

HOMERO NOGUEIRA SAMPAIO

**DESENVOLVIMENTO DE MILHO E INFESTAÇÃO DE *Spodoptera frugiperda*
EM FUNÇÃO DA APLICAÇÃO DE NITROGÊNIO E POTÁSSIO.**

**RECIFE - PE
2006**

HOMERO NOGUEIRA SAMPAIO

DESENVOLVIMENTO DE MILHO E INFESTAÇÃO DE *Spodoptera frugiperda* EM
FUNÇÃO DA APLICAÇÃO DE NITROGÊNIO E POTÁSSIO.

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciências do Solo, para obtenção do título de Mestre.

Orientadora: Prof^o. Maria de Fatima Cavalcanti Barros, D. Sc

Co-Orientadores:

Prof^o. José Vargas de Oliveira, D. Sc

Prof^o. Elvira Maria Regis Pedrosa, Ph.D.

RECIFE, PE
MAIO, 2006

HOMERO NOGUEIRA SAMPAIO

DESENVOLVIMENTO DE MILHO E INFESTAÇÃO DE *Spodoptera frugiperda* EM
FUNÇÃO DA APLICAÇÃO DE NITROGENIO E POTÁSSIO.

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciências do Solo, para obtenção do título de Mestre.

Aprovado em 11 de setembro de 2006.

Orientador:

Maria de Fatima Cavalcanti Barros D. Sc.

Examinadores:

Davi José Silva, D. Sc

Profº. Elvira Maria Regis Pedrosa, Ph.D

Carolina Etiene de Rosália e Silva Santos, D. Sc

Aos meus filhos, Natália, Vítor e George.

DEDICO

A G R A D E C I M E N T O

O autor expressa os mais profundos agradecimentos a todas as pessoas envolvidas direta ou indiretamente na execução deste trabalho.

A D^{ra} Maria de Fátima Cavalcanti Barros que me acompanhou ao longo do Curso me orientando e construindo este trabalho.

Ao D^f José Vargas de Oliveira que além de um grande co-orientador se mostrou como grande amigo durante as dúvidas, críticas e sugestões.

A D^{ra} Elvira Maria Regis Pedrosa pelo apoio e atenção dedicada a este trabalho.

Aos professores da Pós-graduação em Solos da UFRPE que nos transmitiu todo o conhecimento com dedicação.

Ao Professor e colega Francisco de Sousa Lima pela colaboração na montagem e acompanhamento do experimento em campo.

Agradeço de forma especial aos colegas do Setor de Produção da Escola Agrotécnica Federal de Crato, especialmente ao Engenheiro Agrônomo Joaqui Valdevino Neto pelo apoio e incentivo ao longo do curso.

Ao Diretor da Escola Agrotécnica Federal de Crato, o Professor Joaquim Rufino Neto que através de sua visão administrativa conseguiu com êxito e dedicação a construção do convênio entre a Escola Agrotécnica Federal de Crato e a Universidade Federal Rural de Pernambuco.

Aos alunos da Escola Agrotécnica, que dedicaram seu tempo com os trabalhos à nível de campo e laboratórios, que sem a força e ajuda de todos este trabalho não teria sido concluído.

A Minha Esposa Solange Ferreira da Silva que construiu comigo um lar me dando a tranqüilidade e sabedoria para realização de tal trabalho.

A todos os funcionários especialmente Severino Cruz Ramos Bastos e Socorro Santana que tanto nos ajudou nos momentos mais difíceis do curso.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	vii
LISTA DE QUADROS	viii
RESUMO	ix
ABSTRACT	xi
1. INTRODUÇÃO	12
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
2.1. Cultura do Milho	14
2.2. Nitrogênio	15
2.3. Potássio.	18
2.4. Teoria da Trofobiose	19
2.5. <i>Spodoptera frugiperda</i>	21
3. MATERIAL E MÉTODOS	23
3.1. Caracterização da área.	23
3.2. Caracterização do solo	23
3.3. Delineamento estatístico	24
3.4. Condução do experimento	25
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
4.1. Desenvolvimento vegetativo.	28
4.2. Produção.	32
4.3. Aminoácidos Livres.	34
4.4. Açúcares Redutores.	39
4.5. Dano da <i>Spodoptera frugiperda</i> .	43
5. CONCLUSÃO	50
6. LITERATURA CITADA	51

LISTA DE FIGURAS

Figura 01	Diâmetro do colo em função de doses de uréia.	29
Figura 02	Diâmetro do colo em função de doses de cloreto de potássio.	29
Figura 03	Altura da inserção da espiga em função de doses de uréia.	30
Figura 04	Altura da inserção da espiga em função de doses de cloreto de potássio.	30
Figura 05	Massa de matéria seca da parte aérea em função de doses de uréia.	31
Figura 06	Massa de matéria seca da parte aérea em função de doses de cloreto de potássio.	31
Figura 07	Peso de espiga verde em função de doses de uréia.	32
Figura 08	Peso de espiga verde em função de doses de cloreto de potássio.	32
Figura 09	Peso de grão por planta em função de doses de uréia.	33
Figura 10	Peso de grãos por plantas em função de doses de cloreto de potássio.	33
Figura 11	Aminoácidos livres em função de doses de uréia e doses de cloreto de potássio aos 14 DAE.	37
Figura 12	Aminoácidos livres em função de doses de uréia e doses de cloreto de potássio aos 28 DAE.	37
Figura 13	Aminoácidos livres em função de doses de uréia e doses de cloreto de potássio aos 42 DAE.	38
Figura 14	Aminoácidos livres em função de doses de uréia e doses de cloreto de potássio aos 52 DAE.	38
Figura 15	Açucare redutores em função de doses de uréia e doses de cloreto de potássio aos 14 DAE.	41
Figura 16	Açucare redutores em função de doses de uréia e doses de cloreto de potássio aos 28 DAE.	42
Figura 17	Açucare redutores em função de doses de uréia e doses de cloreto de potássio aos 42 DAE.	42
Figura 18	Açucare redutores em função de doses de uréia e doses de cloreto de potássio aos 56 DAE.	43
Figura 19	Danos da lagarta-do-cartucho em função de doses de uréia aos 14 DAE	44
Figura 20	Danos da lagarta-do-cartucho em função de doses de uréia aos 28 DAE	45
Figura 21	Danos da lagarta-do-cartucho em função de doses de uréia aos 42 DAE	45
Figura 22	Danos da lagarta-do-cartucho em função de doses de uréia aos 56 DAE	46
Figura 23	Danos da lagarta-do-cartucho em função de doses de KCl aos 14 DAE	47
Figura 24	Danos da lagarta-do-cartucho em função de doses de KCl aos 28 DAE	48
Figura 25	Danos da lagarta-do-cartucho em função de doses de KCl aos 42 DAE	49
Figura 26	Danos da lagarta-do-cartucho em função de doses de KCl aos 56 DAE	49

LISTA DE QUADROS

Quadro 01	Caracterização física do solo.	23
Quadro 02	Caracterização química do solo.	24
Quadro 03	Teor de aminoácidos livres em relação a doses de nitrogênio e de potássio em folhas de milho colhidas aos 14 DAE.	35
Quadro 04	Teor de aminoácidos livres em relação a doses de nitrogênio e de potássio em folhas de milho colhidas aos 28 DAE.	36
Quadro 05	Teor de aminoácidos livres em relação a doses de nitrogênio e de potássio em folhas de milho colhidas aos 42 DAE.	36
Quadro 06	Teor de aminoácidos livres em relação a doses de nitrogênio e de potássio em folhas de milho colhidas aos 56 DAE.	36
Quadro 07	Teor de açúcares redutores em relação a doses de nitrogênio e de potássio em folhas de milho colhidas aos 14 DAE.	40
Quadro 08	Teor de açúcares redutores em relação a doses de nitrogênio e de potássio em folhas de milho colhidas aos 28 DAE.	40
Quadro 09	Teor de açúcares redutores em relação a doses de nitrogênio e de potássio em folhas de milho colhidas aos 42 DAE.	40
Quadro 10	Teor de açúcares redutores em relação a doses de nitrogênio e de potássio em folhas de milho colhidas aos 56 DAE.	41

RESUMO

Objetivando avaliar o desenvolvimento da cultura do milho em diferentes níveis de nitrogênio e potássio e suas interações com fatores envolvidos com o crescimento, produção e infestação da lagarta do cartucho *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae), foi implantado um experimento de campo na Escola Agrotécnica Federal de Crato no estado do Ceará, em um solo classificado com Espodossolo cárbico órtico típico. O milho utilizado foi o híbrido, variedade A4454. O experimento constituiu um fatorial 5 (níveis de nitrogênio) x 5 (níveis de potássio), distribuídos em blocos ao acaso com cinco repetições, contendo cada bloco 25 plantas úteis. As características avaliadas foram; diâmetro do colo, altura da inserção da espiga, massa seca da biomassa da parte aérea, massa de espiga verde, massa de grãos, aminoácidos livres e açúcares redutores da biomassa da parte aérea e dano da lagarta do cartucho. A aplicação de potássio não afetou significativamente o diâmetro do colo, altura da inserção da espiga, massa seca da biomassa da parte aérea, massa de espiga verde, massa de grãos. O aumento das doses de nitrogênio a partir de 66,6 kg ha⁻¹ de uréia não contribuiu para incremento da produção de espiga de milho verde. Houve interação entre os teores de nitrogênio e de potássio no acúmulo de aminoácidos livres e de açúcares redutores. O aumento da dose nível de nitrogênio elevou a concentração acúmulo de aminoácidos livres e diminuiu a de açúcares redutores, e o potássio, quando adicionado, ocasionou diminuição destes compostos nas folhas. A lagarta do cartucho aumentou o nível de dano, na ausência de nitrogênio, bem como nas doses elevadas e na ausência de potássio. A dose de nitrogênio 66,6 kg ha⁻¹ foi o que apresentou melhores resultados com relação às variáveis de crescimento vegetal e produção.

ABSTRACT

In order to evaluate the growing of the corn in different levels of Nitrogen and Potassium such their interaction with aspects related with growing itself, production and troubles caused by infection of the caterpillar *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidóptera: Noctuidae), a field experiment was fixed in Escola Agrotécnica Federal de Crato – Ceará, in soil classified like Espodossolo cárbico órtico típico, the corn that was used was he hybrid corn, variety A4454. The experiment was fixed in a factorial as 5 x 5 (5 levels of Nitrogen and 5 levels os Potassium), distributed in blocks at random in 5 repetitions, showing 25 treatments, by blocks, each containing 25 useful plants. Varieties were evaluated as insertion of the cob, diameter of the bottom, weight of the dry aired part, damage of the caterpillar, foliar analyses to determine the spare amino acid and reducing sugar. The application of Potassium levels wasn't significant to the height insertion of the cob, diameter of the Nitrogen levels from the level 2 (N2), dose 66,6 kg ha⁻¹, didn't contribute to the increment of the green corno f the cob production. The Nitrogen and the Potassium mode caused na insertion in the accumulation of the amino acid and the sugar, the increasing of the Nitrigen level rose the accumulation of amino acid and decreased the accumulation of the sugar and the Potassium, when it was added caused the decrasing of these compouds in the leaves of the corn. The caterpillar showed up na increasing damage when occurred the Nitrogen absence, such as in high doses and in Potassium absence. The Nitrogen level N2 was the one which showed the best results related to the growing and production of the geen.

1. INTRODUÇÃO

O milho é uma das principais culturas agrícolas, fornecendo alimentos para o homem e animais. A busca de novas técnicas para aumentar sua produtividade é uma preocupação mundial.

O cultivo do milho é dependente de vários fatores e torna-se de grande importância o estudo comparativo destes, para que se possa equilibrar o agroecossistema e obter aumento de produção sem a elevação dos custos, nem danos ao meio ambiente. A adubação nitrogenada e potássica têm contribuído como um dos principais fatores para o expressivo aumento de produção, não relevando ao segundo plano, fatores importantes como o manejo de pragas, da irrigação e a utilização de variedades e híbridos de alta produtividade.

A produção mundial de milho é de aproximadamente 597 milhões de toneladas, sendo 241 milhões produzidos nos Estados Unidos, 114 milhões na China e 35 milhões de toneladas no Brasil (Estados Unidos, 2003). De acordo com o International Fertilizer Industry Association (2004), apesar do Brasil ser o terceiro maior produtor do cereal, a produtividade média é baixa (3.000 kg ha^{-1}) quando comparada com a da China (4.700 kg ha^{-1}) e com a dos Estados Unidos (8.670 kg ha^{-1}).

No Brasil, a cultura do milho, não têm alcançado grandes produtividades, devido principalmente ao fato do cultivo e da tecnologia empregada não leva em conta as diferenças para cada região principalmente no Nordeste brasileiro, onde o cultivo deste cereal fica restrito a determinados períodos do ano, considerados como cultivo de subsistência, mesmo assim, a produtividade do milho no Nordeste brasileiro vem aumentando, em conseqüência da importância econômica, e do uso de variedades e híbridos, que atendem aos diferentes sistemas de produção ali predominantes. Nessa ampla região ocorrem condições ambientais distintas e o milho, é cultivado em todas elas.

Entre os fatores responsáveis pela alta produtividade da cultura do milho, está o aumento expressivo do uso dos fertilizantes, principalmente os nitrogenados e potássicos. Segundo Lemaire et al. (1997), o nitrogênio (N) é o

elemento exigido em maior quantidade pelo milho, e é o que mais freqüentemente limita a produtividade de grãos. Além disso, outros também contribuem para reduzir a produtividade das lavouras, como as pragas, destacando-se entre elas a lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797). Esta lagarta é uma das principais pragas da cultura do milho, podendo seu dano levar à redução de até 34% no rendimento de grãos, dependendo, principalmente, do estágio fenológico da cultura em que ocorre o ataque (Carvalho, 1970; Valicente et al, 1991 e Cruz, 1995,).

No manejo da lagarta-do-cartucho, a utilização de produtos químicos ainda é a principal prática recomendada, porém causa aumento considerável no custo da produção. Em algumas regiões brasileiras, são necessárias até dez aplicações de inseticidas para o controle dessa praga, possivelmente devido à resistência desse inseto aos ingredientes ativos utilizados (Cruz et al. 1999).

Práticas culturais que visam induzir resistência das plantas às pragas como consorcio e uso de variedades resistentes, estão sendo cada vez mais estudadas e utilizadas no Manejo Integrado de Pragas (MIP), podendo auxiliar no controle. O uso adequado da adubação principalmente a adubação nitrogenada e potássica podem vir a ser, além de uma economia racional, uma nova forma de observar os fatores que interferem na relação inseto-planta não apenas os associados, mas a nutrição que se processa desta relação.

Este trabalho tem como objetivo estudar o desenvolvimento da cultura do milho em diferentes níveis de nitrogênio e potássio e suas interações com fatores envolvidos com o crescimento, produção e infestação da lagarta do cartucho.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.

2.1. - A Cultura do Milho

Os cereais constituem a base da alimentação humana, contribuindo com cerca da metade da ingestão energética e protéica do ser humano (Young e Pellett, 1994). O milho é uma monocotiledônea pertencente a família das poáceas, gênero *Zea*, cientificamente denominado *Zea mays* L. (Fancelli e Lima, 1982), por sua vez, é o cereal mais consumido pela maioria das populações de vários países da América Latina, África e Ásia, constituindo-se a principal fonte energético-protéica desses povos (National Research Council, 1988; Bressani, 1991).

Segundo Naves et al. (2004), apesar do milho não ser o cereal-base da alimentação da maioria dos brasileiros, constitui-se num alimento de grande importância para a nossa cultura e culinária, sendo tradicionalmente utilizado em uma enorme variedade de pratos salgados e doces. Sendo um alimento essencialmente energético, uma vez que seus grãos são constituídos principalmente de carboidratos. Esse cereal é também considerado fonte de proteína, a qual representa cerca de 10% do grão (Fufa et al., 2003), e apresenta a seguinte composição média: 60% de carboidratos, 10% de proteínas, 4% de lipídios, além de minerais e vitaminas (Fancelli e Lima, 1982).

Os números da safra 2002/2003 mostram que os principais produtores mundiais de milho são Estados Unidos (224 milhões de toneladas), China (125 milhões de toneladas), Brasil (37 milhões de toneladas), México (19 milhões de toneladas) e Argentina (12,5 milhões de toneladas), que contribuem, respectivamente, com 38%, 21%, 6%, 3% e 2% da produção mundial (585 milhões de toneladas). O Brasil ocupa a primeira colocação no Mercosul, onde participa com 70% do total de milho produzido, ficando a Argentina em segundo lugar com 28% da fração do mercado (FNP CONSULTURIA, 2003). A cultura do milho, tradicionalmente, era conduzida sem muita tecnologia na maior parte do país. Entretanto, nos últimos três anos os indicadores de produtividade apontam para aumento de produtividade e grande avanço na aplicação de tecnologia no campo.

Nas últimas três safras, o Brasil obteve produtividade média de 3,2 t ha⁻¹ o que ainda equivale a um terço da produtividade dos agricultores americanos e à metade da produtividade dos argentinos (Agrianual, 2004). Atualmente a produção anual de milho no Brasil é de cerca de 40 milhões de toneladas (AGRIANUAL, 2005).

A produtividade média do Brasil é muito aquém do desejável, a media nacional na safra 2001/2002 foi de 2850 kg há⁻¹, enquanto que a média norte-americana é de 8500 kg/ha., com base no levantamento efetuado pelo Departamento de Agricultura dos Estados Unidos em 2003 (Estados Unidos, 2003).

Carvalho et al. (2000), considera que as condições edafoclimáticas do Nordeste brasileiro permitem, com algumas restrições, o desenvolvimento do milho em toda a sua extensão. Nos últimos anos, registrou-se um aumento gradativo no rendimento desse cereal, como conseqüência do uso de cultivares melhoradas, de híbridos de milho, e do desenvolvimento de sistemas de produção mais eficientes. Carvalho et al. (1998), descreve várias áreas que têm mostrado grande aptidão para o incremento da cultura, a exemplo dos Cerrados da Bahia, Zona do Cariri no Ceará e áreas de pousio de cana-de-açúcar, nos Tabuleiros Costeiros, onde o rendimento de grãos tem alcançado o patamar de 5,5 toneladas ha⁻¹.

Segundo Cardoso et al. (2000); e Carvalho et al. (2001 e 2002), no Nordeste brasileiro, os híbridos têm se destacado em áreas que utilizam tecnologias modernas de produção, como, por exemplo, os cerrados do Oeste baiano, do Sul do Maranhão e do sudoeste do Piauí. Nestes locais os híbridos apresentam melhor adaptação do que as variedades em diversas condições edafoclimáticas no Nordeste Brasileiro.

2.2. - O Nitrogênio.

Entre os fatores responsáveis pela alta produtividade da cultura do milho, está o aumento expressivo do uso dos fertilizantes nitrogenados. O nitrogênio é o

elemento exigido em maior quantidade pelo milho, o que mais freqüentemente limita a produtividade de grãos. (Lemaire e Gastal, 1997). No Brasil a quantidade utilizada desse nutriente é, em média, de 60 kg ha⁻¹, na China é de 130 kg ha⁻¹ e nos Estados Unidos, de 150 kg ha⁻¹ (International Fertilizer Industry Association, 2004).

Yamada (1997) destaca como essencial ao crescimento e desenvolvimento das plantas, o papel que o N 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. O suprimento inadequado de nitrogênio é considerado um dos principais fatores limitantes ao rendimento de grãos do milho, pois o N é um nutriente essencial e exerce importante função nos processos bioquímicos da planta. É constituinte de proteínas, enzimas, coenzimas, ácidos nucléicos, fitocromos e da clorofila, (Cantarella, 1993). Além disso, afeta as taxas de iniciação e expansão foliar, o tamanho final e a intensidade de senescência das folhas (Schroder et al., 2000).

Amaral Filho et al. (2005), relatam que o aumento na doses de N em cobertura promoveu acréscimo linear no teor de N foliar, na estimativa do teor de clorofila, no número de grãos por espiga, na massa de 1.000 grãos, na produtividade e no teor de proteína nos grãos da cultura do milho. Mar (2003), observou que a adição de 30 kg ha⁻¹ de N foi suficiente para se obter incremento de produção de 48,5% em relação à não-adição de N, o que corresponde a 1497 kg ha⁻¹ a mais de grãos, enquanto com a aplicação de 120 kg ha⁻¹ de N, obteve-se incremento de 114,4% na produtividade quando comparado à testemunha. O nitrogênio, segundo Uhart e Andrade, (1995) e Escosteguy et al. (1997), determina o desenvolvimento das plantas de milho, com aumento significativo na área foliar e na produção de massa seca, resultando em maior produtividade de grãos.

A produtividade de grãos e de matéria seca da parte aérea da planta de milho aumenta com a elevação das doses de nitrogênio (Araújo et al., 2004). Estes autores constataram que os teores de N, P, S e Zn da folha aumentam de acordo com o aumento das doses de nitrogênio aplicado independente da forma

de aplicação do N (todo na semeadura ou todo em cobertura), entretanto, Casagrande e F. Filho 2002, não observaram efeito de doses de N nas características agronômicas do milho.

Souza et al. (2003) conclui que para expressar todo seu potencial produtivo, a cultura do milho requer que suas exigências nutricionais sejam plenamente atendidas, em virtude da grande extração de nutrientes do solo.

Coser (2003) observou resposta positiva no rendimento de grãos à aplicação de N na formação da espiga, sendo maior à medida que se deu deficiência de N no período vegetativo. Contudo, quando ocorre deficiência de N no período vegetativo, o potencial de rendimento do milho já foi comprometido e não será mais atingido. Já Silva et al. (2002), afirmam que a aplicação do N, de uma só vez ou parcelado tem efeitos diferentes, dependendo da época em que o nutriente é aplicado.

Os melhores resultados para o parcelamento de N em milho foram alcançados com a aplicação de 1/3 do N na semeadura e 2/3 quando o milho apresentou oito folhas completamente expandidas, em torno de 30 a 35 dias após a emergência das plantas (Mar, 2003). O parcelamento de N poderá ser realizado, quando a planta apresentar quatro folhas completamente expandidas, tornando mais fácil ao agricultor a realização dessa prática (Yamada e Abdalla, 2000).

O milho híbrido AG 3010 respondeu positivamente à adubação nitrogenada, para todas as características estudadas, sendo a produtividade influenciada pelas doses e épocas de aplicação de nitrogênio, com as maiores produtividades de grãos obtidas com doses entre 90 e 120 kg.ha⁻¹ de N. (Mar, 2003).

A variabilidade das condições meteorológicas e de solo, associada aos múltiplos processos que interferem na complexa dinâmica do N no solo (lixiviação, volatilização, imobilização, imeralização, nitrificação, desnitrificação, mineralização) e na sua relação com a planta, podem ocasionar grandes modificações na disponibilidade e na necessidade deste nutriente durante a ontogenia da planta (Rambo et al., 2004).

Sistemas de manejo da adubação nitrogenada devem visar à maximização dos lucros, reduzir a susceptibilidade das plantas a pragas e moléstias, aperfeiçoar a qualidade de grãos, poupar energia e proteger o ambiente (Rambo et al., 2004).

2.3. - O Potássio.

O potássio é absorvido pelas raízes na forma de K^+ , sendo o processo essencialmente ativo. O nutriente se redistribui das folhas e órgãos mais velhos para os mais novos (Malavolta, 1980). Tem ação fundamental no metabolismo vegetal, pelo papel que exerce na fotossíntese, atuando na transformação da energia luminosa em energia química (Werner, 1986). É também responsável pela translocação dos carboidratos sintetizados no processo fotossintético e age como ativador de enzimas (Raij et al., 1996). Este nutriente embora esteja presente em todas as células vivas, não é parte integrante da célula, é encontrado no citoplasma, nos vacúolos e em menor quantidade no núcleo. Ocorre primariamente na forma iônica ou ligada à superfície dos colóides, não estando associado a qualquer composto específico dentro da célula. Faz-se presente sob a forma iônica no suco celular e na seiva, ou então, adsorvido às proteínas do protoplasma sendo um elemento mineral muito móvel nos tecidos (Mello et al., 1989).

Participa, direta e indiretamente, dos processos bioquímicos envolvendo o metabolismo dos carboidratos, sendo ativador de enzimas como sintetases, as oxi-redutases, desidrogenases e quinases. Também atua na assimilação de CO_2 , na formação de proteínas e na síntese, translocação e armazenamento de açúcares. (Braga, 1996).

Este nutriente é fornecido, normalmente, via adubação, e é calculado com base na análise química do solo e com auxílio de tabelas de recomendações nas quais não são consideradas as interações que possam ocorrer entre os elementos Ca + Mg e K no solo (Becker e Meurer, 1996). A resposta do milho à adubação potássica varia quanto ao tipo de solo, saturação de Ca e Mg na solução do solo e

nível inicial destes no solo (Becker e Meurer, 1986; Bullock, 1990; Meurer e Anghinoni, 1993), o nível de produtividade esperado (Raij et al., 1996), a faixa de aplicação do adubo (Model e Anghinoni, 1992) e o material genético estudado (Furlani et al., 1986).

O pico de absorção e acúmulo de matéria seca do milho vai da fase vegetativa ao início do desenvolvimento reprodutivo do milho, e o K apresenta seu pico de absorção e acúmulo exatamente nesta época, onde a maior concentração é encontrada nos colmos (Karlen et al., 1987). Além disso, o acúmulo de K tem correlação positiva e significativa com a produção de matéria seca de folhas e colmos (Overman et al., 1995).

2.4. – A Teoria da Trofobiose.

As farinhas de rochas integrais: Salitre do Chile, Salitre de Bengala, Guaho, farinha de Ostras, Fosforitas, Apatitas, Graníticas, Basálticas, Mica xistos, Serpentininos, etc., foram os primeiros fertilizantes usados na agricultura. O homem, por interesse tecnológico, passou a tratar industrialmente essas rochas, para ter a exclusividade comercial das patentes, obtendo fertilizantes concentrados, solubilizados e purificados. Estes provocam fortes impactos sobre a química, físico e biologia do solo (Pinheiro e Barreto, 1996). Afirmam estes mesmos autores que os animais desenvolvem um sistema de proteção e defesa do organismo contra agressões externas, contra agressões de outros organismos, tipo de nutrição e resposta ao habitat, ao passo que os vegetais adaptam-se evolutivamente ao ambiente, para seu crescimento e desenvolvimento, sem, contudo, desenvolverem defesas internas. É a nutrição que está encarregada de proteger e manter o equilíbrio e a saúde do organismo vegetal em função das alterações externas.

Chaboussou (1987), afirma que as plantas adquirem o máximo de resistência biológica através da nutrição (trofos) equilibrada. Obviamente, para que isto ocorra, é necessário que o solo esteja em equilíbrio dinâmico, que o meio ambiente seja o mais estável, e as plantas adaptadas, para poderem suportar as

alterações extemporâneas ocasionadas pelos fenômenos meteorológicos e nas fases fenológicas críticas do crescimento e desenvolvimento. As alterações termodinâmicas em nível nutricional propiciam o ataque de pragas e parasitas. Segundo Pinheiro e Barreto (1996) estas alterações e desequilíbrios na agricultura podem ter origem nas variações meteorológico-climáticas (seca, ventos, chuvas em excesso, calor, frio), como também devido a danos físicos, químicos e biológicos, o maquinário, os agrotóxicos, fertilizantes e similares, ou às fases fenológicas (floração, brotação, etc.) de intensa autoproteólise nos indivíduos autótrofos.

De maneira geral, os insetos têm necessidade de: sais minerais, lipídios, glicídios, esteróis e aminoácidos estes devem estar disponíveis sob forma livre e não sintetizados em protídeos ou proteínas. Os carboidratos são fonte de energia e o excesso é convertido em gorduras que fica como uma reserva de fonte energética. Podem também, em muitos casos, serem substituídos por gorduras e proteínas e depende da habilidade dos insetos para transformar essas substâncias em energia. (Panizzi e Parra, 1991).

Os aminoácidos são necessários para produção de tecidos e enzimas. Em dietas artificiais formam a maior parte, cerca de 40%, se há uma proporção menor de aminoácidos na dieta o crescimento é mais lento (Buzzi e Miyazaki, 1993). Já os açúcares agem como um estimulante alimentício para os insetos (Beck, 1965).

Os fertilizantes nitrogenados, especialmente os amoniacais, tem sido citados como causadores de efeitos drásticos no que tange à sensibilização da planta a pragas e doenças (Chaboussou, 1987).

Em estudos de Carvalho et al., (1984), trabalhando em casa de vegetação com solo e solução nutritiva, avaliando a influência do potássio em milho sobre *Spodoptera frugiperda* chegou a conclusão que a falta de potássio torna a planta mais susceptível.

De acordo com Raji 1990, a deficiência de potássio resulta, usualmente, no acúmulo de compostos nitrogenados solúveis e de açúcares em plantas, fontes de alimentos adequados para parasitas. Enquanto potássio em níveis mais elevados resulta em tecidos mais resistentes e paredes celulares mais espessas, mais

resistentes à penetração de agentes patogênicos, o nitrogênio tem efeito oposto. Portanto, o balanço entre esses dois nutrientes nos vegetais é especialmente importante no aumento da tolerância a doenças. Os mesmos mecanismos que afetam a tolerância das plantas a doenças também funcionam com insetos. Este mesmo autor cita que a aplicação de doses maiores de potássio induz ou aumenta a resistência das plantas a insetos através dos seguintes mecanismos: (a) Causando acúmulo de defensivos fenólicos e de seus derivados, considerados tóxicos para insetos; (b) Tornando as plantas menos palatáveis aos insetos e desse modo, causando não preferência; (c) Reforçando regiões celulares definidas para atuar como barreiras a pragas invasoras.

2.5. – A Lagarta-do-cartucho.

Entre os insetos fitófagos que atacam a cultura do milho, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) é considerada uma das pragas mais prejudiciais (Martins e Botton, 1996; Grützmacher et al., 2000). Inicialmente, *S. frugiperda* foi considerada uma espécie polífaga, com 23 famílias de plantas hospedeiras, porém foi considerada a sua divisão em dois biótipos (“milho” e “arroz”), atualmente, tais biótipos representam espécies crípticas associadas às plantas hospedeiras (Drès e Mallet, 2002). Neste contexto, esta lagarta tem assumido grande importância devido aos danos causados às plantas (GRÜTZMACHER et al., 2000), a dimensão das perdas provocadas pode variar em função da cultivar utilizada, da fase fenológica, do sistema de produção empregado e do local de plantio (SARMENTO et al., 2002) e que dependendo do nível populacional, a destruição da lavoura pode ser total (MARTINS et al., 2004).

No milho, é conhecida como lagarta do cartucho e as lagartas jovens consomem parte das folhas e mantêm a epiderme intacta, aparentando o sintoma de “raspagem”. As lagartas maiores perfuram as folhas e se desenvolvem no cartucho do milho, podendo também broquear a base da planta e atacar a espiga, à semelhança de outras lagartas (Grützmacher et al., 2000). Esta lagarta é uma das principais pragas da cultura do milho, podendo seu dano levar à redução de

até 34% no rendimento de grãos, dependendo, principalmente, do estágio da cultura em que ocorre o ataque (Valicente e Cruz, 1991; Cruz, 1995).

Cruz 1993 relata que a lagarta-do-cartucho, além de ser considerada a principal praga do milho no Brasil, atacando principalmente plantas jovens, chegando mesmo a impedir a produção de espigas comerciais, assume também grande importância no México, América Central e América do Sul, causando perdas de 15 a 37%.

No manejo da lagarta do cartucho, a utilização de produtos químicos ainda é a principal prática recomendada, porém com um aumento considerável no custo de produção. Em algumas regiões brasileiras, são necessárias até dez aplicações de inseticidas para o controle dessa praga, possivelmente devido à resistência desse inseto aos ingredientes ativos utilizados (Cruz et al., 1999). Práticas culturais que aumentam o grau de resistência das plantas estão sendo cada vez mais estudadas, tais como resistência de plantas do milho a pragas (Lima et al., 2006), controle biológico (Dequech et al., 2005), no Manejo Integrado de pragas (MIP), podendo auxiliar no controle de insetos-praga.

3. MATERIAL E MÉTODO.

3.1 – Caracterização da área.

O experimento foi instalado em um solo classificado como ESPODOSSOLO CÁRBICO Órtico típico A moderado, (Embrapa 1999), em uma área situada no terço inferior da elevação com 5 a 12% de declividade, localizada no campus da Escola Agrotécnica Federal de Crato-CE, no Cariri cearense, a uma latitude de 70 14" S, longitude 390 25" W e altitude de 442 metros. O clima é tropical úmido, correspondente à classificação AW de Koppen, com regime pluviométrico de 700 a 1.000 mm.ano⁻¹. A temperatura média anual é de 27⁰ C (Viana e Neumann, 2004).

3.2 – Caracterização do solo.

Para caracterização física e química do solo foi utilizada a metodologia descrita pela Embrapa (1997). Foram retiradas 10 amostras por meio de trado, para as camadas de 0 a 20 e 20 a 40 cm de profundidade. Estas amostras deram origem a uma amostra composta que foi destorroada e passada em peneira de 2 mm para determinação da composição granulométrica, classe textural, densidades do solo e de partícula, condutividade hidráulica, pH, Fósforo, Potássio, Cálcio + Magnésio, Alumínio, Sódio, Carbono Orgânico e Matéria Orgânica (Quadros 1 e 2).

Quadro 01 – Caracterização física do solo.

Composição Granulométrica			Densidade		Classe	Condutividade
(%)			g cm ⁻³		Textural	Hidráulica
Areia	Argila	Silte	Solo	Partícula	Areia	62,79
76,40	14,60	9,00	1,35	2,56	Franca	

Quadro 02 – Caracterização química do solo.

Prof.	pH ^r	P	K ⁺	Ca ⁺² +Mg ⁺²	Ca ⁺²	Al ⁺³	Na	H+Al	C.O.	M.O
	H ₂ O – 1,2,5	Mg dm ⁻³								g kg ⁻¹
0 – 20	6,27	7,7	0,25	6,15	4,30	0,1	0,03	0,49	3,91	6,74
20 - 40	6,45	5,6	0,16	7,10	5,40	0,15	0,03	0,41	7,87	13,5

3.3 – Delineamento estatístico.

O ensaio constituiu de um fatorial 5 (níveis de nitrogênio) x 5 (níveis e potássio) disposto em blocos ao acaso, com cinco repetições sendo cada parcela constituída por 49 plantas. Os níveis de nitrogênio consistiram em 0; 0,5; 1; 1,5 e 2 vezes a dose recomendada para a cultivar.

Nitrogênio

O adubo químico utilizado foi a uréia, que possui 45% de nitrogênio na sua formulação. As doses de nitrogênio foram parceladas em três aplicações, sendo uma na fundação, aos 15 e aos 30 dias após plantio, de acordo com as quantidades recomendadas para cada tratamento.

Potássio

Para o potássio, seguiu-se metodologia semelhante do nitrogênio, utilizando-se como adubo químico o cloreto de potássio (KCL) que possui 61,7% de K₂O na formulação. O potássio foi aplicado em uma única dose na fundação da cultura, de acordo com as quantidades recomendadas para cada tratamento.

Cada bloco foi constituído de 25 parcelas, cada uma das parcelas com 49 plantas, sendo 25 delas destinadas para o monitoramento da praga em questão, análise foliar para determinação de açúcares redutores e aminoácidos livres, análise de crescimento da planta e análise de produção. As demais plantas fora destinadas para a bordadura.

Para a análise de variância para regressão foi utilizado o assistat 7.3 beta, (Silva et all. 1996 e Silva 2002), atualizado em 29 de março de 2006, com registro no INPI 00040512.

Descrição dos tratamentos

N_0 = Ausência de uréia.

N_1 = 33,3 kg de uréia por ha.

N_2 = 66,6 kg de uréia por ha.

N_3 = 99,9 kg uréia por ha.

N_4 = 133,2 kg de uréia por ha.

O adubo potássico (KCl) foi distribuído em sucos ao lado da linha de plantio, em fundação no dia do plantio, nas seguintes proporções de acordo com o tratamento;

K_0 = Ausência de KCl.

K_1 = 32,4 kg de KCl por ha.

K_2 = 64,8 kg de KCl por ha.

K_3 = 97,2 kg de KCl por ha.

K_4 = 129,6 kg de KCl por ha.

O fósforo fornecido foi na forma de superfosfato triplo granulado possuindo 44% de P_2O_5 na formulação, considerando a recomendação 40 Kg de P_2O_5 por ha em fundação. Foi aplicado uma única dosagem de 90,9 kg de superfosfato simples por ha em fundação. O adubo foi distribuído em sucos ao lado da linha de plantio.

3.4 – Condução do Experimento.

Material vegetal

Foi semeado o milho híbrido A4454 do lote 411592 lançado pela Embrapa e amplamente usado no último ano de plantio na região do Cariri cearense.

Implantação.

O experimento foi implantado no dia 05 de julho de 2005 na área da petronila, no setor produtivo da Escola Agrotécnica Federal de Crato, ocupando uma área de 1600 metros quadrados. O milho híbrido foi semeado no espaçamento de 1,0 metros entre linha com 5 plantas por metro linear colocando 3 sementes por cova, não se fazendo desbaste posteriormente.

Características Agronômicas.

As características agronômicas da planta de milho foram avaliadas analisando as seguintes variáveis;

- Diâmetro do colo e altura da inserção da espiga.

Aos 60 dias após emergência, utilizando um paquímetro digital e uma trena mediu-se o diâmetro do colo e a altura da inserção da espiga em cinco plantas por tratamento pré-sorteadas.

- Massa seca da planta.

Visando não trabalhar com análise destrutiva para se evitar comportamento fora do padrão com relação à competição entre as plantas e a biologia da lagarta do cartucho, foram colhidas as plantas para obtenção do peso seco apenas aos 110 dias após a emergência, retirando-se cinco plantas por tratamento, pré-sorteadas, cortadas ao nível do solo e coletada a espiga. Em seguida foram colocadas em estufa e secas até permanecerem com peso constante.

Característica de Produção.

A análise de produção foi feita colhendo-se cinco espigas por parcela aos 66 dias após emergência e pesado com palha, com a finalidade de simular a colheita da espiga para milho verde.

Para simular a produção de grão foram pesados os grãos de cinco espigas por parcela colhidas aos 110 dias após a emergência.

Avaliação da concentração de açúcares redutores e aminoácidos livres.

Nos mesmos período utilizado para monitoramento da praga, foi colhida a terceira folha a partir da folha bandeira de três plantas escolhidas de forma aleatória por sorteio, de cada uma destas folhas foram pesados 2 gramas de limbo foliar e colocado em 20 mL de álcool 80%, para determinação de aminoácidos livres (Yemm & Willis, 1954), e de açúcares redutores (Yemm & Cocking 1955).

Monitoramento de danos da lagarta-do-cartucho.

A infestação de lagarta-do-cartucho no experimento em questão surgiu de forma natural em uma distribuição bastante representativa em todos os blocos.

Após 14 dias da emergência de 90% das plantas semeadas, foi feita a primeira amostragem, e daí por diante mais três amostragem aos 28, 42 e 56 dias após emergência (DAE).

A metodologia do levantamento do nível de danos utilizada foi com base em notas atribuídas de acordo com a gravidade do ataque da lagarta e descrito por Reis & Miranda Filho (2003), conforme descrito.

Para a avaliação utilizou-se a seguinte escala de notas:

- 0 - plantas sem danos;
- 1 - plantas com raspadura nas folhas;
- 2 - plantas com furo nas folhas;
- 3 - plantas com lesão nas folhas;
- 4 - plantas com lesão no cartucho;
- 5 - plantas com cartucho destruído.

Nos períodos pré-determinados acima foi feito o monitoramento para determinação do nível de danos da lagarta do cartucho, em cada uma das unidades experimentais foram monitoradas 5 plantas pré definidas por sorteio entre as 25 plantas consideradas úteis. O nível de danos transformado em notas foi anotado em planilha própria.

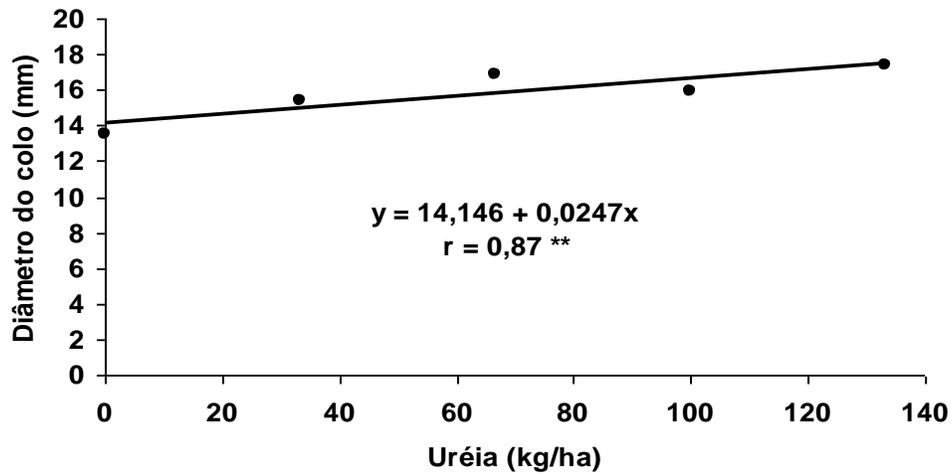
4. RESULTADO E DISCUSSÃO

4.1. – Desenvolvimento vegetativo.

O resultado da avaliação do efeito da adubação nitrogenada e potássica sobre o diâmetro do colo das plantas de milho encontra-se nas figuras 01 e 02, observa-se uma elevação com as doses de nitrogênio e decréscimo muito pouco com as doses de potássio sendo que os melhores resultados obtidos com a análise de regressão indicaram regressão linear para o nitrogênio e potássio conforme as retas de regressão, para os dados de altura da inserção da espiga (figura 03 e 04), observa-se redução na ausência de nitrogênio e de potássio e aumentou significativamente com os níveis destes nutrientes.

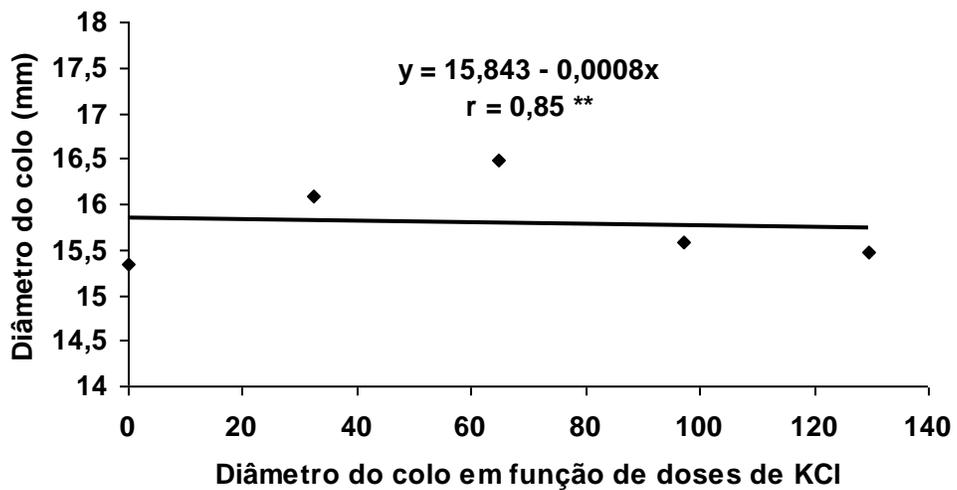
Segundo Argenta et al. (2001), a maior distância entre o ponto de inserção da espiga no colmo e o menor diâmetro do colmo favorece o aumento da porcentagem de plantas acamadas e quebradas antes da colheita. Com estes resultados o nitrogênio na dose recomendada ($66,6 \text{ kg ha}^{-1}$), contribui para o aumento do diâmetro do colo e confere um aumento médio na altura de inserção da espiga, o que pode ser importante para a diminuição do acamamento do milho. O nível N_3 ocasionou um aumento desta variável de 0,57 em relação ao nível N_0 e de 0,14 metros em relação ao nível N_2 . A aplicação de doses acima de $66,6 \text{ kg ha}^{-1}$ (N_2), tende a induzir um acamamento das plantas conforme observado no decorrer do experimento.

Pode ser verificado também, que ocorreu efeito diretamente proporcional das doses de nitrogênio no acúmulo de massa seca da parte aérea da planta e inversamente proporcional das doses de cloreto de potássio nesta mesma variável, conforme mostra a figura 05 e 06, comportamento semelhante ao ocorrido com os resultados obtidos com o diâmetro do colo, concordando com Araújo et al, (2004), os quais observaram diferença de 37% entre o acúmulo de massa seca da testemunha e da parcela que recebeu mais nitrogênio.



Diâmetro do colo em função de doses de uréia

Figura 01

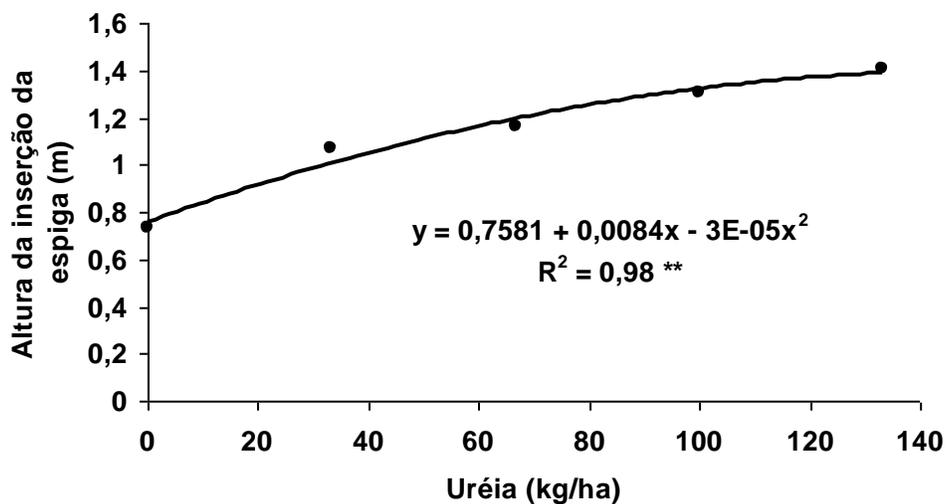


Diâmetro do colo em função de doses de Cloreto de potássio

Figura 02

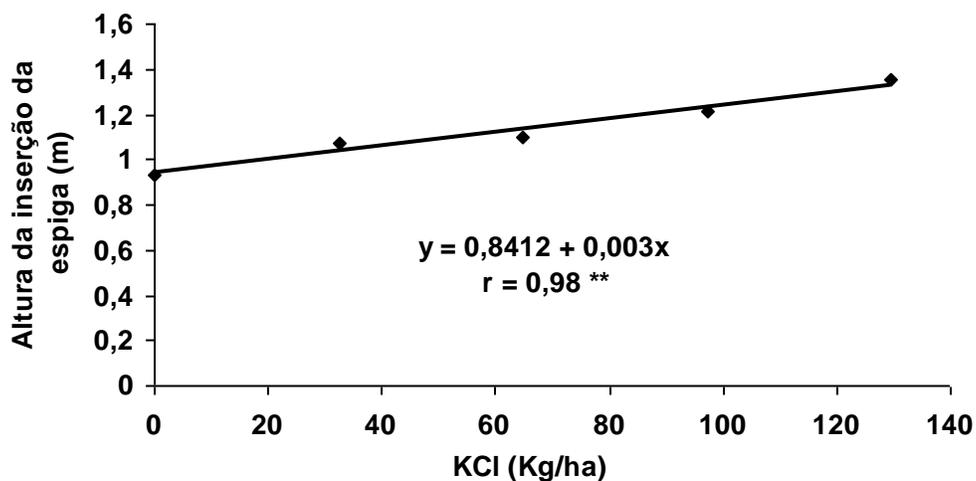
Com relação à aplicação dos níveis de cloreto de potássio resultado semelhante foram constatados por Pavinato e Ceretta (2004), entretanto Heckmann e Kamprath (1992) observaram que, em solo com elevado teor de

potássio disponível, o acúmulo de massa seca de milho foi incrementado com a aplicação de até 56 kg ha⁻¹ de K₂O.



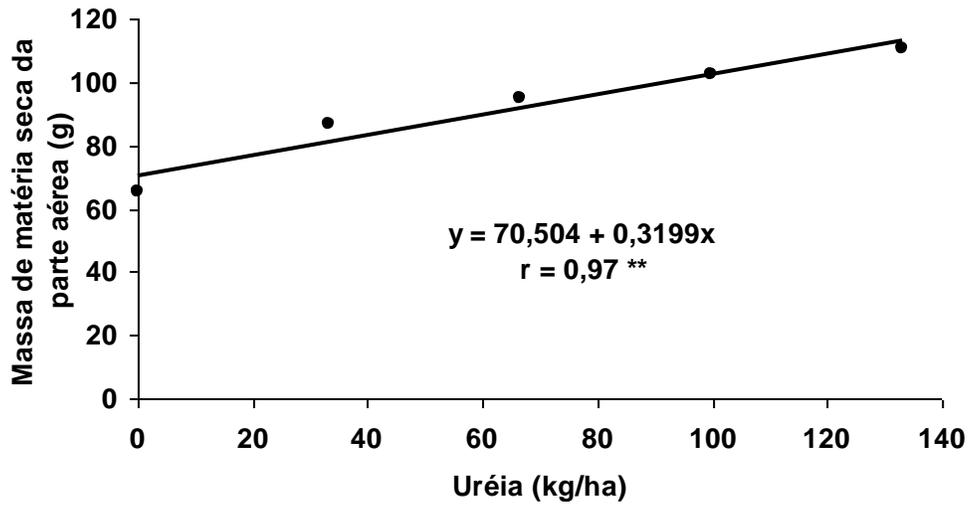
Altura da inserção da espiga em função de doses de uréia

Figura 03



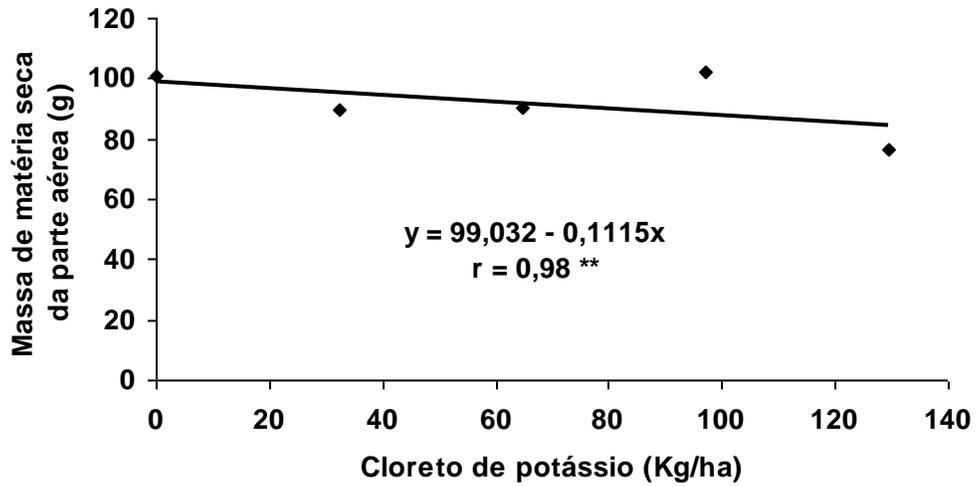
Altura da inserção da espiga em função de doses de cloreto de potássio

Figura 04



Massa de matéria seca da parte aérea em função de doses de uréia

Figura 05

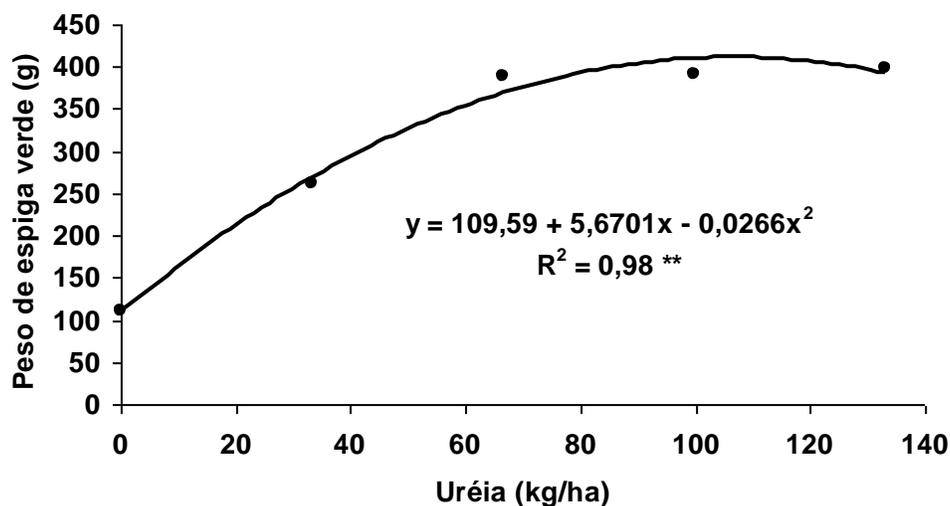


Massa de matéria seca da parte aérea em função de doses de cloreto de potássio

Figura 06

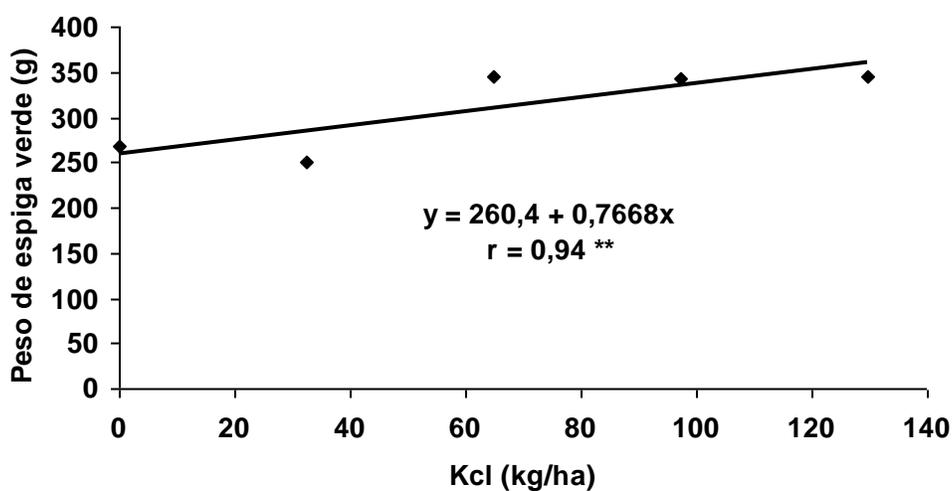
4.2. - Produção.

Com a análise de regressão, observa-se que a aplicação de nitrogênio e potássio contribuiu tanto para a produção de espiga de milho verde quanto com a produção de grãos (figuras 07, 08, 09 10)



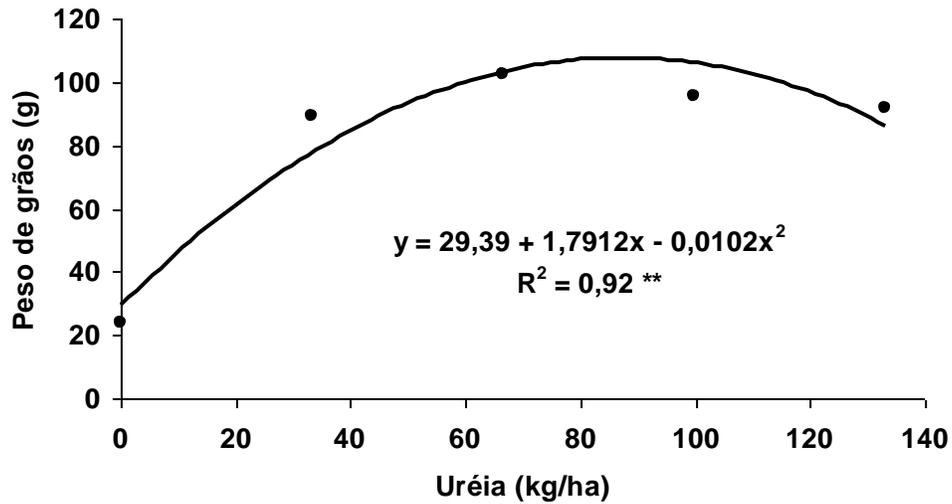
Peso de espiga verde em função de doses de uréia

Figura 07



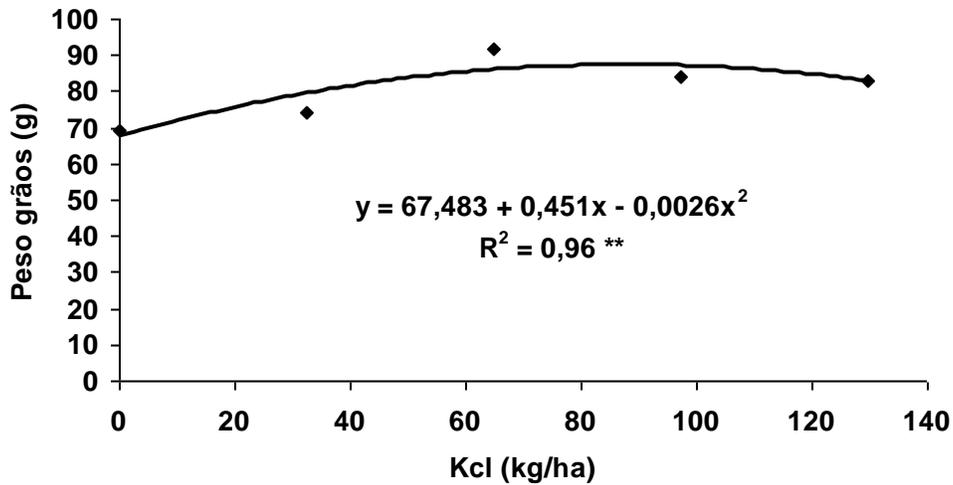
Peso de espiga verde em função de doses de cloreto de potássio

Figura 08



Peso grãos por planta em função de doses de uréia

Figura 09



Peso de grãos por planta em função de doses de cloreto de potássio

Figura 10

Com a aplicação de dose de nitrogênio, a produção de espigas de milho verde e de grãos, apresentaram acréscimo de acordo com curva de regressão

quadrática (figura 07 e 09), sendo que a dose de uréia considerada ideal para a cultura ($66,6 \text{ kg ha}^{-1}$ de uréia) apresentou forte tendência à maior viabilidade quanto à elevação da produtividade do milho tanto em espiga verde quanto em grão.

Amaral Filho et al. (2005), afirmaram que o aumento na doses de N em cobertura promoveu acréscimo na produtividade e o mesmo foi constatados por Novais et al. (1974), Neptune (1977) e Melgar et al. (1991), que obtiveram em semeaduras na safra de verão, incrementos significativos na produção de milho, de acordo com o aumento da adubação nitrogenada.

Quanto à adubação potássica, (figura 08 e 10) a produtividade para a espiga de milho verde apresentou resposta positivas. Para esta variável o potássio provocou aumento da produtividade para as doses $64,8$; $97,2$; e $129,6 \text{ kg ha}^{-1}$ de cloreto de potássio. Para o milho em grãos a aplicação de potássio na dose de $64,8 \text{ kg ha}^{-1}$ resultou no melhor produção.

Silveira (2002), afirma que o uso de potássio promoveu apenas 6% de acréscimo na produtividade de milho sob irrigação.

4.3. - Aminoácidos livres.

Os dados obtidos para esta variável indicam interação entre as diversas doses de nitrogênio e de potássio com relação ao acúmulo de aminoácidos livres em folhas de milho, e esta interação ocorre em todas as idades analisadas, aos 14, 28, 42 e 56 dias após a emergência (Quadro 03, 04, 05 e 06 e figuras 11, 12, 13 e 14). Observa-se que o teor de aminoácidos acumulados nas folhas do milho tende a aumentar com o aumento da adubação nitrogenada, mas diminui com o aumento da adubação potássica, isto se deve ao fato do nitrogênio ser um dos principais elementos constituintes dos aminoácidos e pela principal função do potássio que afeta o potencial osmótico das células. Concorda com esta afirmação Marschner (1995), quando afirma que o N potencializa e incrementa a síntese de aminoácidos e por consequência de proteínas e de ácidos nucléicos e que o K está relacionado com a síntese de proteínas e de carboidratos, além de estimular

o crescimento vegetativo da planta, a melhor utilização da água e a resistência a pragas e doenças.

Nestes casos temos para o nível zero de potássio (K_0), um aumento do acúmulo de aminoácidos nos níveis mais elevados de nitrogênio, e que quando foi aumentada a dose de potássio para o nível K_2 , o acúmulo de aminoácidos ocorre em menor proporção, porém significativo em níveis mais baixo de N. Observa-se ainda que a maior redução de aminoácido se deu no nível K_4 de potássio, o que reforça a hipótese de que o potássio afeta a síntese de proteína, transformando os aminoácidos acumulados nas folhas pela elevadas doses de N em proteína impedindo que estes compostos (aminoácidos livres) fiquem acumulados por longos períodos nas folhas das plantas. Este mesmo comportamento se repete para as demais épocas de colheita, (28, 42 e 56 dias após emergência) diferenciando apenas em alguns valores do teor de aminoácidos acumulados, sendo que aos 42 DAE tem-se uma forte tendência em acumular o maior teor de aminoácidos nas folhas do milho, isto pode acontecer devido ao fato de que a idade fenológica das plantas também interfere no acúmulo de vários compostos nos vegetais (Figuras 11, 12, 13, 14). Concorda com esta afirmação Larcher (1986), quando conclui que a idade fisiológica das plantas também pode apresentar diversas reações ao estímulo do meio, modificando a sua morfologia e rotas metabólicas.

Quadro 03 – Teor de aminoácidos livres em relação a doses de nitrogênio e de potássio em folhas de milho colhidas aos 14 DAE.

Níveis de KCl	Aminoácidos livres aos 14 DAE (mmol)	R ²	CV%
0 (0 kg/ha)	$y = 0,0988 - 0,0002x + 7E-06x^2$	0,79	7,68
1 (32,4 kg/ha)	$y = 0,0464 + 0,0017x - 9E-06x^2$	0,91	14,39
2 (64,8 kg/ha)	$y = 0,0665 + 0,0012x - 6E-06x^2$	0,43	11,74
3 (97,2 kg/ha)	$y = 0,0256 + 0,0007x$	0,99	17,52
4 (129,6 kg/ha)	$y = 0,044 - 0,0007x + 8E-06x^2$	0,80	20,27

Análise de variância para regressão a P = 0,01. x = doses de uréia.

Quadro 04 – Teor de aminoácidos livres em relação a doses de nitrogênio e de potássio em folhas de milho colhidas aos 28 DAE.

Níveis de KCl	Aminoácidos livres aos 28 DAE (mmol)	R ²	CV%
0 (0 kg/ha)	$y = 0,0896 - 0,0002x + 6E-06x^2$	0,97	9,16
1 (32,4 kg/ha)	$y = 0,0876 - 0,0002x + 7E-06x^2$	0,98	7,73
2 (64,8 kg/ha)	$y = 0,0479 + 0,0005x$	0,88	15,44
3 (97,2 kg/ha)	$y = 0,058 + 7E-05x + 4E-06x^2$	0,96	11,68
4 (129,6 kg/ha)	$y = 0,0479 - 0,0002x + 8E-06x^2$	0,96	12,81

Análise de variância para regressão a P = 0,01. x = doses de uréia.

Quadro 05 – Teor de aminoácidos livres em relação a doses de nitrogênio e de potássio em folhas de milho colhidas aos 42 DAE.

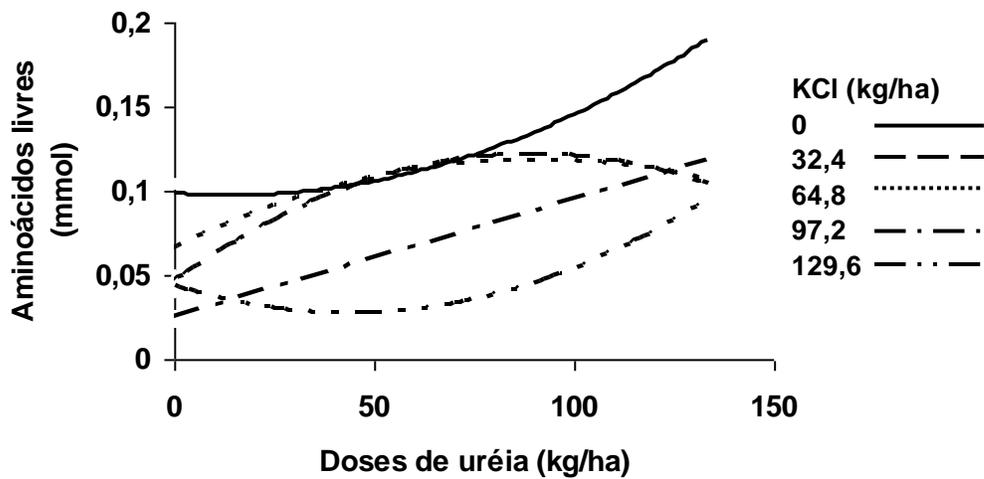
Níveis de KCl	Aminoácidos livres aos 42 DAE (mmol)	R ²	CV%
0 (0 kg/ha)	$y = 0,1604 + 0,0018x - 7E-06x^2$	0,94	3,75
1 (32,4 kg/ha)	$y = 0,1563 + 0,0007x$	0,97	4,87
2 (64,8 kg/ha)	$y = 0,1377 + 0,0006x$	0,98	6,11
3 (97,2 kg/ha)	$y = 0,0962 + 0,0013x - 5E-06x^2$	0,98	3,51
4 (129,6 kg/ha)	$y = 0,1089 + 0,0002x + 3E-06x^2$	0,99	4,59

Análise de variância para regressão a P = 0,01. x = doses de uréia.

Quadro 06 – Teor de aminoácidos livres em relação a doses de nitrogênio e de potássio em folhas de milho colhidas aos 56 DAE.

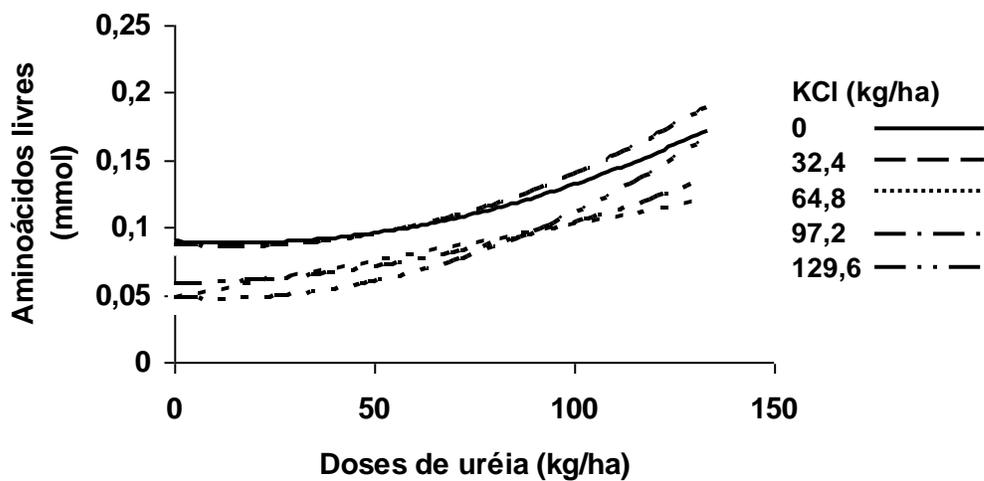
Níveis de KCl	Aminoácidos livres aos 56 DAE (mmol)	R ²	CV%
0 (0 kg/ha)	$y = 0,178 + 0,0002x$	0,44	5,24
1 (32,4 kg/ha)	$y = 0,1425 + 0,0002x + 1E-06x^2$	0,53	6,51
2 (64,8 kg/ha)	$y = 0,1137 + 0,0003x$	0,81	6,17
3 (97,2 kg/ha)	$y = 0,0895 + 0,0006x - 2E-06x^2$	0,93	6,46
4 (129,6 kg/ha)	$y = 0,0566 + 0,0004x$	0,90	16,67

Análise de variância para regressão a P = 0,01. x = doses de uréia.



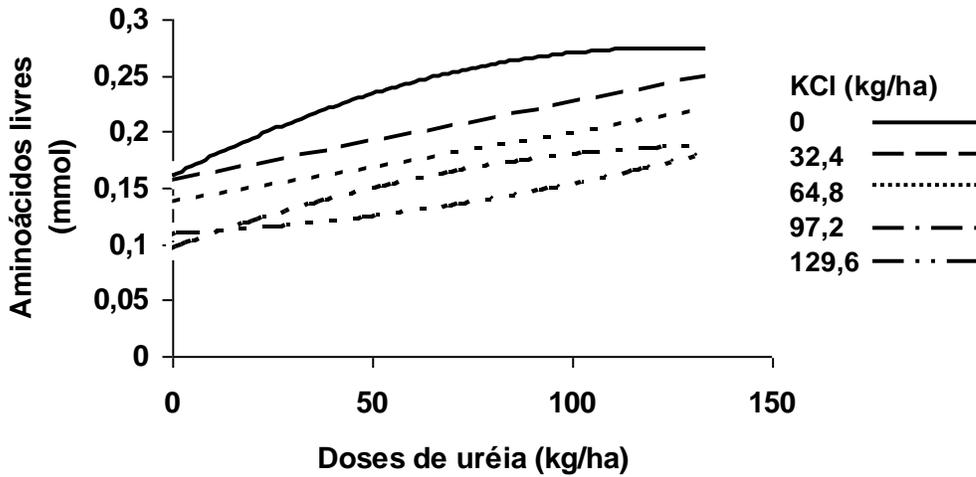
Aminoácidos livres em função de doses de uréia e doses de KCl aos 14 DAE

Figura 11



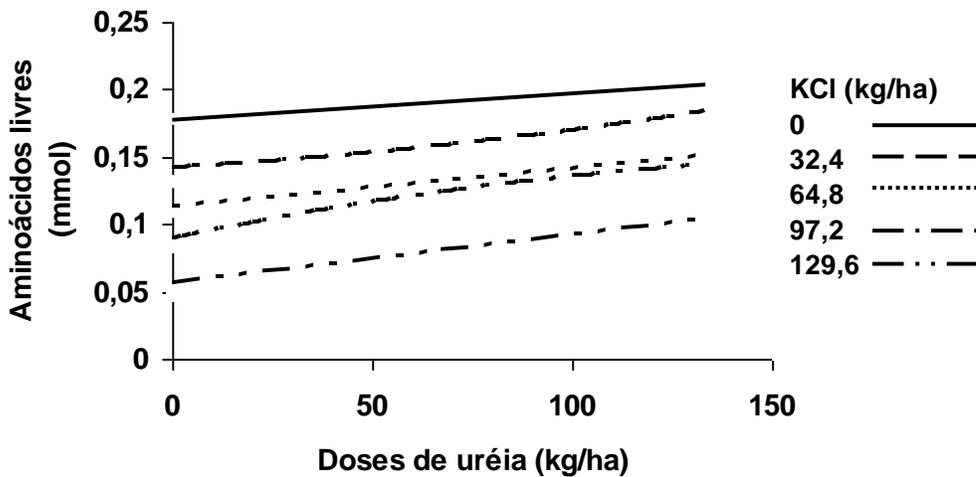
Aminoácidos livres em função de doses de uréia e doses de KCl aos 28 DAE

Figura 12



Aminoácidos livres em função de doses de uréia e doses de KCl aos 42 DAE

Figura 13



Aminoácidos livres em função de doses de uréia e doses de KCl aos 56 DAE

Figura 14

4.4. - Açúcares Redutores.

Pode ser verificado que ocorre interação entre as diversas doses de nitrogênio e de potássio com relação ao acúmulo de açúcares redutores em folhas de milho, e esta interação ocorreu em todas as idades analisadas, aos 14, 28, 42 e 56 DEA, (Quadros 07, 08, 09 e 10). O teor de açúcares redutores nas folhas do milho tendeu a diminuir com o aumento da adubação nitrogenada e com o aumento da adubação potássica. Isto evidencia a importante função destes dois nutrientes no processo de formação de aminoácidos a partir de composto de seis carbonos oriundos da fotossíntese. Em caso de deficiência destes elementos estes compostos se acumulariam na forma de açúcares. Concorda com esta afirmação Marschner (1995) quando afirma que o N potencializa e incrementa a síntese de aminoácidos, proteínas e de ácidos nucleicos e que o K está relacionado com a síntese de proteínas e de carboidratos, além de estimular o crescimento vegetativo da planta, a melhor utilização da água e a resistência a pragas e doenças. Segundo Van Raij (1990), a deficiência de potássio e nitrogênio resulta no acúmulo de açúcares em plantas.

Provavelmente deve existir algum efeito inerente da idade fenológica da planta com relação à idade de 28 DAE, pois nesta idade, o teor de açúcares no tratamento K_0 se comporta de forma diferenciada às demais idades, onde o nível K_0 apresenta maior acúmulo de açúcares, na idade de 28 DAE, apenas quando foram aplicados $99,9 \text{ kg ha}^{-1}$ houve maior acúmulo açúcares neste nível. Segundo Larcher (1986), a idade fisiológica das plantas também pode apresentar diversas reações ao estímulo do meio, modificando a sua morfologia e rotas metabólicas. Temos o maior acúmulo de açúcares na idade de 42 DAE, no tratamento N_2K_0 , ou seja; ausência de potássio e $66,6 \text{ kg}$ de uréia por ha. E o menor acúmulo de açúcares na idade de 14 DAE no tratamento N_4K_4 , ou seja, o dobro da adubação ideal para o potássio e nitrogênio, o que reforça a hipótese de que o potássio e o nitrogênio têm sua função na síntese de proteína, transformando elementos de baixo peso molecular em compostos como aminoácidos e proteínas impedindo que estes compostos (açúcares redutores) fiquem acumulados por longos períodos nas folhas de milho. De acordo com as figuras 15, 16, 17 e 18, observa-

se uma diminuição do teor e açúcares com o aumento do nível e nitrogênio e do nível de potássio.

Quadro 07 – Teor de açúcares redutores em relação a doses de nitrogênio e de potássio em folhas de milho colhidas aos 14 DAE.

			CV%
0 (0 kg/ha)	$y = 53,84 - 0,1382x$	0,90	15,27
1 (32,4 kg/ha)	$y = 40,515 - 0,126x$	0,87	26,14
2 (64,8 kg/ha)	$y = 39,087 - 0,1419x$	0,97	13,71
3 (97,2 kg/ha)	ns	Ns	ns
4 (129,6 kg/ha)	ns	Ns	ns

Análise de variância para regressão a $P = 0,01$. x = doses de uréia.

Quadro 08 – Teor de açúcares redutores em relação a doses de nitrogênio e de potássio em folhas de milho colhidas aos 28 DAE.

Níveis de KCl	Aminoácidos livres aos 28 DAE (mmol)	R ²	CV%
0 (0 kg/ha)	$y = 55,369 + 0,1769x - 0,002x^2$	0,99	6,88
1 (32,4 kg/ha)	$y = 67,093 - 0,1337x$	0,89	14,26
2 (64,8 kg/ha)	$y = 76,532 - 0,6x + 0,0027x^2$	0,99	10,85
3 (97,2 kg/ha)	$y = 54,497 - 0,5714x + 0,0031x^2$	0,45	21,96
4 (129,6 kg/ha)	$y = 37,799 - 0,0767x$	0,65	12,63

Análise de variância para regressão a $P = 0,01$. x = doses de uréia.

Quadro 09 – Teor de açúcares redutores em relação a doses de nitrogênio e de potássio em folhas de milho colhidas aos 42 DAE.

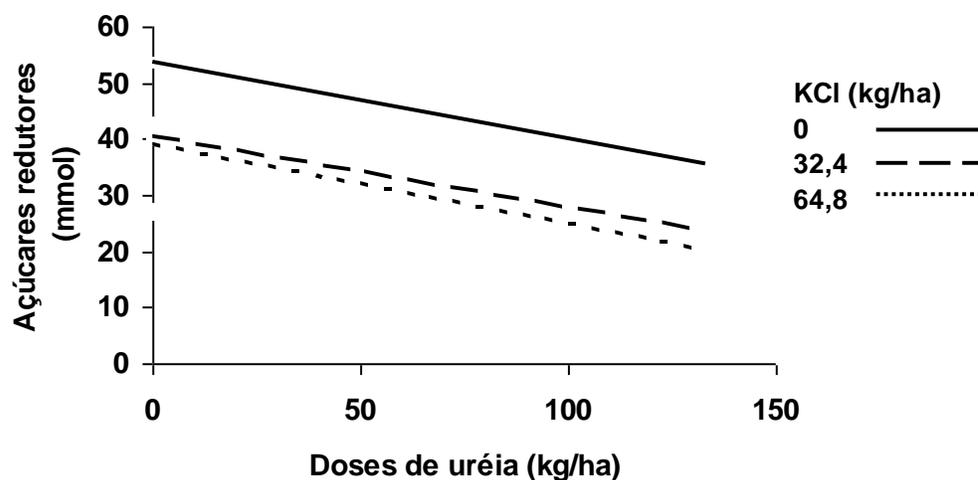
Níveis de KCl	Aminoácidos livres aos 42 DAE (mmol)	R ²	CV%
0 (0 kg/ha)	$y = 71,758 + 0,4851x - 0,0045x^2$	0,77	9,56
1 (32,4 kg/ha)	$y = 65,957 - 0,102x - 0,0013x^2$	0,98	6,63
2 (64,8 kg/ha)	$y = 61,172 - 0,1965x$	0,95	10,13
3 (97,2 kg/ha)	$y = 52,72 - 0,1659x$	0,99	11,06
4 (129,6 kg/ha)	$y = 40,629 + 0,1451x - 0,0017x^2$	0,36	12,71

Análise de variância para regressão a $P = 0,01$. x = doses de uréia.

Quadro 10 – Teor de açúcares redutores em relação a doses de nitrogênio e de potássio em folhas de milho colhidas aos 56 DAE.

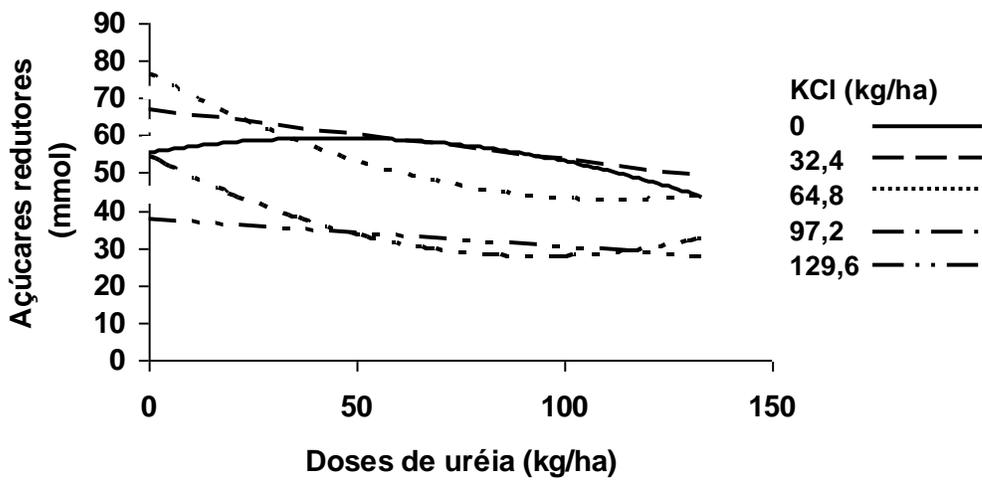
Níveis de KCl	Aminoácidos livres aos 56 DAE (mmol)	R ²	CV%
0 (0 kg/ha)	$y = 63,309 - 0,0817x$	0,78	10,01
1 (32,4 kg/ha)	$y = 49,072 - 0,4521x + 0,0031x^2$	0,56	12,46
2 (64,8 kg/ha)	$y = 53,375 - 0,6275x + 0,0035x^2$	0,97	12,30
3 (97,2 kg/ha)	$y = 45,244 - 0,0091x - 0,0014x^2$	0,87	11,28
4 (129,6 kg/ha)	$y = 32,599 - 0,0837x$	0,84	17,56

Análise de variância para regressão a P = 0,01. x = doses de uréia.



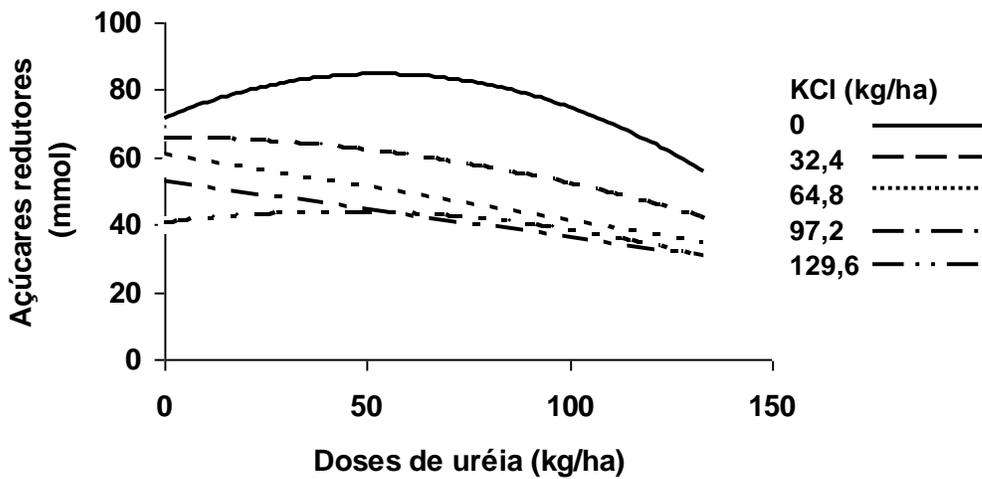
Acúmulo de açúcares redutores em função de doses de uréia e doses de KCl aos 14 DAE

Figura 15



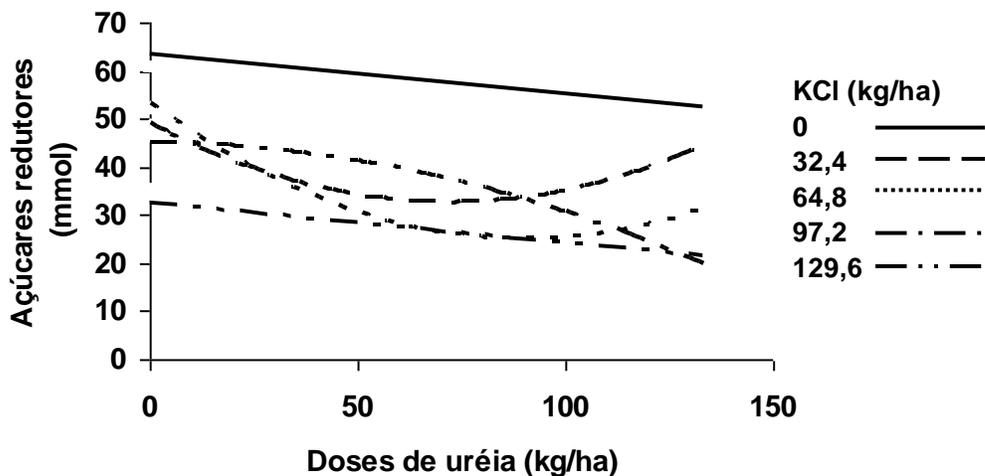
Acúmulo de açúcares redutores em função de doses de uréia e doses de KCl aos 28 DAE

Figura 16



Acúmulo de açúcares redutores em função de doses de uréia e doses de KCl aos 42 DAE

Figura 17



Acúmulo de açúcares redutores em função de doses de uréia e doses de KCl aos 56 DAE

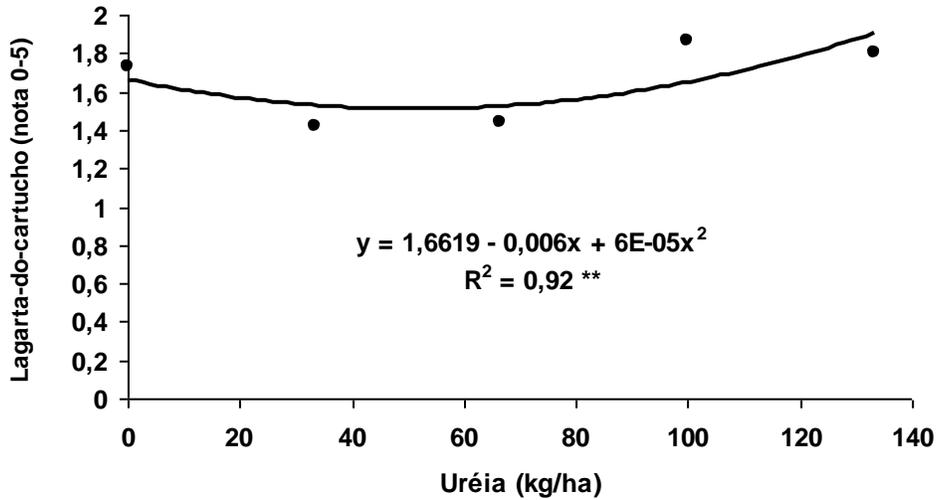
Figura 18

4.5. – Danos da Lagarta-do-cartucho.

Em relação à adubação nitrogenada

A avaliação dos danos da lagarta do cartucho por meio de escala de notas, variando de 0 a 5, apresentou significância a 1%, com relação à adubação nitrogenada, aos 14 dias após a emergência de plantas de milho (DAE) (Figura 19). Os danos foram maiores em plantas sem N, ou quando receberam doses deste nutriente acima das recomendadas (99,9 e 133,2 kg/ha), O teor de aminoácidos nas folhas de milho pode explicar a elevação dos danos nos tratamentos com excesso de N, pois os aminoácidos são nutrientes essenciais para a nutrição de insetos (Buzzi e Miyazaki, 1993), produção de tecidos e enzimas; correspondem cerca de 40% da composição de dietas artificiais de insetos, prejudicando o seu crescimento quando ocorre carência. Carnevalli et al. (1993) observaram a influência do N sobre *S. frugiperda*, concluindo que a menor incidência de pupas mortas, ocorreu nos tratamentos com doses crescentes deste nutriente em cobertura. Na ausência de N, o dano de *S. frugiperda* foi

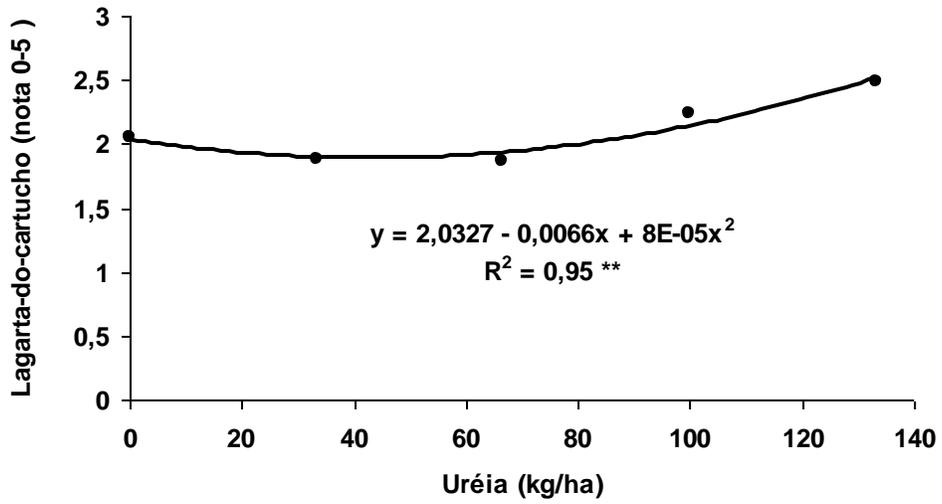
significativamente superior aos tratamentos com 33,3 e 66,6 kg/ha deste nutriente e o teor de açúcares redutores foi superior, favorecendo a alimentação da praga. Segundo Beck (1965), os açúcares são estimulantes de alimentação dos insetos.



Danos da lagarta-do-cartucho em função de doses de uréia aos 14 DAE

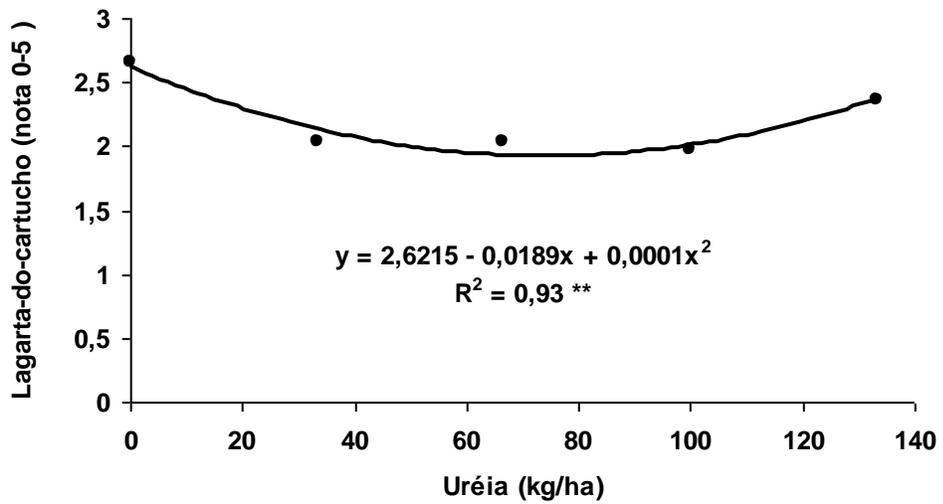
Figura 19

Aos 28 DAE, o maior teor de aminoácidos foi obtido em N₄ (133,2 kg.ha⁻¹ de uréia), (figura 12) e o de açúcares em N₀ (figura 16). No entanto, os maiores danos ocorreram nos tratamentos com 99,9 e 132,2 kg.ha⁻¹ de N, conforme mostra a equação de regressão na figura 20. Assim, as evidências indicam que o acúmulo de aminoácidos e o estágio fenológico do milho foram os mais importantes variáveis, no aumento dos danos de *S. frugiperda*, quando comparado com o estágio fenológico aos 14 DAE.



Danos da lagarta-do-cartucho em função de doses de uréia aos 28 DAE

Figura 20

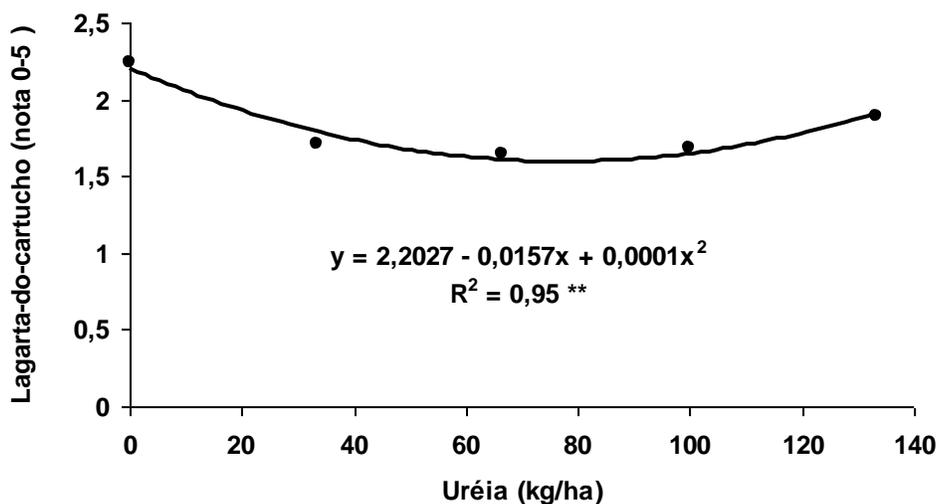


Danos da lagarta-do-cartucho em função de doses de uréia aos 42 DAE

Figura 21

Aos 42 DAE o teor de aminoácidos variou entre 0,133 (0 kg.ha⁻¹ de uréia) a 0,219 mmol (133,2 kg.ha⁻¹ de uréia) (figura 13). Por outro lado, os teores de açúcares decresceram (figura 17), apresentando maiores valores para os tratamentos 0; 33,3 e 66,6 kg.ha⁻¹ de uréia e os maiores danos de *S. frugiperda* foram obtidos nos tratamentos com ausência de N e 133,2 kg.ha⁻¹ de uréia. Nesse caso, o acúmulo de aminoácidos nas doses mais elevadas de uréia e o acúmulo de açúcares nas menores doses de uréia tiveram maior influência sobre danos dessa praga (figura 21).

No estágio fenológico do milho, aos 56 DAE (figura 22), o comportamento das variáveis aminoácidos e açúcares foram semelhantes aos encontrados no estágio anterior, porém o maior dano de *S. frugiperda* foi obtido no tratamento com ausência de N.



Danos da lagarta-do-cartucho em função de doses de uréia aos 56 DAE

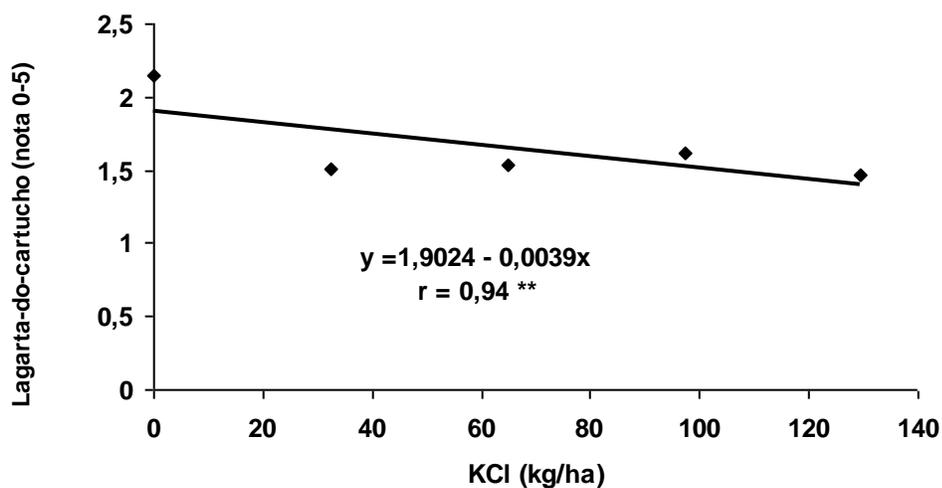
Figura 22

Os resultados observados aos 14, 28, 42 e 56 DAE do milho evidenciaram que os danos de *S. frugiperda* podem depender do estágio fenológico da cultura, dos teores de aminoácidos e açúcares, bem como da carência e excesso de N.

Em relação à adubação potássica

Aos 14 DAE ocorreu maior dano de *S. frugiperda* (figura 23) e maiores teores de aminoácidos e açúcares redutores na ausência de K (Figuras 11 e 15). Este elemento é muito importante no transporte de nutrientes, bem como na formação de aminoácidos, peptídeos e proteínas. Equilibra as reações metabólicas no interior dos tecidos, reduz as concentrações de aminoácidos e açúcares, contribuindo para uma maior tolerância de plantas ao ataque de insetos.

Segundo Raij (1990), a deficiência de K resulta, comumente, no acúmulo de compostos nitrogenados solúveis e de açúcares em plantas, fontes de alimentos adequados para pragas. O autor, também, afirmou que a aplicação de doses maiores de K induz ou aumenta a tolerância das plantas a insetos através dos seguintes mecanismos: (a) acúmulo de compostos fenólicos e de seus derivados, considerados tóxicos para insetos; (b) não preferência das plantas aos insetos, devido à redução da palatabilidade; (c) formação de regiões celulares definidas para atuarem como barreiras ao ataque de pragas.



Danos da lagarta-do-cartucho em função de doses de KCl aos 14 DAE

Figura 23

Aos 28 DAE (figura 24), os maiores danos de *S. frugiperda* foram observados nos tratamentos K₀ (0 kg/ha de KCl) e K₁ (32,4 kg/ha de KCl), correspondendo ao alto teor de aminoácidos (0,122 mmol) e de açúcares (58,188 mmol) (Figura 12 e 16), evidenciando que essas variáveis afetaram positivamente a alimentação da praga nesta fase fenológica de desenvolvimento do milho.

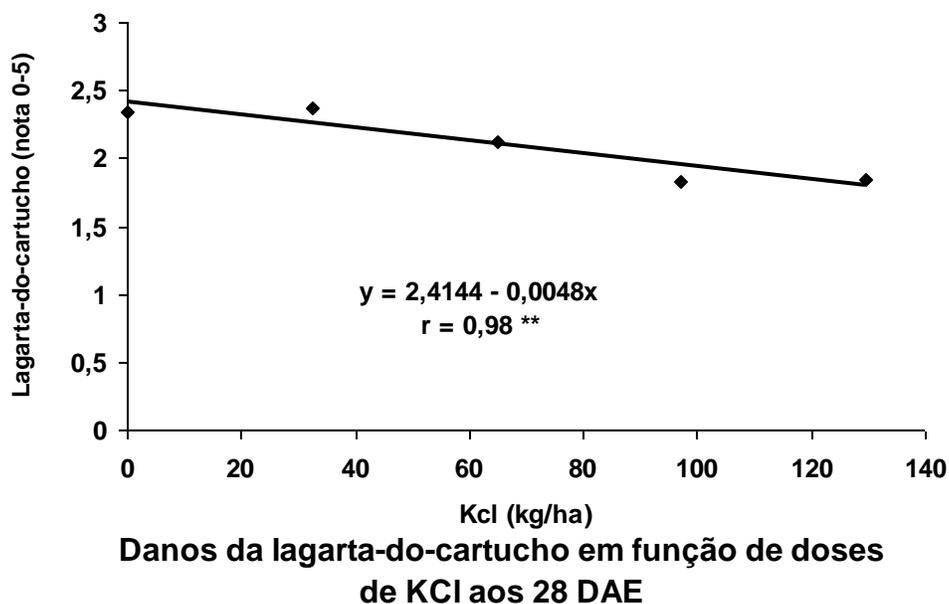
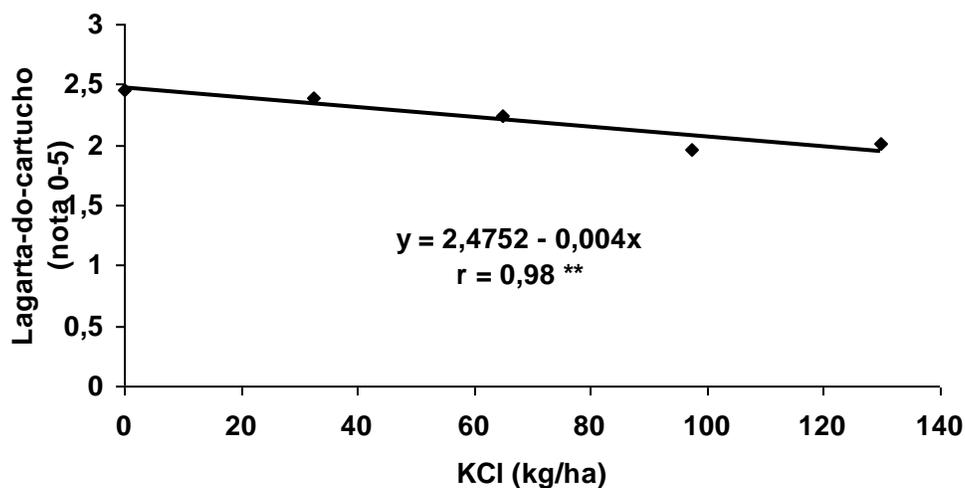


Figura 24

Aos 42 DAE, os diferentes níveis de K (figura 25), os teores de aminoácidos (figura 13) e açúcares (figura 17) apresentaram comportamento equivalente ao de 28 DAE, em relação aos danos de *S. frugiperda*. Os maiores danos da lagarta foram obtidos nos níveis de K₀; K₁ (32,4) e K₂ (64,8 kg ha⁻¹ de KCl) e níveis de aminoácidos de 0,233; 0,202 e 0,178 mmol, respectivamente. Esses resultados corroboram com Carvalho et al. (1994), ao observarem que a falta de K tornou as plantas de milho mais suscetíveis à *S. frugiperda*.

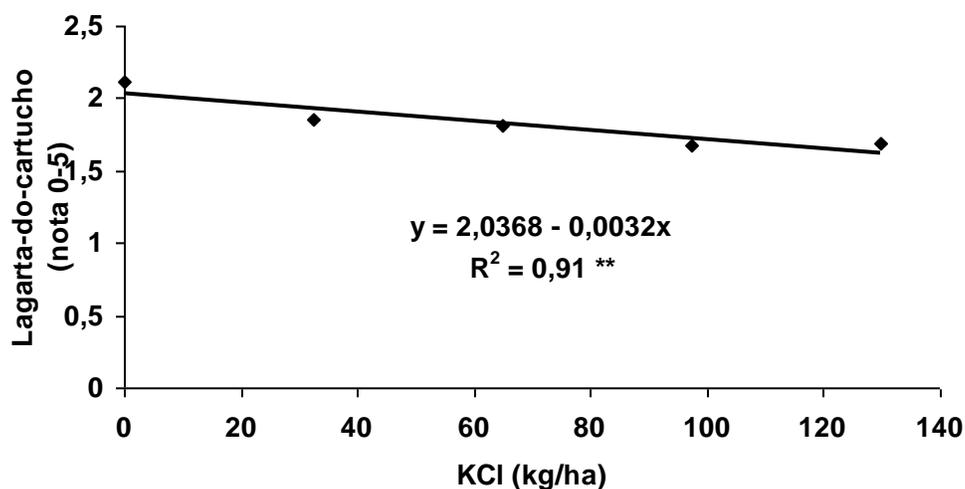
Na figura 26, aos 56 DAE, observa-se, também, que os danos de *S. frugiperda* foram mais elevados no tratamento K₀, correspondendo aos maiores teores de aminoácidos (0,190 mmol) e açúcares (57,869 mmol). O fato demonstra a importante função do K no metabolismo das plantas, evitando o acúmulo de

substâncias solúveis, que constituem alimentos preferenciais para as pragas. Essas substâncias são mais abundantes nas plantas com carência de K (Trollener et al., 1977).



Danos da lagarta-do-cartucho em função de doses de KCl aos 42 DAE

Figura 25



Danos da lagarta-do-cartucho em função de doses de KCl aos 56 DAE

Figura 26

4. RESULTADO E DISCUSSÃO

4.1. – Desenvolvimento vegetativo.

O resultado da avaliação do efeito da adubação nitrogenada e potássica sobre o diâmetro do colo das plantas de milho encontra-se nas figuras 01 e 02, observa-se uma elevação com as doses de nitrogênio e decréscimo muito pouco com as doses de potássio sendo que os melhores resultados obtidos com a análise de regressão indicaram regressão linear para o nitrogênio e potássio conforme as retas de regressão, para os dados de altura da inserção da espiga (figura 03 e 04), observa-se redução na ausência de nitrogênio e de potássio e aumentou significativamente com os níveis destes nutrientes.

Segundo Argenta et al. (2001), a maior distância entre o ponto de inserção da espiga no colmo e o menor diâmetro do colmo favorece o aumento da porcentagem de plantas acamadas e quebradas antes da colheita. Com estes resultados o nitrogênio na dose recomendada ($66,6 \text{ kg ha}^{-1}$), contribui para o aumento do diâmetro do colo e confere um aumento médio na altura de inserção da espiga, o que pode ser importante para a diminuição do acamamento do milho. O nível N_3 ocasionou um aumento desta variável de 0,57 em relação ao nível N_0 e de 0,14 metros em relação ao nível N_2 . A aplicação de doses acima de $66,6 \text{ kg ha}^{-1}$ (N_2), tende a induzir um acamamento das plantas conforme observado no decorrer do experimento.

Pode ser verificado também, que ocorreu efeito diretamente proporcional das doses de nitrogênio no acúmulo de massa seca da parte aérea da planta e inversamente proporcional das doses de cloreto de potássio nesta mesma variável, conforme mostra a figura 05 e 06, comportamento semelhante ao ocorrido com os resultados obtidos com o diâmetro do colo, concordando com Araújo et al, (2004), os quais observaram diferença de 37% entre o acúmulo de massa seca da testemunha e da parcela que recebeu mais nitrogênio.

5. - CONCLUSÕES.

- O aumento dos níveis de nitrogênio a partir da dose 66,6 kg ha⁻¹ não contribui para o incremento na produção de espiga de milho verde.
- Os teores de aminoácidos acumulados nas folhas do milho são diretamente proporcionais à aplicação dos níveis de nitrogênio e inversamente proporcional ao de potássio.
- Os teores de açúcares redutores nas folhas do milho diminuem com o aumento da adubação nitrogenada e da adubação potássica.
- A lagarta do cartucho causa maiores danos em plantas de milho na ausência ou com excesso de nitrogênio.
- Os danos da lagarta do cartucho em folhas de milho, são maiores na ausência de adubação potássica.

6. - BIBLIOGRAFIA CITADA.

AGRIANUAL. **Anuário Estatístico**. São Paulo, SP: FNP Consultoria & Comércio, 2005. 520p.

AGRIANUAL: **Anuário da Agricultura Brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria e Comércio, 2004. p. 373-395.

AMARAL FILHO, J. P. R. DO; FORNASIERI FILHO, D.; FARINELLI, R.; BARBOSA, J. C. Espaçamento, densidade populacional e adubação nitrogenada na cultura do milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo** vol. 29 no.3 Viçosa Maio/Junho 2005.

AMARAL FILHO, J. P. R. DO. Espaçamento, Densidade Populacional e Adubação Nitrogenada na Cultura do Milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 29:467-473, 2005.

ARAÚJO, L. A. N. DE; FERREIRA, M. E.; CRUZ, E M. C. P. DA. Adubação nitrogenada na cultura do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.8, p.771-777, ago. 2004.

ARGENTA, G.; SILVA, P.R.F.; SANGOI, L. Arranjo de plantas em milho: análise do estado da arte. **Ciência Rural, Santa Maria**, v.31, n.5, p.1075-1084, 2001.

BECK, S. T.. Resistance of plants to insects. **Annual Review Entomology**, 10: 207-232. 1965

BECKER, M.; MEURER, E.J. Morfologia de raízes, suprimento e influxo de potássio em plantas de milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.10, n.2, p.259-263, 1986.

BRAGA, J.M. Potássio. In: Curso de Fertilidade e Manejo do Solo, Viçosa, 1996. **Fertilidade e manejo do solo**. Brasília: ABEAS, 1996. mód. 8, 62p.

BRESSANI, R. Protein quality of high lysine maize for humans. **Am. Assoc. Cereal Chem.**, 1991. 36 (9): 806- 811.

BULLOCK, D.G. Grain yield, stalk rot, and mineral concentration of fertirrigated corn as influenced by N, P, K. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v.13, n.8, p.915-937, 1990.

BUZZI, Z. J. & MIYAZAKI, R. D. **Entomologia didática**. 2^a Ed. UFPR, Curitiba, 262p. 1993.

CANTARELLA, H. Calagem e adubação do milho. In: BÜL, L.T.; CANTARELLA, H. (Eds). **Cultura do milho: fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba : POTAFOS, 1993. p.147-198.

CARDOSO, M.J.; CARVALHO, H.W.L. de; LEAL, M. de L. da S.; SANTOS, M.X. dos. Comportamento, adaptabilidade e estabilidade de híbridos de milho no Estado do Piauí no ano agrícola de 1998. **Revista Científica Rural**, v.5, p.146-153, 2000.

CARNEVALLI, P. C., ADDE, M. F. V. & CALAFIORI, M. H. -. Efeito de nitrogênio em milho (*Zea mays* L.) sobre *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797). **Ecossistema**, Espírito Santo do Pinhal. 18: 108-118. 1993.

CARVALHO, H. W. L. DE; LEAL, M. DE L. DA S.; SANTOS, M. X. DOS; MONTEIRO, A. A. T.; CARDOSO, M. J. & CARVALHO, B. C. L. DE. Estabilidade de Cultivares de milho em três ecossistemas do Nordeste Brasileiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília**, v.35, n.9, p.1773-1781, set. 2000

CARVALHO, H.W.L. de.; LEAL, M. de L da S.; CARDOSO, M.J.; SANTOS, M.X. dos; TABOSA, J.N.; SANTOS, M.D. dos; LIRA, M.A. Adaptabilidade e estabilidade de híbridos de milho em diferentes condições ambientais do Nordeste brasileiro. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.1, p.75-82, 2002.

CARVALHO, H.W.L. DE; LEAL, M. DE L. DA S.; CARDOSO, M.J.; SANTOS, M.S. DOS; CARVALHO, B.C.L. DE; TABOSA, J.N.; LIRA, M.A.; ALBUQUERQUE, M.M. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho no Nordeste brasileiro no ano agrícola de 1998. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.36, p.637-644, 2001.

CARVALHO, H. W. L. de; SANTOS, M.X. dos; LEAL, M. de L. da S.; PACHECO, C.A.P.; CARVALHO, B.C.L. de; LIRA, M.A. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho no Nordeste brasileiro no ano de 1995. **Revista Científica Rural**, Bagé, v.3, n.1, p.8-14, 1998.

CARVALHO, R. B.; TRISTÃO, M. M; GIACON, E.; CALAFIORI, M. H.; TEIXEIRA, N. T. BUENO, B. F. Estudo e diferentes dosagens de potássio em milho (*Zea mays* L.) influenciando sobre *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797). **Ecossistema**, Esp. Sto. do Pinhal, 9: 95 – 100. 1984.

CARVALHO, R. P. L. **Danos, flutuações da população, controle e comportamento de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith 1797), e sua suscetibilidade de diferentes genótipos de milho, em condições de campo.** Piracicaba, 1970. 170P. Tese (Doutorado) - ESALQ/USP.

CASAGRANDE, J. R. R. FORNASIERI FILHO, D. Adubação Nitrogenada na Cultura do Milho Safrinha. **Pesquisa. Agropecuária. Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 1, p. 33-40, jan. 2002

CHABOUSSOU, F. **Plantas doentes pelo o uso de agrotóxicos: A teoria da trofobiose.** L & P. M., Porto Alegre, 256p. 1987.

COSER, R.P.S. **Adubação nitrogenada no espigamento em dois híbridos de milho e três níveis de aplicação de nitrogênio no período vegetativo.** 2003. 100f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Programa de Pós-graduação em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

CRUZ, I. Manejo integrado de pragas de milho com ênfase para o controle biológico. In **Ciclo de Palestras sobre Controle Biológico de Pragas.** Campinas, 170p. 1995.

CRUZ, I. **Recomendações técnicas para o cultivo do milho: principais pragas e seu controle.** Brasília: EMBRAPA-SPI, Documentos, 204p. 1993.

CRUZ, I., P.A.VIANA & J.M. WAQUIL. **Manejo das pragas iniciais de milho mediante o tratamento de sementes com inseticidas sistêmicos.** Sete Lagoas: EMBRAPA/CNPMS, 39p. 1999.

DEQUECH, S. T. B., SILVA, R. F. P. DA and FIUZA, L. M.. **Interaction between Spodoptera frugiperda (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae), Campoletis flavicincta (Ashmead) (Hymenoptera: Ichneumonidae) and Bacillus thuringiensis aizawai, in laboratory.** Neotrop. Entomol., Nov./Dec. 2005, vol.34, no.6, p.937-944. ISSN 1519-566X.

DRÈS, M.; MALLET, J. Host races in plant-feeding insects and their importance sympatric speciation. Philosophical Transactions: **Biological Sciences**, v.357, p.471-492, 2002.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. SNLCS. **Manual e Métodos e Análises de Solo.** 2ª Ed. Rio de Janeiro, 1997. 211p.

ESCOSTEGUY, P.A.V.; RIZZARDI, M.A.; ARGENTA, G. Doses e épocas de aplicação de nitrogênio em cobertura na cultura do milho em duas épocas de semeadura. **Revista Brasileira De Ciência Do Solo**, v.21, p.71-77, 1997.

ESTADOS UNIDOS. **Department of Agriculture. Foreign Agricultural Service. World agricultural production.** Disponível em: <http://www.fas.usda.gov/wap/circular/2003/03-01/wap_01-03.pdf> Acesso em 10 fev. 2003.

FANCELLI, A. L.; LIMA. U. A. **Milho: produção, pré-processamento e transformação agroindustrial.** São Paulo: SICCI; PROMOCET; FEALQ, 1982. 112p. (Série Extensão Agroindustrial, 5).

FNP CONSULTURIA. AGRIANUAL 2003: **Anuário da Agricultura Brasileira.** São Paulo, 2003. 544p.

FUFA, H., G. AKALU, A. WONDIMU, S. TAFESSE, T. GEBRE, K. SCHLOSSER, H. NOETZOLD & T. HENLE. **Assessment of protein nutritional quality and effects of traditional processes: a comparison between Ethiopian quality**

protein maize and five Ethiopian adapted normal maize cultivars. Nahrung, 2003. 47 (4): 269-273.

FURLANI, A.M.C.; BATAGLIA, O.C.; LIMA, M. Crescimento diferencial de linhagens de milho em solução nutritiva com baixo nível de potássio. **Bragantia**, Campinas, v.45, n.2, p.303-316, 1986.

GRÜTZMACHER, A.D.; MARTINS, J.F. DA S.; CUNHA, U.S. DA. **Insetos-pragas das culturas do milho e sorgo no agroecossistema de várzea.** In: PARFITT, J.M.B. Produção de milho e sorgo em várzea. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2000. p.87-102.

HECKMANN, J.R.; KAMPRATH, E.J. Potassium accumulation and corn yield related to potassium fertilizer rate and placement. **Soil Science Society of American Journal**, Madison, v.56, n.1, p.141-148, jan-fev., 1992.

INTERNATIONAL FERTILIZER INDUSTRY ASSOCIATION. (Paris, França). **Fertilizer use by crop.** 5th ed. Disponível em: <<http://www.fertilizer.org>>. Acesso em: 9 nov. 2004.

KARLEN, D.L.; FLANNERY, R.L.; SADLER, E.J. Nutrient and dry matter accumulation rates for high yielding maize. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v.10, n.9/16, p.1409-1417, 1987.

LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal.** São Paulo: 319p. E.P.U., 1986.

LEMAIRE, G.; GASTAL, F.N. N uptake and distribution in plant canopies. In: LEMAIER, G. (Ed.). **Diagnosis of the nitrogen status in crops.** Berlin: Springer, 1997. p.3-43.

LIMA, F. W. N. DE; OHASHI, O. S.; SOUZA, F. R. S. **Evaluation of a maize collection to *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) resistance in laboratory.** Acta Amaz., 2006, vol.36, no.2, p.147-150. ISSN 0044-5967.

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas.** São Paulo: Agronômica Ceres, 1980. 251p.

MAR, G. D. DO; MARCHETTI, M. E.; SOUZA, L. C. F. DE; GONÇALVES, M. C.; NOVELINO, J. O. Produção do milho safrinha em função de doses e épocas de aplicação de nitrogênio **Bragantia** vol.62 no.2 Campinas 2003.

MARSCHNER, H. Mineral nutrition of higher plants. San Diego: **Academic Press**, 1995. 889 p.

MARTINS, J.F.S.; GRÜTZMACHER, A.D.; CUNHA, U.S. Descrição e manejo integrado de insetos-praga em arroz irrigado. In: GOMES, A. da S.; MAGALHÃES JR., A.M. (Ed.), **Arroz irrigado no Sul do Brasil**. Brasília: Embrapa informação tecnológica, 2004. p.635-676.

MARTINS, J.F. da S.; BOTTON, M. Controle de insetos da cultura do arroz. In: PESKE, S.T.; NEDEL, J.L.; BARROS, A.C.S.A. (Ed.). **Produção de arroz irrigado**. Pelotas: UFPel, 1996. cap.7, p.277- 304.

MELGAR, R. J.; SMYTH, T. J.; CRAVO, M. S.; SANCHEZ, P. A. Doses e épocas de aplicação de fertilizante nitrogenado para milho em Latossolo da Amazônia Central. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 15, p. 289-296, 1991.

MELLO, F.A.F.; BRASIL SOBRINHO, M.O.C.; ARZOLA, S. et al. Fertilidade do solo. São Paulo: Nobel, 1989. 400p.

MEURER, E.J.; ANGHINONI, I. Disponibilidade de potássio e sua relação com parâmetros de solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.17, n.3, p.377-382, 1993.

MODEL, N.S.; ANGHINONI, I. Resposta do milho a modos de aplicação de adubos e técnicas de preparo do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.16, n.1, p.55-59, 1992.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (Board on Science and Technology for International Development). Quality-protein maize. **National Academy**, Washington, D.C. 1988. 100 p.

NAVES, M. M. V., M. R. SILVA, M. S. SILVA & A. G. DE OLIVEIRA. Culinária goiana - valor nutritivo de pratos tradicionais. **Kelps**, Goiânia. 82 p. 2004.

NEPTUNE, A. M. L. Efeito de diferentes épocas e modos de aplicação do nitrogênio na produção do milho, na quantidade de proteína, na eficiência do fertilizante e na diagnose foliar, utilizando o sulfato de amônio-15N. **Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz**, Piracicaba, v. 34, p. 515-539, 1977.

NOVAIS, M. V.; NOVAIS, R. F.; BRAGA, J. M. Efeito da adubação nitrogenada e de seu parcelamento sobre a cultura do milho, em Patos de Minas. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 21, n. 115, p. 193-202, 1974.

OVERMAN, A.R.; WILSON, D.M.; VIDAK, W.; ALLANDS, M.N.; PERRY JUNIOR, T.C. Model for partitioning of dry matter and nutrients in corn. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v.18, n.5, p.959-968, 1995.

PANIZZI, A. R. & PARRA, J. R. P. Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas. Ed. Manole, São Paulo, 359p. 1991.

PAVINATO, P. S. & CERETTA, C. A. Fósforo e potássio na sucessão trigo/milho: épocas e formas de aplicação. **Ciência Rural**, v.34, n.6, nov-dez, 2004.

PINHEIRO, S. & BARETO S. B. MB-4: **Agricultura sustentável, trofobiose e biofertilizante**. 4ª ed Fundação Juquira Candiru, 273p. 1996.

RAIJ, B. VAN.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas : Instituto Agrônômico, 1996. 285p.

RAIJ, B. VAN. 1990. **Potássio: necessidade e uso na agricultura moderna**. Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato – POTAFOS. Tradução Bernardo Van Raij. Piracicaba. 45p.

REIS, A. J. DOS S.; & MIRANDA FILHO, J. B. DE; Autocorrelação espacial na avaliação de compostos de milho para resistência à lagarta do Cartucho (*Spodoptera frugiperda*). **Pesquisa Agropecuária Tropical**, 33 (2): 65-72, 2003

RAMBO, L.; SILVA, P. R. F. DA; ARGENTA, G.; SANGOI, L.. Parâmetros de planta para aprimorar o manejo da adubação nitrogenada de cobertura em milho. **Ciencia. Rural** v.34 n.5 Santa Maria set./out. 2004.

SARMENTO, R. DE A.; AGUIAR, R. W. DE S.; AGUIAR, R. DE A. S. DE S.; VIEIRA, S. M. J.; OLIVEIRA, H. G. DE; HOLTZ, A. M. Revisão Da Biologia, Ocorrência E Controle De *Spodoptera Frugiperda* (Lepidoptera, Noctuidae) Em Milho No Brasil. **Bioscience Journal, Uberlândia**, v. 18, n. 2, p. 41-48, dez. 2002.

SCHRODER, J. J.; NEETESON, J. J.; OENEMA, O.; STRUIK, P. C. Does the crop or the soil indicate how to save nitrogen in maize production? **Reviewing the state of the art. Field Crops Research**, Amsterdam, v. 66, n. 1, p71-78, 2002.

SILVA, P. S. L. E, SILVA, P. I. B. E. Efeitos de épocas de aplicação de nitrogênio no rendimento de grãos do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira.**, Brasília, v. 37, n. 8, p. 1057-1064, ago. 2002

SILVEIRA, M.J. **Produtividade e análise econômica da utilização de nitrogênio e potássio em milho irrigado por aspersão.** Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Programa de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria. 2002. 67f.

SOUZA, L.C.F.; GONÇALVES, M.C.; SOBRINHO, T.A.; FEDATTO, E.; ZANON, G.D. & HASEGAWA, E.K.B. Culturas antecessoras e adubação nitrogenada na produtividade de milho em plantio direto irrigado. **Revista Brasileira de Milho Sorgo**, 2:55-62, 2003.

TROLENER, G. & ZEHLER, E. **Relations entre la nutrition des plantes et les maladies du riz.** 12^a Coll. Int. Potasse. 1977.

UHART, S.A.; ANDRADE, F.H. Nitrogen deficiency in maize. I. Effects on crop growth, development, dry matter partitioning, and kernel set. **Crop Science**, v.35, p.1376-1383, 1995.

VALICENTE, F.H. & I. CRUZ. 1991. **Controle biológico da lagarta-do-cartucho, Spodoptera frugiperda, com o baculovírus.** Sete Lagoas, Embrapa, 1991. 23p. (EMBRAPA-CNPMS, Circular Técnica, 15).

VIANA, M. S. S.; NEUMANN, V, H, L, **Membro Crato da Formação Santana, Chapada Araripe.** Disponível em <<http://www.unb.br/ig/sigep/sitio005/sitio005.pdf>> Acesso 10 jan 2006.

WERNER, J.C. Adubação potássica. In: **SIMPÓSIO SOBRE CALAGEM E ADUBAÇÃO DE PASTAGENS**, 1., Nova Odessa. 1985. Anais . Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa de Potassa e do Fosfato, 1986. p. 175-190.

YAMADA, T. Manejo do nitrogênio na cultura do milho. In: **FANCELLI, A.L.; DOURADO-NETO, D.**(Coord.) Tecnologia da produção de milho. Piracicaba: ESALQ, 1997. p.121-130.

YAMADA, T.; ABDALLA, S. R. S. E. Como melhorar a eficiência da adubação nitrogenada do milho? **Informações Agrônomicas**, Piracicaba, n. 91, p. 1-5, set. 2000.

YEMM, E. W. & WILLIS, A. J. The estimation of carbohydrates in plants extracts by antrone. **Biochem**, 57: 508-514, 1954.

YEMM, E. W. & COKING, E. C. - The determination of aminoacids with ninhydrin. **analyst**, 80: 209 - 213, 1955.

YOUNG, V. R. & P. L. PELLETT. Plant proteins in relation to human protein and amino acid nutrition. **Am. J. Clin. Nutr.**, 59 (suppl.): 1203S-1212S. 1994.