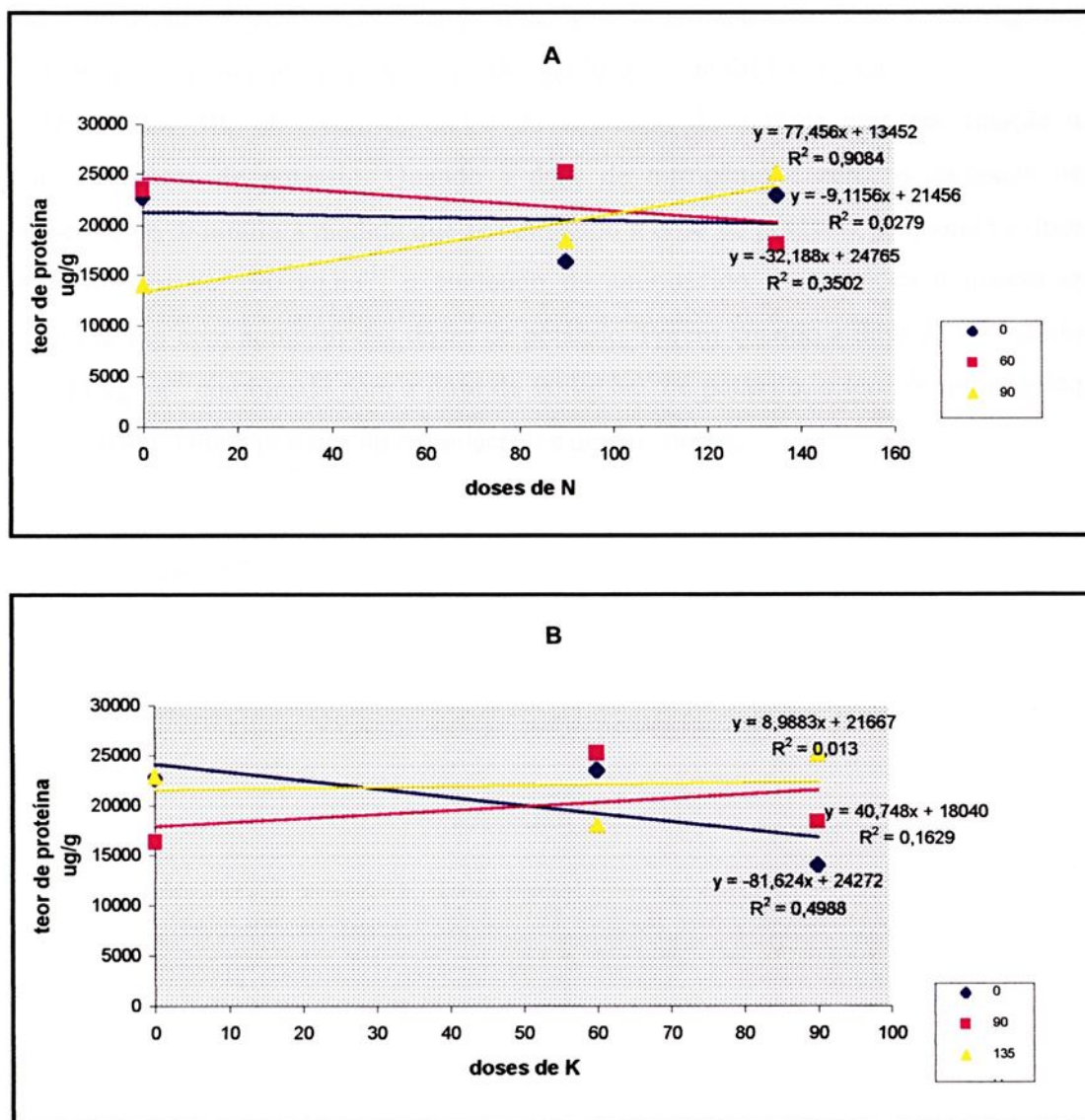


Figura 2: Teor de proteína em sementes de milho da cultivar AL-30, em função de doses de nitrogênio (A) e potássio (B). Selvíria-MS, março de 2003.

Para teor de aminoácido livre nas sementes, quando se variou as doses de nitrogênio (Figura 3A), observou-se que na dose zero de potássio o teor de aminoácido livre decresceu à medida que se aumentou a dose de nitrogênio, já na dose 60 kg.ha^{-1} de potássio o teor de aminoácido livre se manteve constante à medida que se aumentou a dose de nitrogênio. Segundo BULL (1994), o nitrogênio está ligado ao aumento do teor de proteína, mas diminui os teores de aminoácidos essenciais, porém quando a dose de potássio é 90 kg.ha^{-1} o teor de aminoácido livre aumentou à medida que se aumentou a dose de nitrogênio, obtendo melhor resposta quando a dose de nitrogênio aplicada foi 135 kg.ha^{-1} .

Na Figura 3B, observam-se dados de conteúdo de aminoácidos em relação à variação das doses de potássio. Quando a dose de nitrogênio é zero, o conteúdo de aminoácido livre diminuiu à medida que se aumentou a dose de potássio, já quando a dose de nitrogênio foi de 90 kg.ha^{-1} , o conteúdo de aminoácido livre tendeu a manter-se constante mesmo com aumento das doses de potássio. Porém quando a dose de nitrogênio foi de 135 kg.ha^{-1} combinada com a dose de 90 kg.ha^{-1} de potássio, o teor de aminoácido livre teve um aumento significativo em relação às demais doses.

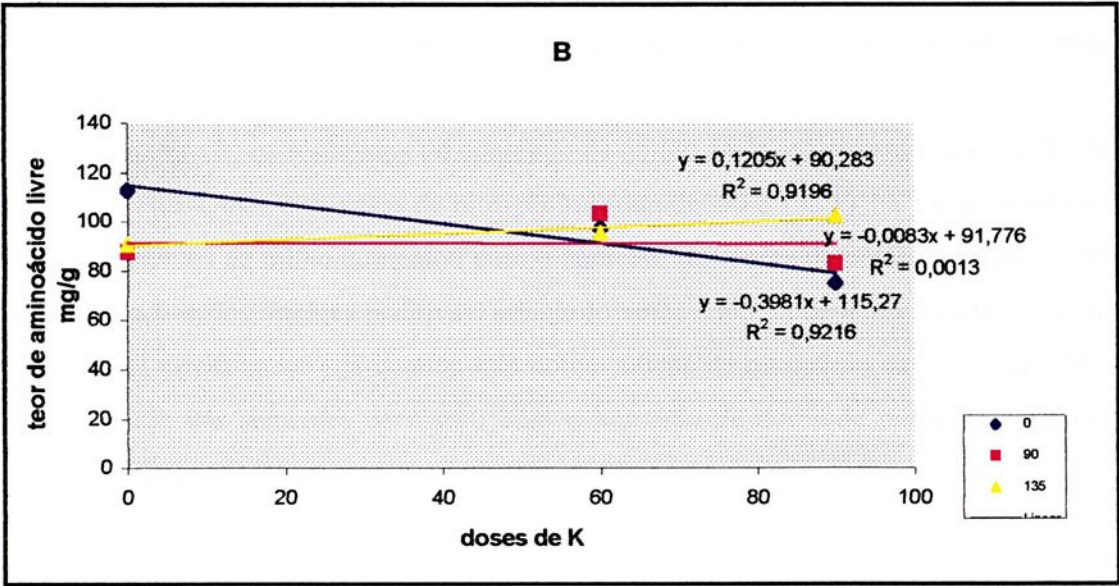
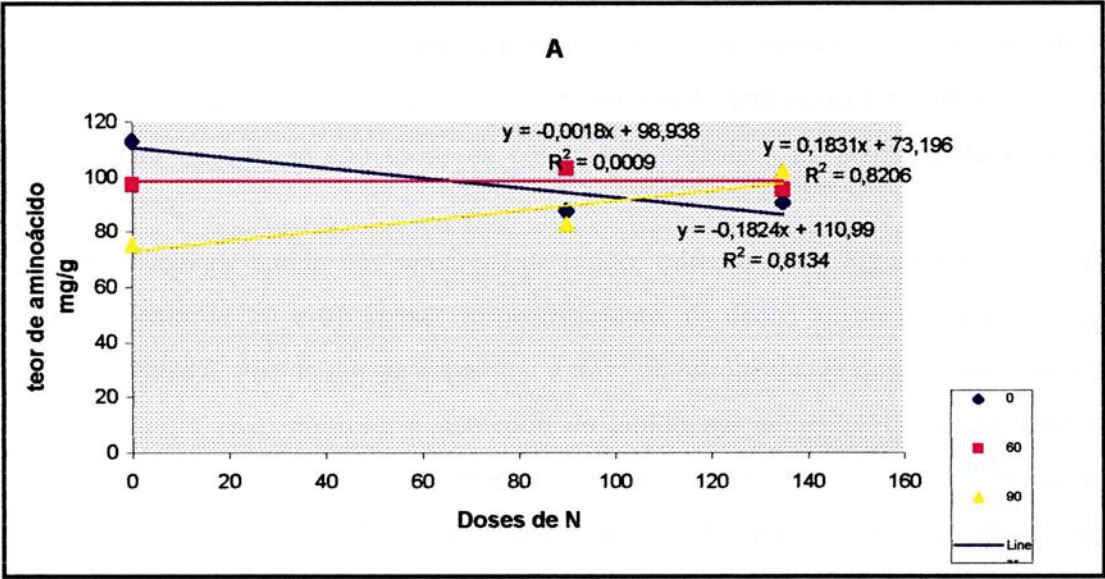


Figura 3: Teor de aminoácido livre em sementes de milho da cultivar AL-30 em função de doses de nitrogênio (A) e potássio (B). Selvíria-MS, março de 2003.

Os carboidratos, além de constituírem a forma mais comum de reserva nutritiva (amido) e de energia, ainda formam o tecido de sustentação (celulose) e cedem esqueletos carbônicos para muitos, se não todos os compostos orgânicos da planta (LIBERAL & COELHO, 1980).

Para o teor de amido nas sementes de milho, observa-se na Figura 4A, que nas doses de potássio de 60 e 90 kg.ha⁻¹ respectivamente, os dados ajustaram-se a funções lineares crescentes à medida que se aumentou a dose de nitrogênio. Já quando não ocorreu adição de potássio (K0) no solo, o conteúdo de amido nas sementes decresceu com o aumento de doses de nitrogênio. Kelling & Fixen (1992) relatam que, em cereais, as sínteses de proteína e de amido competem por fotossintetizados durante o período de enchimento de grãos e quando a necessidade de N para o rendimento é satisfeita, o N é usado para aumentar a concentração de proteína. Desta forma, em carência de N, os fotossintetizados que seriam convertidos em proteínas são usados na síntese de carboidratos como o amido.

Na Figura 4B, os resultados do conteúdo de amido estão relacionados à variação de doses de potássio. Quando as doses de nitrogênio foram de 90 e 135 kg.ha⁻¹, o conteúdo de amido nas sementes de milho aumentou com o aumento das doses de potássio, cujos dados ajustaram-se a funções lineares positivas, atingindo valor máxima de amido quando a dose de potássio foi de 90 kg.ha⁻¹, já quando não houve adição de nitrogênio em cobertura, N0, o teor de amido nas sementes decresceu com o aumento de doses de potássio. Segundo Malavolta (1997), a enzima crucial para síntese de amido é a sintetase ou sintase que é ativada pelo K⁺.



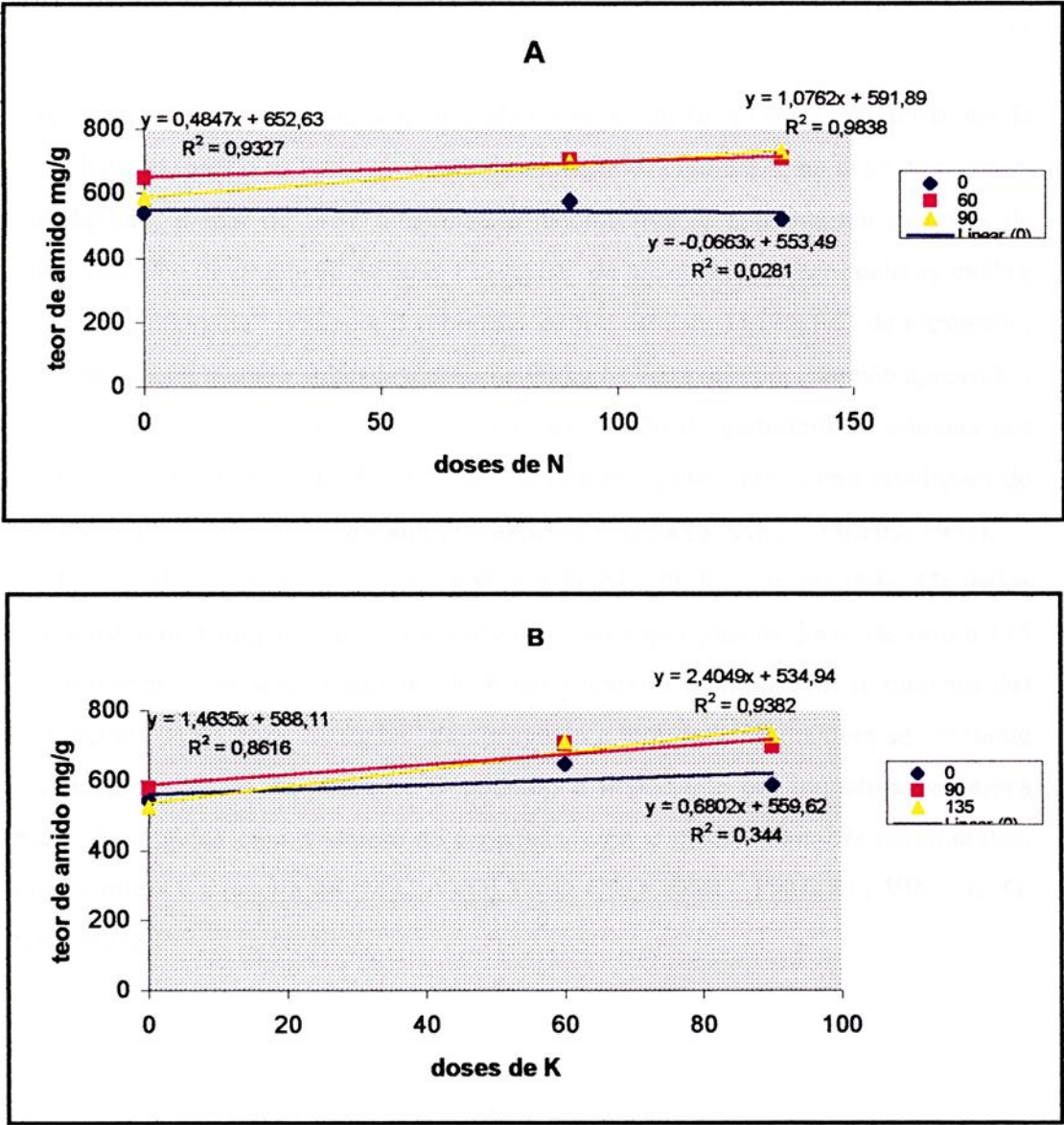


Figura 4: Teor de amido em sementes de milho da cultivar AL-30 em função de doses de nitrogênio (A) e potássio (B), para a cultivar de milho AL-30. Selvíria-MS, março de 2003.

Ao se analisar conteúdo de polissacarídeo solúvel em água (WSP) nas sementes de milho, verificou-se que ao se variar as doses de nitrogênio, Figura 5A, na dose de potássio zero e 60 kg.ha^{-1} , o teor de WSP aumentou à medida que se aumentaram as doses de nitrogênio, com pico de produção na dose 135 kg.ha^{-1} de nitrogênio. Observando-se melhor valor na dose de 60 kg.ha^{-1} potássio, combinada com a dose de 135 kg.ha^{-1} de nitrogênio. Observa-se ainda que quando aplicada a dose de 90 kg.ha^{-1} de potássio, este não apresentou efeito no conteúdo de WSP. A produção e a concentração de carboidratos solúveis nos tecidos e órgãos das plantas são dependentes de muitos fatores, tais como condições do ambiente, nutrição das plantas e o estágio fenológico da planta (SOARES FILHO, 1991).

A Figura 5B apresenta dados de WSP em função da dose de potássio. Os dados obtidos se ajustaram a funções lineares negativas quando aplicadas às doses de zero e 135 kg.ha^{-1} de nitrogênio, ou seja, o teor de WSP nas sementes diminui com o aumento das doses de potássio. Já na dose 90 kg.ha^{-1} de nitrogênio o teor de WSP mantém-se constante com o aumento de doses de potássio. O potássio é importante em inúmeros processos bioquímicos envolvidos com a síntese de proteínas, com o metabolismo de carboidratos, como a fotossíntese e a respiração (MALAVOLTA & CROCOMO, 1992, BLEVINS, D. G. 1994, p.259-283).

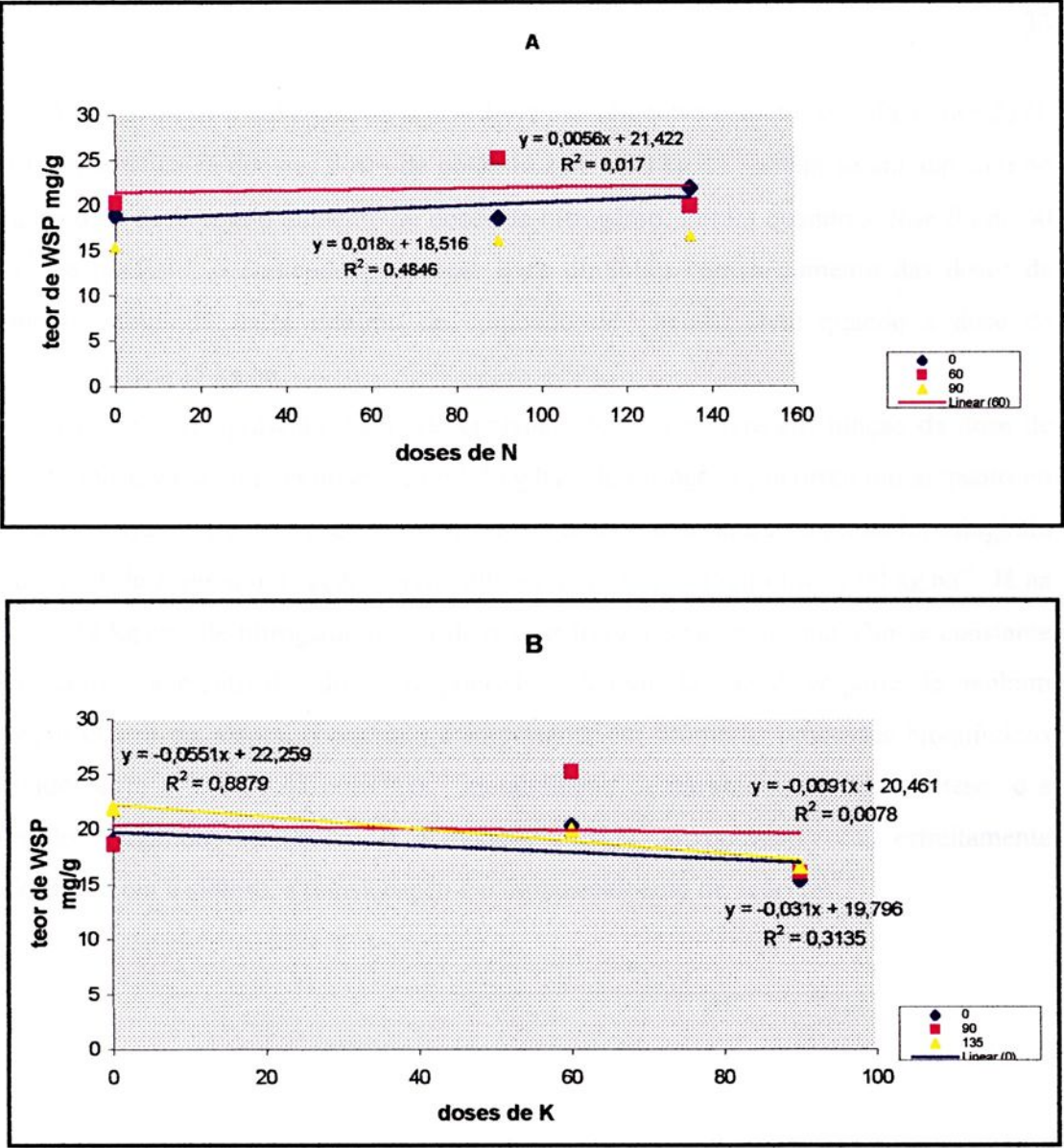


Figura 5: Teor de WSP (polissacarídeo solúvel em água) em sementes de milho da cultivar AL-30 em função de doses de nitrogênio (A) e potássio (B). Selvíria-MS, março de 2003.

Ao se analisar o conteúdo de açúcar livre nas sementes quando se varia a dose de N, Figura 6A, verifica-se que nas doses de potássio zero e 90 kg.ha^{-1} obtêm-se um aumento do teor de açúcar livre com o aumento de doses de nitrogênio. Porém quando a dose foi de 60 kg.ha^{-1} de potássio, o conteúdo de açúcar livre diminuiu com o aumento das doses de nitrogênio, atingindo valor mínimo de conteúdo de açúcar livre quando a dose de nitrogênio foi de 135 kg.ha^{-1} .

A Figura 6B apresenta dados de conteúdo de açúcar livre em função da dose de potássio. Observa-se que na dose zero e 90 kg.ha^{-1} de nitrogênio, ocorreu um aumento no conteúdo de açúcar livre nas sementes, com o aumento das doses de potássio, atingindo melhor valor de conteúdo de açúcar livre quando a dose de potássio foi de 90 kg.ha^{-1} . Já na dose de 135 kg.ha^{-1} de nitrogênio o teor de açúcar livre nas sementes mantêm-se constante mesmo com o aumento das doses de potássio. Apesar de não fazer parte de nenhum composto dentro da planta, o potássio é importante em inúmeros processos bioquímicos envolvidos com a síntese de proteínas, metabolismo de carboidratos, fotossíntese e a respiração. Segundo Malavolta & Crocomo (1982), o potássio está estreitamente relacionado, com a síntese, a translocação e o armazenamento de açúcares.



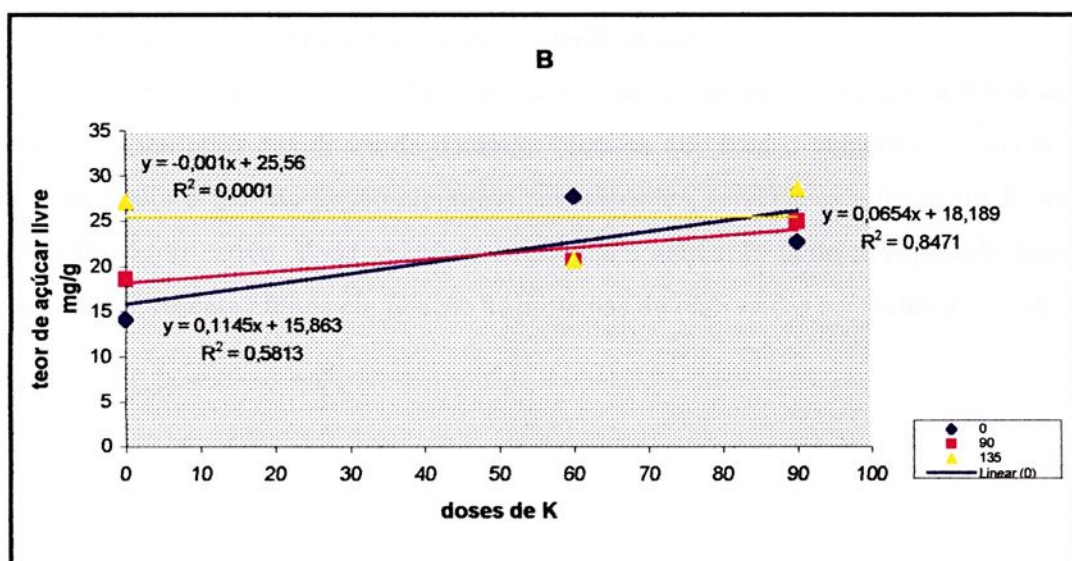
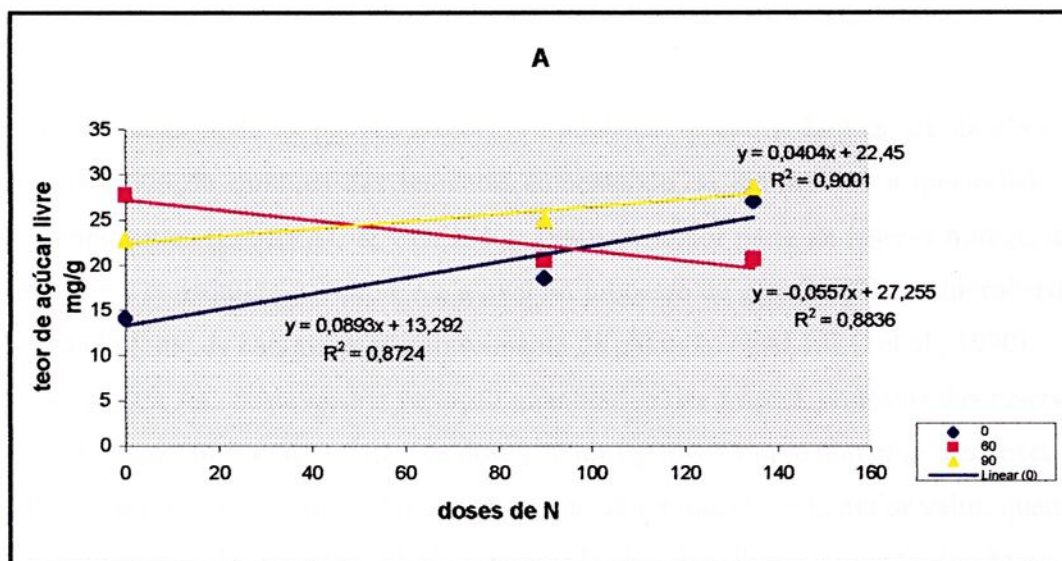


Figura 6: Teor de açúcar livre em sementes de milho da cultivar AL-30 em função de doses de nitrogênio (A) e potássio (B). Selvíria-MS, março de 2003.

O ambiente onde as plantas crescem, a adubação e outros fatores são capazes de alterar a constituição química das sementes aumentando ou diminuindo a quantidade de certos componentes (LIBERAL & COELHO, 1980). A maior parte da reserva nitrogenada das sementes é constituída por proteína, a qual no processo de germinação são hidrolisadas representando fonte de energia para o crescimento da plântula. (VALLILO et al., 1990).

Na Figura 7A, observa-se a variação quantitativa das frações protéicas das reservas das sementes, em função da variação de doses de nitrogênio. Com o aumento das doses de nitrogênio observou-se o aumento do teor da fração albumina, obtendo maior valor, quando a dose de nitrogênio foi de 135 kg.ha^{-1} , e para a fração globulina o aumento das doses de nitrogênio reduziu seu teor nas sementes. Para as frações glutelina e prolamina os resultados obtidos não foram estatisticamente, significativos.

Ao se analisar a Figura 7B, observa-se conteúdo de proteínas de reserva fracionada, em função da variação das doses de potássio. Nota-se que com o aumento das doses de potássio diminuiu o teor da fração albumina nas sementes, sendo essa a única fração cujo resultado foi significativo. Pode-se inferir então que a adubação tanto nitrogenada quanto potássica não apresenta efeitos em relação às proteínas de reserva das sementes de milho.



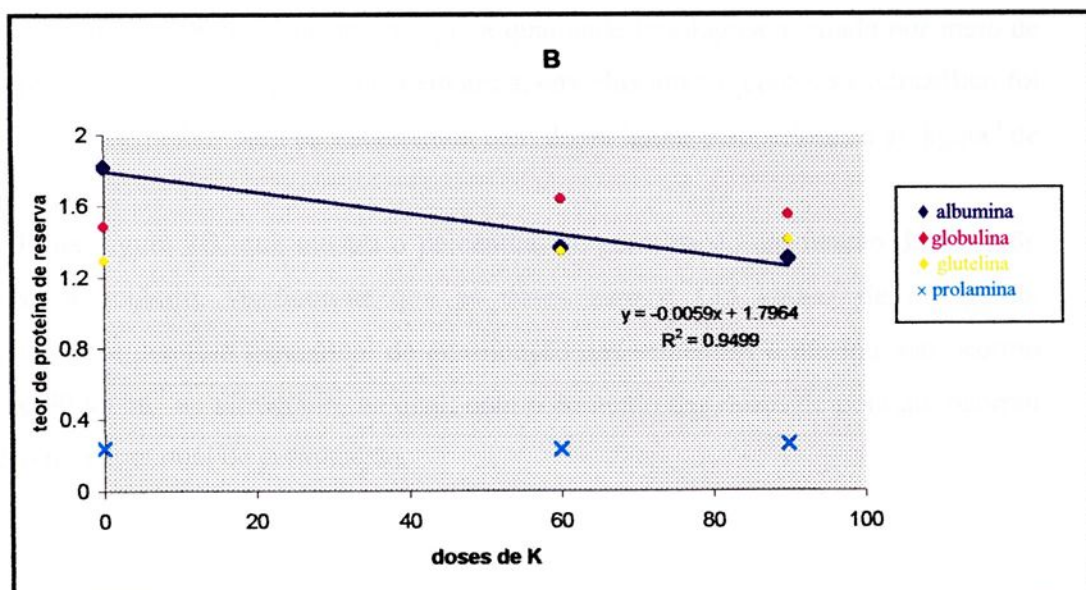
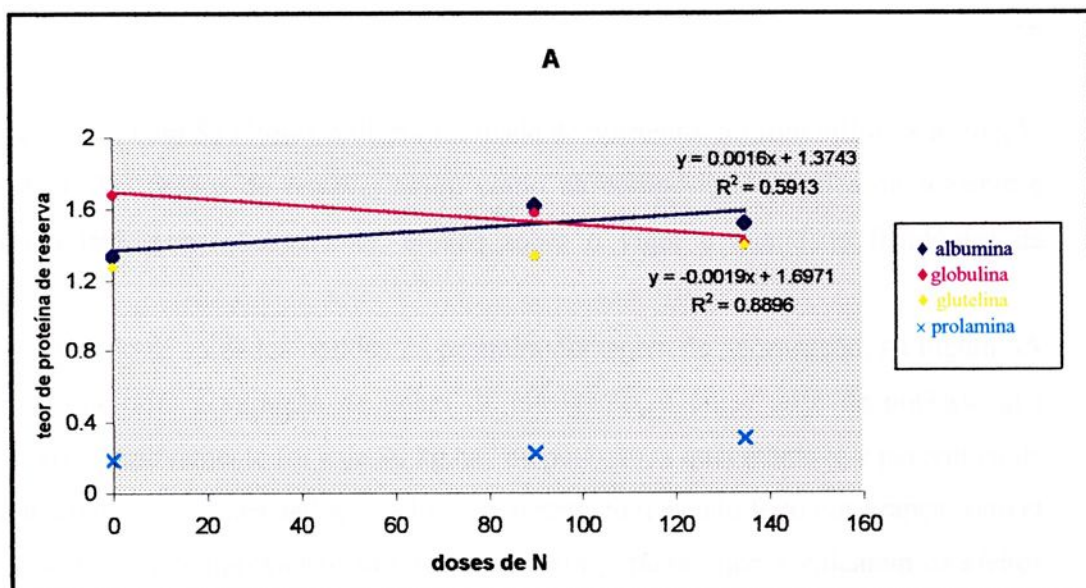


Figura 7: Teor de proteína de reserva em sementes de milho da cultivar AL-30 em função de doses de nitrogênio (A) e potássio (B). Selvíria-MS, março de 2003.

De acordo com Sá (1994), a disponibilidade de nutrientes no solo influi na formação do embrião e dos órgãos de reserva, assim como na composição química da semente e dessa forma terá, conseqüentemente, efeitos sobre o vigor e qualidade fisiológica da semente.

Analisando-se os dados obtidos na primeira contagem de germinação, na Figura 8A verificou-se que com a variação de doses de nitrogênio, a única dose de potássio que respondeu significativamente foi a de 90 kg.ha^{-1} de potássio, a qual manteve o percentual de germinação constante. Esses dados obtidos concordam com estudo feito por França Neto et al. (1985), em solos comprovadamente deficientes em potássio, que verificaram os efeitos de doses zero, 40, 80, 120 e 200 kg.ha^{-1} de potássio, sobre a qualidade física, fisiológica e sanitária de sementes de soja, mostrando que a qualidade fisiológica avaliada por meio de testes de germinação padrão, emergência em areia, envelhecimento precoce e tetrazólico foi significativamente melhor para os tratamentos com doses iguais e superiores a 80 kg.ha^{-1} de potássio.

Já na Figura 8B, que mostra o percentual de germinação em função da variação das doses de potássio, verificou-se que as doses zero e 135 kg.ha^{-1} de nitrogênio, aumentaram linearmente o percentual de germinação das sementes, o mesmo não ocorreu na dose de 90 kg.ha^{-1} de nitrogênio, na qual, com o aumento das doses de potássio ocorreu diminuição no percentual de germinação.

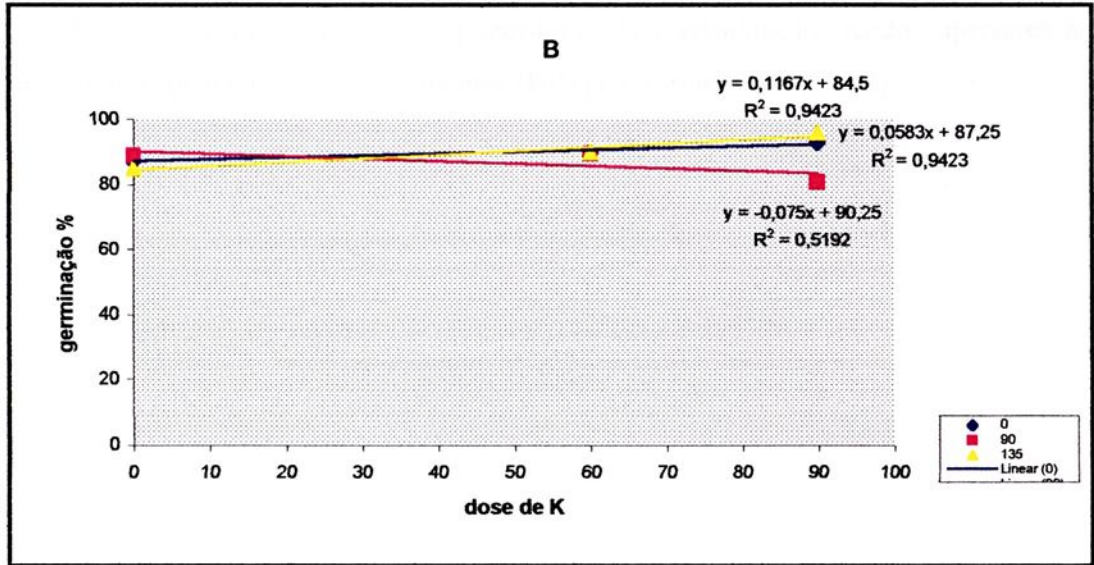
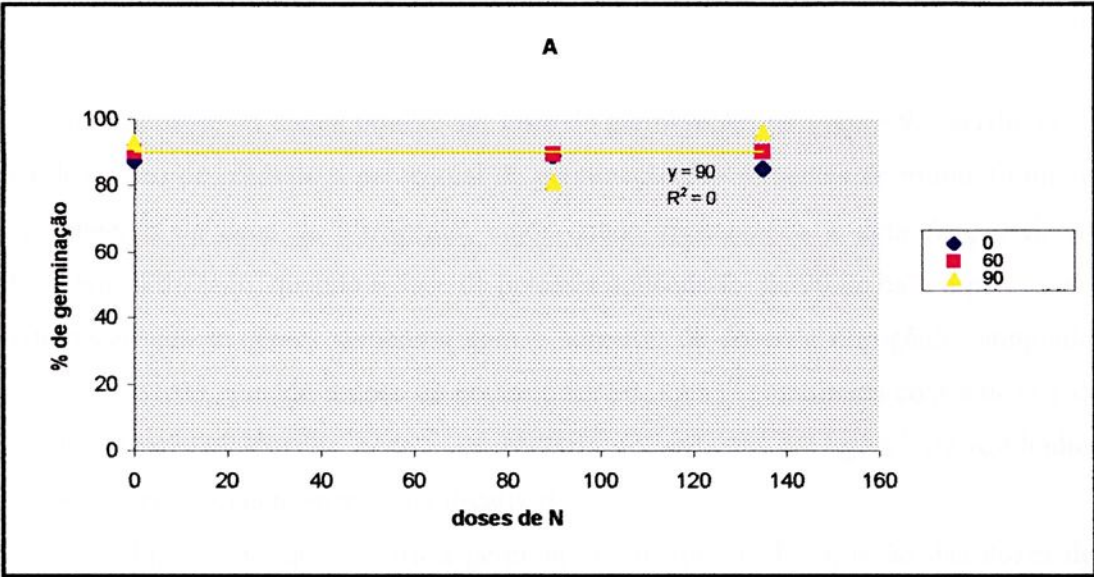


Figura 8: Efeito da germinação em sementes de milho da cultivar AL-30 em função de doses de nitrogênio (A) e potássio (B). Selvíria-MS, março de 2003.

Analisando-se os dados obtidos no teste de germinação, na Figura 9A verificou-se que na dose zero de potássio o percentual de germinação das sementes de milho diminuiu com o aumento da dose de nitrogênio, cujos dados ajustaram-se a uma função linear negativa, por outro lado, quando a dose de potássio aplicada foi de 90 kg.ha^{-1} , o percentual de germinação das sementes aumentou com o aumento de dose de nitrogênio, atingindo máxima germinação, quando a dose de potássio foi 90 kg.ha^{-1} combinada com a dose 135 kg.ha^{-1} de nitrogênio. Quando a dose de potássio aplicada foi 60 kg.ha^{-1} , os resultados obtidos não foram estatisticamente significativos.

Já na Figura 9B, que mostra a germinação em função da variação das doses de potássio, na qual verificou-se que a única dose de nitrogênio, das utilizadas, que respondeu significativamente foi a de 135 kg.ha^{-1} , cujos dados se ajustaram a uma função linear positiva. De modo geral as sementes apresentaram boa germinação, sendo superiores ao mínimo exigidos pelos padrões das sementes (80%) conforme Brasil (1992).



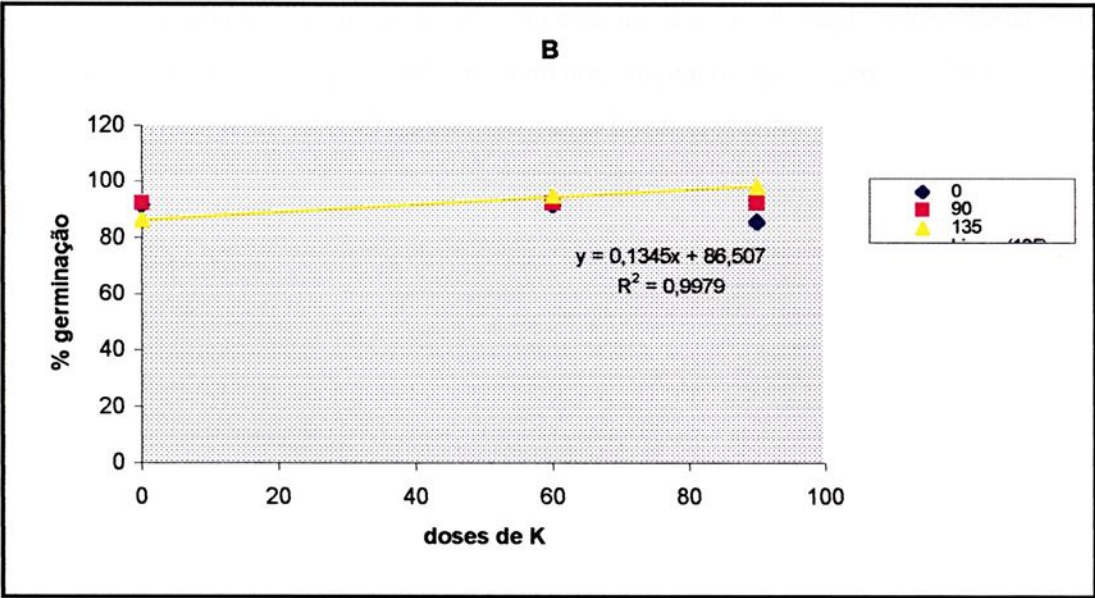
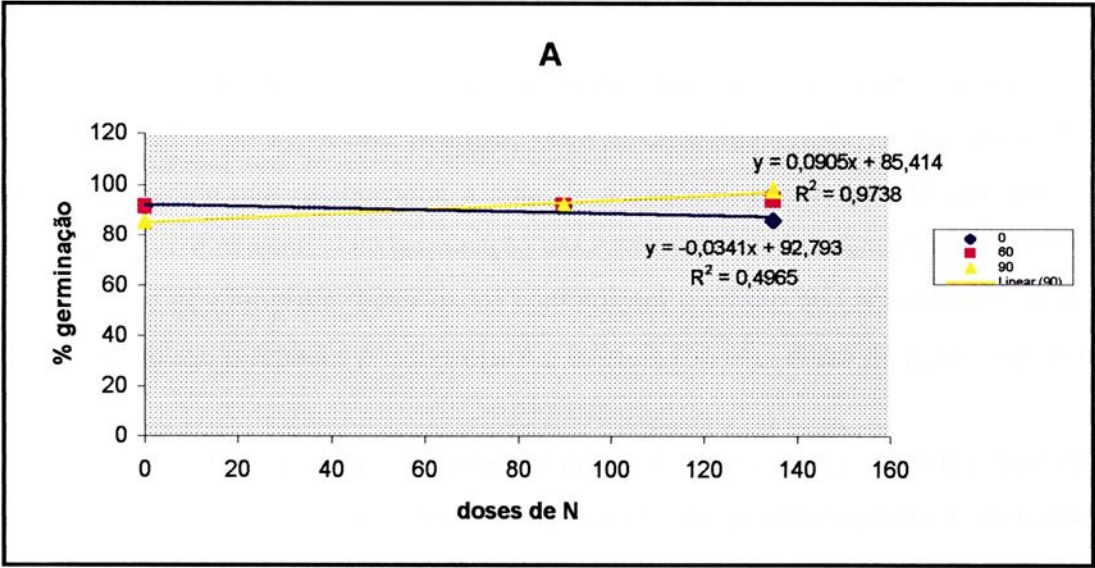


Figura 9: Efeito da germinação em sementes de milho da cultivar AL-30 em função de doses de nitrogênio (A) e potássio (B). Selvíria-MS, março de 2003.

No teste de frio, com a variação das doses de nitrogênio (Figura 10A), observa-se que nas doses 60 e 90 kg.ha⁻¹ de potássio, ocorreu uma diminuição no percentual de germinação à medida que se aumentou a dose de nitrogênio, porém quando não se tem adição de potássio, o percentual de germinação nas sementes de milho aumentou quando se aumentou a dose de nitrogênio. Estes dados contradizem o estudo de França Neto et al. (1985), o qual obteve resultados positivos para o teste de frio com doses de potássio acima de 80 kg.ha⁻¹.

Na Figura 10B com variação de doses de potássio, observa-se que quando a dose de nitrogênio foi zero os dados de teste de frio se ajustaram à função linear positiva, enquanto que nas doses de 90 e 135 kg.ha⁻¹ de nitrogênio o percentual de germinação das sementes submetidas ao teste de frio diminuíram com o aumento das doses de potássio, atingindo percentual mínimo de germinação das sementes quando a dose de potássio foi de 90 kg.ha⁻¹. Os resultados do teste de frio mostraram que a adubação nitrogenada em cobertura não melhoraram a qualidade da semente, enquanto que o potássio teve efeito positivo, onde o tratamento N0K90 apresentou efeito linear crescente.

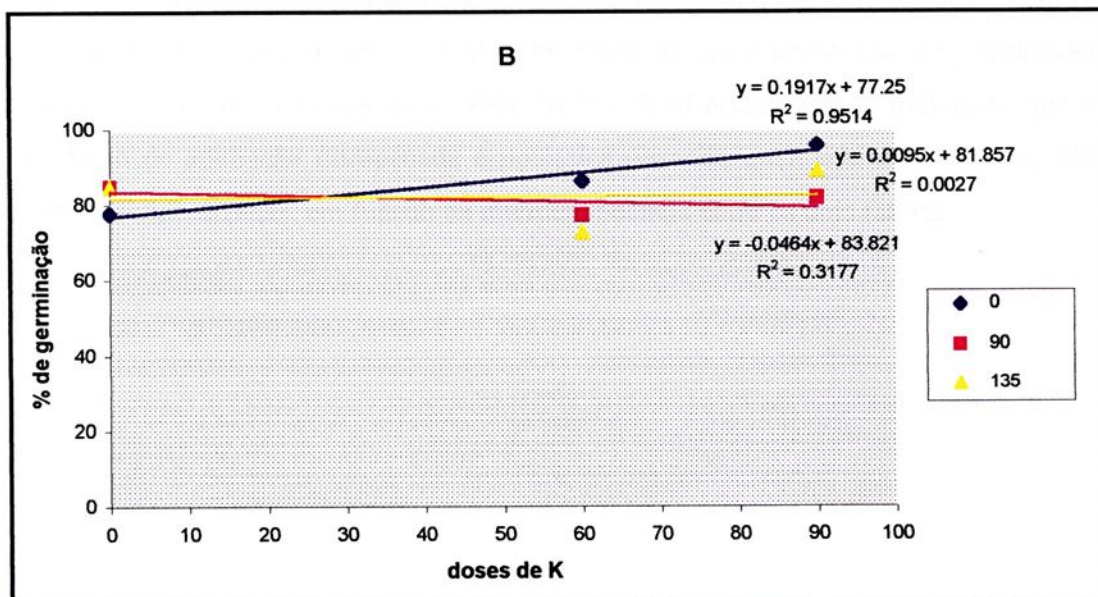
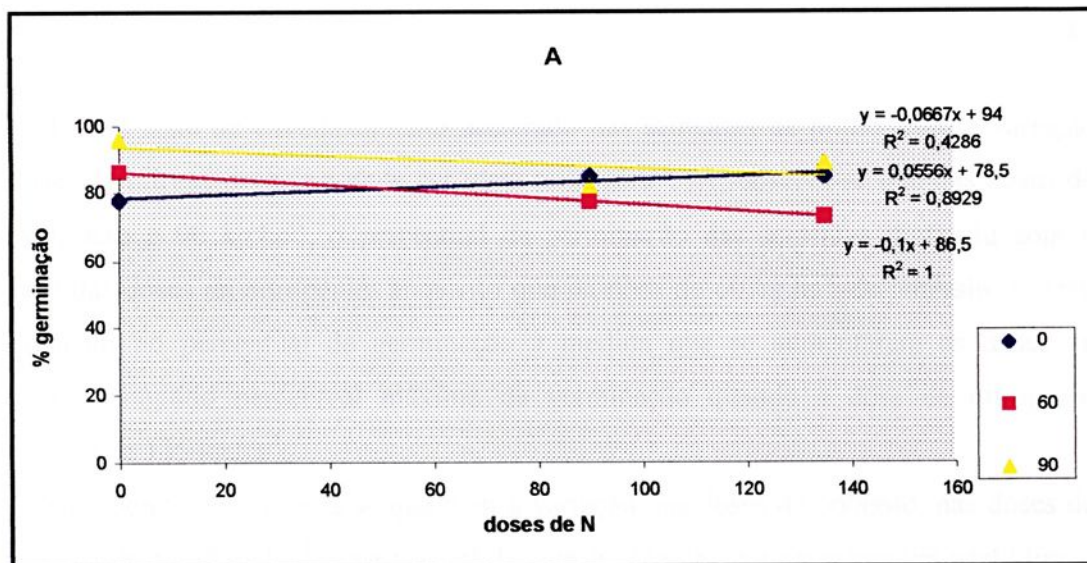


Figura 10: Teste de frio em sementes de milho, em função de doses de nitrogênio (A) e potássio (B). Selvíria-MS, março de 2003.

Para o teste de envelhecimento acelerado nas sementes de milho, com a variação das doses de nitrogênio como pode ser visto na Figura 11A, observa-se que nas doses de potássio, zero e 90 kg.ha⁻¹, o percentual de germinação das sementes diminuiu com o aumento das doses de nitrogênio, enquanto que na dose de 60 kg.ha⁻¹ de potássio ocorreu um aumento no percentual de germinação à medida que se aumentaram as doses de nitrogênio atingindo percentual máximo de germinação quando a dose de nitrogênio aplicada foi de 135 kg.ha⁻¹.

Na Figura 11B observa-se que com a variação das doses de potássio, nas doses de nitrogênio zero e 135 kg.ha⁻¹, o percentual de germinação das sementes tem um perfil linear positivo quando se aumentaram as doses de potássio. Porém na dose de 90 kg.ha⁻¹ de nitrogênio, o percentual de germinação das sementes tem um perfil linear constante. O teste de germinação feita com sementes envelhecidas mostrou que o percentual de germinação das sementes foi os maiores nas doses K60 N135 e K90 N135 kg.ha⁻¹, indicando que a recomendação de adubação nitrogenada e potássica, visando qualidade de sementes, não devem ser individualizadas, em função da interdependência entre os dois fatores.

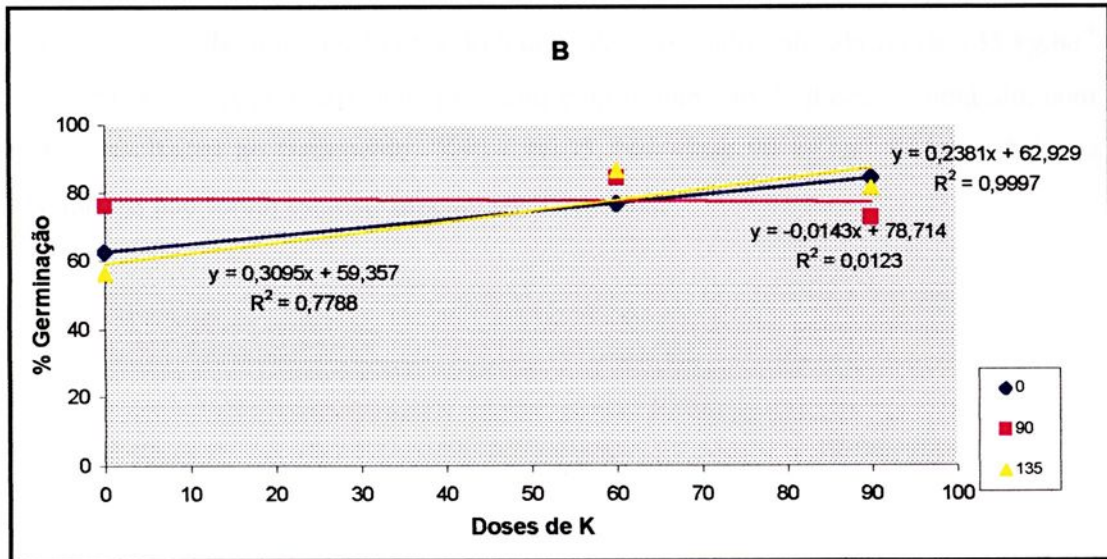
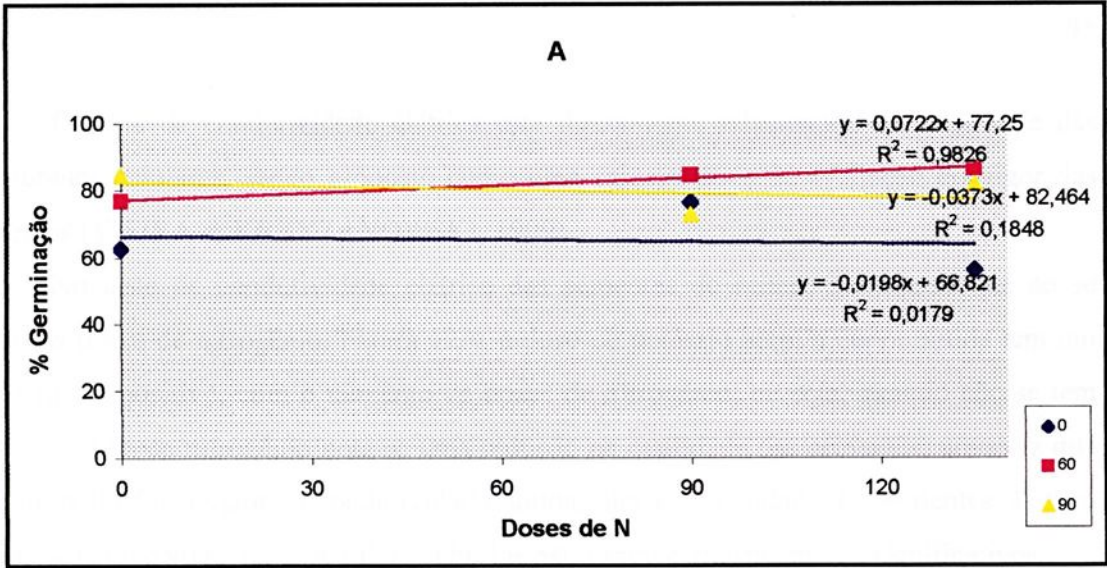


Figura 11: Envelhecimento acelerado de sementes de milho, em função de doses de nitrogênio (A) e potássio (B). Selvíria-MS, março de 2003.

O teste de condutividade elétrica está diretamente relacionado à integridade das membranas celulares, sendo proposto como uma característica de avaliação do vigor das sementes (VIEIRA & KRZYZANOWSKI, 1999).

No teste de condutividade elétrica das sementes de milho, verifica-se que ao se variar as doses de nitrogênio, Figura 12A, à dose de potássio zero, a curva obtida tem um perfil linear positivo, com o aumento de doses de nitrogênio, ou seja, quando não se tem potássio e tem-se nitrogênio nota-se uma redução na qualidade das sementes, uma vez que quanto maior for o valor da condutividade obtida, pior é a qualidade das sementes. Já para as doses de 60 e 90 kg.ha⁻¹, os valores obtidos não foram estatisticamente significativos.

Na Figura 12B com a variação das doses de potássio, observa-se que quando a dose de nitrogênio foi zero o valor da condutividade manteve-se constante mesmo com o aumento das doses de potássio. Já quando a dose de nitrogênio aplicada foi de 135 kg.ha⁻¹ nota-se que o valor da condutividade diminuiu com o aumento de doses de potássio, com melhores resultados no tratamento K90 - N135. Na dose 90 kg.ha⁻¹ de nitrogênio os valores obtidos não foram estatisticamente significativos.

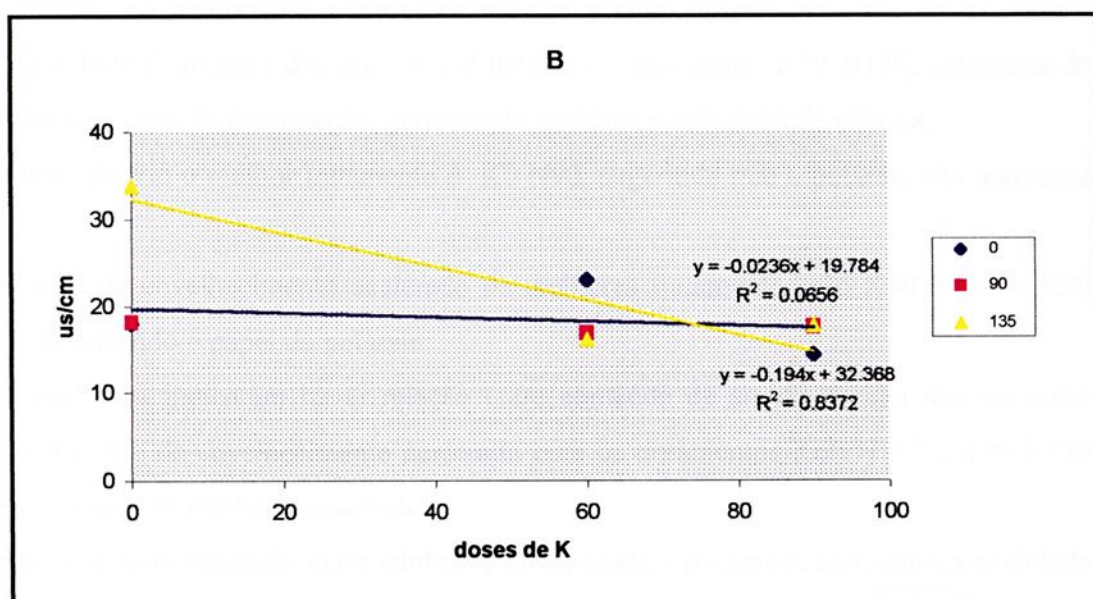
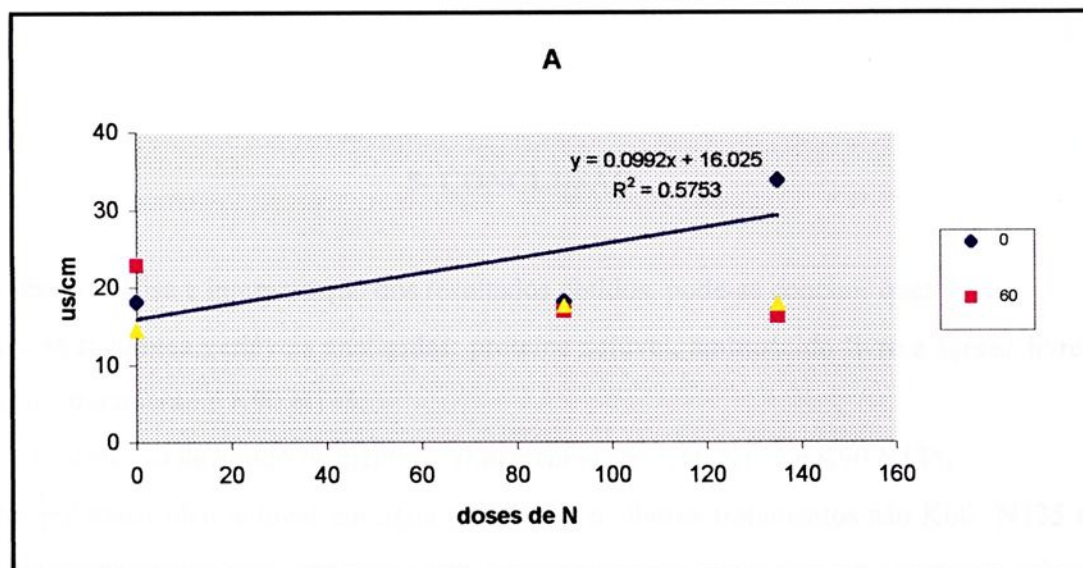


Figura 12: Condutividade elétrica de sementes de milho, em função de doses de nitrogênio (A) e potássio (B). Selvíria-MS, março de 2003.

5- CONCLUSÃO

Através da análise e interpretação dos resultados obtidos, pode-se concluir que:

- Para as seguintes variáveis analisadas: proteína solúvel, aminoácido livre e açúcar livre, o melhor tratamento é K90 N135;
- Para o conteúdo de amido os melhores tratamentos são K60 N135 e K90 N135;
- Para polissacarídeo solúvel em água (WSP), os melhores tratamentos são K60 N135 e K90 N135;
- Das frações protéicas, apenas a albumina responde positivamente a adubação nitrogenada, e a melhor dose é 135 kg.ha^{-1} de nitrogênio;
- A qualidade fisiológica das sementes é melhor no tratamento K90 N135, considerando primeira contagem de germinação, germinação padrão e condutividade elétrica;
- No teste de frio o melhor tratamento é K0 N90, sugerindo que o potássio não apresenta efeito;
- No teste de envelhecimento acelerado os melhores tratamentos são K60 N135 e K90 N135, destacando o papel do potássio;
- Os resultados indicaram haver relação entre conteúdo de amido e vigor das sementes através do teste de envelhecimento acelerado com os tratamentos K60 N135 e K90 N135 proporcionando os melhores resultados.
- Verifica-se forte interação entre adubação nitrogenada e potássica, tanto para a qualidade fisiológica como para o conteúdo das reservas das sementes.



6- REFERÊNCIAS

AMBROSANO, E.J. et al. Efeitos da adubação nitrogenada e com micronutrientes na qualidade de sementes do feijoeiro cv. IAC – Carioca. **Bragantia**, Campinas, v.58, n.2, p.393-399, 1999.

ARAÚJO, L.A.N.; FERREIRA, M.E.; CRUZ, M.C.P.; BARBOSA, J.C.; BANZATTO, D.A. Adubação nitrogenada e potássica em cultura de milho para alta produtividade. CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 26, Rio de Janeiro, 1997. Informações, Globalização, Uso do solo: **Anais...** SBCS, 1997.

ARNON, I. Quality criteria of agricultural produce and the influence of mineral fertilizers on quality. Potassium and the quality of agricultural products. In: CONGRESS OF THE INTERN. POTASH INST. 8, Berne. **Proceedings...** p.339-400. 1966.

BALKO, L.G. & RUSSEL, W.A. Response of maize inbred lines to N fertilizer. **Agronomy Journal**, Madison, 72(5): 723-32, 1980.

BELOW, F.E. Physiology, nutrition, and nitrogen fertilization of corn in the United States. In: Simpósio sobre fisiologia, nutrição, adubação nitrogenada e manejo para produção sustentável, Piracicaba, 2000. **Anais...**Piracicaba: Potafos, 2000.

BIELSKY, L.R.; TURNER, N.A. Separation and estimation of aminoacids in crude plant extracts by thin-layer electrophoresis and chromatography. **Analytical Biochemistry**, New York, v. 17, p. 278-292, 1966.

BLEVINS, D.G. Uptake, translocation, and function of essential mineral elements in crop plants. In: Boote, K.J., Bennet, J.M., Sinclair, T.R., and Paulsen, G.M. Physiology and determination of crop yield. Madison, USA. American Society of Agronomy. p.259-283, 1994.



BRADFORD, M.M. A rapid and sensitive method of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. **Analytical Biochemistry**, New York, v. 72, p. 248-254, 1976.

BRASIL. Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília, SNDA/DNDV/CLAV, p.365, 1992.

BÜLL, L.T. **Cultura do milho: fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba: POTAFOS, p.301, 1994.

BULMAN, P.; SMITH, D. L. Grain protein response of spring barley to high rates and post-anthesis application of fertilizer nitrogen. **Agronomy Journal**, Madison, v.85, p.1109-1113, 1993.

CANTARELLA, H. Nitrogênio. I: BÜLL, L. T., CANTARELLA, H. (Eds) **Cultura do milho: fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba: Potafos, p. 166, 1993.

CARVAJAL, J.F. **Cafeto: cultivo y fertilización**. Segunda ed. Berna: Instituto Internacional da la Potasa. p-254. 1984.

CARVALHO, M.A.C. et al. Influência de fontes e modos de aplicação de nitrogênio na qualidade fisiológica de sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) "de inverno". **Informativo ABRATES**, Londrina, v.9, n.1/2, p.118, 1999.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4.ed. Jaboticabal: FUNEP, 588p., 2000.

CHABOUSSON, F. **Plantas doentes pelo uso de agrotóxicos: a teoria da Trofobiose**. Porto Alegre: L & PM, p.253, 1987.

CRAWFORD, T.W.; RENDING, V.V.; BROADBENT, F.E. Sources, fluxes, and sinks of nitrogen during early reproductive growth of maize (*Zea mays* L.) **Plant Physiology**, Lancaster, 70: 1.654-60, 1982.



DUBOIS, M. **Colorimetric method for determination of sugars and related substances.** Analytical Biochemistry, New York, v. 28, p. 350-356, 1956.

Du PLESSIS, S.F., KOEN, T.J. Effect of nutrition o fruit size of citrus. **Proc. Int. Soc . Citriculture**, São Paulo, v.1, p. 148-150, 1984.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação do solo.** Rio de Janeiro : EMBRAPA CNPS, p. 412, 1999.

FAQUIN, V. **Nutrição mineral de plantas.** Lavras: ESAL-FAEPE, p.227, 1994.

FAO. **El maiz em la nutrición humana.** Roma, (Colección FAO: Alimentación y nutrición, 25, p.172, 1993.

FARIAS, A.X., ROBBS, C.F., BITTENCOURT, A.M., ANDERSEN, P.M. & CORRÊA, T.B.S.. Contaminação endógena por *Aspergillus* spp. em milho pós-colheita no estado do Paraná. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** 35:617-621, 2000.

FERRI, M.A. **Fisiologia Vegetal 1.** São Paulo: EPU, p. 313, 1993.

FILGUEIRA, F.A.R. **Manual de oleicultura:** cultura e comercialização de hortaliças. 2.ed. São Paulo: Ceres, v.1, p.338, 1981.

FRANÇA NETO, J. B.; COSTA, N. P; HENNING, A. A.; PALHANO, J. B. SFREDO, G.J.; BORKERT, C. M. Efeito de doses e métodos de aplicação de cloreto de potássio sobre a qualidade de sementes de soja. In: **RESULTADOS DE PESQUISA DE SOJA 1984/85.** Londrina: EMBRAPA/CNPSO, 1985, p.294-301. (Documentos CNPSO, 15).

FREIRE, F.M.; VASCONCELLOS, C.A.; FRANÇA, G.E. Manejo da fertilidade do solo em sistema plantio direto. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.22, n.208, p.49-56, 2001.



GARCIA-AGUSTIN, P.; PRIMO-MILLO, E. Ultrastructural and biochemical changes in cotyledon reserve tissues during germination of citrus sedes. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v.40, n.212, p.383-390, 1989

HERNANDEZ, F.B.T., LEMOS FILHO, M.A .F., BUZZETI, S. Software HIDRISA e o balanço hídrico de Ilha Solteira : UNESP/FEIS – Área de Hidráulica e Irrigação , p. 45. 1995.

HUBER, D.M. & ARNY, D.C. Nitrogen form and plant disease. **Annual Review of Physiopathology**, Palo Alto, v. 12, p.139-165, 1974.

HUBER, D.M.& ARNY, D.C. Interaction of potassium with plant disease. In: MUNSON, R.D., ed. INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON POTASSIUM IN AGRICULTURE, Atlanta, 1995. **Proceedings...** Madison, American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America, 1986. p.467-88.

JENSEN, V. Perspectivas da agricultura frente ao mercado internacional de produtos agrícolas. In: DECHEN, A.R.; CARMELLO, Q.A.C.; FLOSS, E.L.; coord. SIMPÓSIO AVANÇADO DE SOLOS E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, Piracicaba, 1989. **Anais**. Campinas, Fundação Cargill, 1989. p.1-13.

KELLING, K.A.; FIXEN, P.E. Soil and nutrient requeriments for oat production. In: MARSHALL, H.G.; SORRELIS, M.E. (Eds). **Oat science and technology**. Madison : ASA/CSSA, Cap.6, p.165-190. (Agronomy, 31), 1992.

LAUCHLI, A. & PFLUGER, R. Potassium transport through plant cell membranes and metabolic role of potassium in plants. In CONGRESS INTERNATIONAL OF THE POTASH INSTITUTE, 11., Bern, 1978. **Proceedings**. Bern, International Potash Institute, p.111-63, 1978.

LIBERAL, O.H.T. & COELHO, R.C. **Manual de laboratório de análise de sementes**. Empresa de pesquisa Agropecuária do estado do Rio de Janeiro, Niterói, p.95, 1980.



LOPES, A.S.; GUILHERME, L.R.G. **Uso eficiente de fertilizantes e corretivos agrícolas: aspectos agronômicos.** 2.ed. ver. e atual. São Paulo: ANDA, p.64,1992.

MALAVOLTA, E. & CROCOMO, O.J. **O potássio e a planta.** In: YAMADA, T.; IGUE, K.; MUZILLI, O.; USHERWOOD, N.R.; ed. Potássio na agricultura brasileira. Piracicaba, Instituto da Potassa e Fosfato, Instituto Internacional da Potassa, p.95-162, 1992.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A.; **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações.** 2.ed.rev.atual . Piracicaba: POTAFÓS, 1997. p.319, 1997.

MALAVOLTA, E. **Nutrição, adubação e calagem para o cafeeiro.** In Rena, A.B. et al. (ed) **Cultura do cafeeiro: fatores que afetam a produtividade.** Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, p. 165-274, 1986.

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição de plantas.** Piracicaba. Ceres, p.251, 1980.

MALAVOLTA, E. Potássio, é uma realidade – o potássio é essencial para todas as plantas. **Informações agronômicas,** Piracicaba, n.73, p.5-6, 1996.

MARCOS FILHO, J., CÍCERO, S.M., SILVA, N.R. **Avaliação da qualidade das sementes.** Piracicaba: FEALQ, p.230, 1987.

MATTSON, W.J. Herbivory in relation to plant nitrogen content. **Annual Review of Ecology and systematics,** Palo Alto, v. 11, p.119-161, 1980.

MELGAR, R.J.; SIMITH, T.J.; CRAVO, M.S.; SÁNCHEZ, P.A. Rates and dates of nitrogen fertilizer application for maize on a latossol in the central Amazonia region. **Revista Brasileira de Ciência do Solo,** Campinas, v.15, n.3, p.289-296, set./dez. 1991.



MENGEL, K. & KIRKBI, E.A. Potassium in crop production. *Advances in Agronomy*, New York, 33:59-110, 1980.

MENGEL, K. & KIRKBY, E. A. *Principles of plant nutrition*. 3 ed. Bern: International Potash Institute, p.295-318, 1982.

NAKAGAWA, J. et al. Produção e qualidade de sementes de aveia preta (*Avena strigosa* Schreb) em função da adubação nitrogenada. *Revista Brasileira de sementes*, Brasília, v.16, n.1, p.95-101, 1994.

NEPTUNE, A.M.L.; NAKAGAMA, J.; SCOTTON, L.C.; SOUZA, E.A. Efeitos da doses não eqüidistantes de N, P, K nas concentrações destes macronutrientes na folha e na produção do milho (*Zea mays* L.). *Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"*, Piracicaba, 39: 917-41, 1982.

OHM, H.W. Response of 21 oat cultivars to nitrogen fertilization. *Agronomy Journal*, Madison, v.68, p.773-775, 1976.

PAES M.C.D., Embrapa milho e sorgo. Disponível em <http://www.cnpms.embrapa.br/receitas/>. Acesso em 17. Outubro 2004.

PATERNIANI, E.; *Melhoramento e produção do milho no Brasil*. Fundação Cargill, Campinas. 1978.

PAULINO, H.B. et al. Influência do parcelamento de duas fontes nitrogenadas, em cobertura e via fertirrigação, na qualidade fisiológica de sementes de feijão. *Informativo ABRATES*, Londrina, v.9, n.1/2, p.55, 1999.

PAULINO, H.B.; CARNEIRO, M.A. Parcelamento da adubação nitrogenada e potássica na cultura do feijoeiro em área de plantio direto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 29, Ribeirão Preto, 2003. *Resumos ...* Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2003. 1CD/(CD-ROM).



PEASLEE, D.E. & MOSS, D.N. Photosynthesis in K and Mg – deficient maize (*Zea mays* L.) leaves. **Soil Science Society of America Proceedings**, Madison, 30:220-3, 1966.

PERRENOUD, S. **Potassium and Plant Health**. 2 ed. Berne, International Potash Institute, 363p. 1990.

PINAZZA, L.A.. Perspectiva do milho e do sorgo no Brasil. *In* Cultura do milho: fatores que afetam a produtividade (L.T. Bull & H. Cantarella, eds.). Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fósforo, Piracicaba, p.1-10, 1993.

POPINIGIS, F. **Qualidade fisiológica de sementes**. Semente. Órgão Técnico do Planagem- M.A. Brasília, v.1, n.1, p.65-80, 1985.

RAIJ, B. van.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. (Ed). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. P.285. 1997.

SÁ, M.E. Importância da adubação na qualidade de sementes. In: SÁ, M.E. & BUZETTI, S., coord. **Importância da adubação na qualidade dos produtos agrícolas**. São Paulo: Ícone, p.65, 1994.

SCHNEIDER, E., EARLY, B., DeTURK, E.E. Nitrogen fractions of the component parts of the corn kernel as affected by selection and soil nitrogen. **Agronomy Journal**, Madison, v.44, n.4, p.161-9, 1952.

SHANNON, J.C. A procedure for the extraction and fractionation of carbohydrates from immature *Zea mays* kernels . Res. Paul., p.842, 1968.

SMITH, P.F. Citrus nutrition. In: CHILDERS, N.F. (ed.). **Temperate to tropical fruit nutrition**. New Jersey: Somerset Press, p.332-343, 1966.

SOARES FILHO, C.V. **Variação sazonal de parâmetros bioquímicos-fisiológicos em *Brachiaria decumbens* estabelecidas em pastagens.** Piracicaba, 1991. 101p. Dissertação (mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

STURGIS, F.; MIEARS, R.J.; WALKER, R.K. Protein in rice as influenced by variety and fertilizer levels. **Lousiana Experimental Station Technical Bulletin**, p.466, 1952.

THOMAZELLI, L.F. et al. Efeito do nitrogênio, fósforo e potássio na produção qualidade de sementes de cebola. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.14, n.2, p.162-165, 1992

TSAI, C.Y. Genetic of storage proteins maize. **Plant Breeding Reviews**, Westport, v.1, p.103-38,1983.

ULLOA, A.M.C.; LIBARDI, P.L.; REICHARDT, K. **Utilização do nitrogênio fertilizante por dois híbridos de milho.** Campinas: Fundação Cargill, p.66, 1992.

USHERWOOD, N.R. The role of potassium in crop quality. In: MUNSON, R.D., ed. **INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON POTASSIUM IN AGRICULTURE**, Atlanta, 1985. **Proceedings**. Madison, American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America, 1985. p.489-513.

VALLILO, M.I.; TAVARES, M.; AUED, S. Composição química da polpa e da sementes do fruto cumbaru (*Dipterix alata* Vog.) caracterização do óleo da sementes. **Revista do Instituto florestal**, v.2, n.2, p.115-125, 1990.

VALOIS, A.C.C., et al **Cultura da seringueira.** Brasília: s.n., p.280, (manual técnico,9). 1980.



VASCONCELLOS, C.A. Importância da adubação na qualidade do milho e do sorgo. In EUSTÁQUIO DE SÁ, M. & BUZETTI, S., coord. SIMPÓSIO SOBRE ADUBAÇÃO E QUALIDADE DOS PRODUTOS AGRÍCOLAS, 1., Ilha Solteira, 1989. **Anais...** Ilha Solteira, FEIS. p.1-20. 1989.

VIEIRA, R.D. & KRZYZANOWSKI, F.C. Teste de condutividade elétrica. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D. & FRANÇA NETO, J.B. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina, p.4-20, 1999.

ZANIN, A.C.W.; MOTA, I.F. Efeito de fontes e épocas de aplicação de nitrogênio na produção e qualidade de sementes de quiabeiro. **Horticultura brasileira**. Brasília, v.13, n.2, p.167-168, 1995.

YEMM, E. M.; COCKING, E.C. **Estimation of amino acids by ninhydrin**. Analyst, London, v.80, p.209-213, 1955.





UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Ilha Solteira

Programa de Pós-graduação em Agronomia

Av. Brasil, 56 Centro

15385-000 Ilha Solteira - SP

www.feis.unesp.br

