



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

GEORGGIA PORTUGAL

**DOSES E ÉPOCAS DE APLICAÇÃO DE NITROGÊNIO EM
COBERTURA NA CULTURA DO MILHO DOCE**

Londrina
2009

GEORGIA PORTUGAL

**DOSES E ÉPOCAS DE APLICAÇÃO DE NITROGÊNIO EM
COBERTURA NA CULTURA DO MILHO DOCE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação, em Agronomia da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial á obtenção do título de Mestre em Agronomia.

Orientadora: Profa. Dra. Inês Cristina de Batista
Fonseca

Co-orientador: Dr. Claudemir Zucareli

Londrina
2009

**Catlogação na publicação elaborada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca Central da Universidade Estadual de Londrina.**

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

P853d Portugal, Geoggia.

Doses e épocas de aplicação de nitrogênio em cobertura na cultura do milho doce / Geoggia Portugal. – Londrina, 2009. 59 f. : il.

Orientador: Inês Cristina de Batista Fonseca.

Co-Orientador: Claudemir Zucareli

Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-graduação em Agronomia, Londrina, 2009.

Inclui bibliografia.

1. Milho-doce – Adubos e fertilizantes – Teses. 2. Milho-doce – Produção – Teses. 3. Fertilizantes nitrogenados – Teses. 4. Nitrogênio – Fixação. I. Fonseca, Inês Cristina de Batista. II. Zucareli, Claudemir. III. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Agronomia. IV. Título.

CDU 633.15

GEORGIA PORTUGAL

**DOSES E ÉPOCAS DE APLICAÇÃO DE NITROGÊNIO EM
COBERTURA NA CULTURA DO MILHO DOCE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação, em Agronomia da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial á obtenção do título de Mestre em Agronomia.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Claudemir Zucareli
Universidade Estadual de Londrina

Profa. Dra. Conceição Aparecida Cossa.....
Faculdades Luiz Meneghel

Prof. Dr. Hideaki Wilson Takahashi
Universidade Estadual de Londrina

Profa. Dra. Lucia Sadayo Assari Takahashi
Universidade Estadual de Londrina

Dra. Carolina Maria Gaspar de Oliveira
EMBRAPA/ CNPSo

Profa. Dra. Inês Cristina Batista de Fonseca
Universidade Estadual de Londrina

Londrina, 17 de março de 2009.

DEDICO

À Deus pela vida;

Aos meus pais José Reginaldo Portugal e Neide Rocha Portugal, pela enorme influência na
minha formação pessoal;

Às minhas irmãs Caroline, Michelle e Thalita pelo amor e apoio.

À minha sobrinha Nicole pela alegria, carinho e amor.

AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Pós graduação da Universidade Estadual de Londrina (UEL) pela oportunidade em realizar o curso e pela infra-estrutura disponibilizada.

A minha Orientadora, Professora Dra Inês Cristina de Batista Fonseca, pela orientação e amizade.

Ao meu Co-orientador, Professor Dr. Claudemir Zucareli, pela orientação, muita paciência, compreensão, amizade e pela imensa contribuição para meu crescimento profissional e pessoal.

À Secretária do Programa de Pós-graduação em Agronomia, da Universidade Estadual de Londrina, Weda Aparecida Westin pelo imenso carinho e amizade.

À Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Capes, pelo apoio financeiro.

Aos funcionários da Fazenda Escola, Laboratório de Fitotecnia e Solos da Universidade Estadual de Londrina.

Enfim, a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho e para que essa etapa da minha vida pudesse ser concretizada.

PORTUGAL, Geórgia. **Doses e épocas de aplicação de nitrogênio em cobertura na cultura do milho doce.** 2009. 61f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2009.

RESUMO

O milho doce, considerado como milho especial, apresenta grande diversificação de uso e, difere-se do milho convencional, pela presença de alelos mutantes que bloqueiam a conversão de açúcares em amido no endosperma, conferindo ao mesmo o caráter doce. O nitrogênio é um dos nutrientes que apresenta os maiores efeitos no aumento da produção de grãos na cultura do milho, promovendo, também, melhoria na qualidade de sementes. A exigência deste elemento varia consideravelmente com os diferentes estádios de desenvolvimento da planta. O parcelamento das adubações, assim como a época de aplicação do nitrogênio na cultura do milho tem sido alvo de questionamentos. Foram conduzidos dois experimentos na Universidade Estadual de Londrina (UEL), com o objetivo de avaliar os efeitos de doses e épocas de aplicação de nitrogênio em cobertura nas características fitométricas, componentes de produção, produtividade e qualidade fisiológica de sementes de milho doce. No primeiro experimento foram avaliadas quatro doses de nitrogênio aplicadas em cobertura (0, 40, 80, e 120kg de N) e duas épocas de aplicação (estádio vegetativo e estágio reprodutivo), O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial 4x2, totalizando oito tratamentos, com quatro repetições. Foram avaliadas as características fitométricas, (altura da espiga, altura da planta, diâmetro do colmo, número de plantas, plantas acamadas e quebradas), os componentes de produção (número de espigas, índice de espigas, peso da espiga com e sem palha, comprimento e diâmetro da espiga despalhada, fileiras de sementes por espiga, número de sementes por fileiras, diâmetro e peso do sabugo, massa de 100 sementes) e a produtividade de sementes. Os dados foram avaliados pelo teste F e submetidos a estudo de regressão até 2º grau. O nitrogênio aplicado em cobertura na época reprodutiva, utilizando uma dose estimada de 30 kg ha⁻¹ de N promoveu aumento do índice de espigas e da produtividade. O incremento das doses de nitrogênio na época reprodutiva aumentou linearmente o peso das espigas com palha, porém reduziu o número de espigas por parcela. O nitrogênio aplicado em cobertura na fase vegetativa, independentemente da dose, não favoreceu as características fitométricas, componentes de produção e produtividade de sementes de milho doce. A segunda etapa do trabalho foi realizado no laboratório de fitotecnia, utilizando, sementes de milho doce, provenientes das parcelas da primeira etapa do trabalho que foram submetidas a avaliação da qualidade fisiológica. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4x2, totalizando oito tratamentos, com quatro repetições. Foram determinados, a massa de 100 sementes, a germinação, a primeira contagem do teste de germinação, a massa seca de plântulas normais do teste de germinação, o crescimento de plântulas, teste de frio, envelhecimento acelerado, tetrazólio vigor, condutividade elétrica, porcentagem de emergência no campo e o índice de velocidade de emergência. Os dados foram comparados pelo teste F e submetidos a estudo de regressão até 2º grau. As doses e épocas de aplicação de nitrogênio em cobertura não afetaram a massa de sementes, a germinação e o vigor de sementes de milho doce. O aumento da dose de N em cobertura, com aplicação no estágio reprodutivo, reduziu o comprimento da parte aérea, de raiz e total de plântulas de milho doce.

Palavras-chave: Características fitométricas. Componentes de produção. Produtividade. *Zea mays*. Vigor. Germinação. Adubação nitrogenada tardia.

PORTUGAL, Georrgia. **Dosage and application time for nitrogen top-dressing in sweet corn culture.** 2009. 61p. Dissertation (Master's degree in Agronomy) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2009.

ABSTRACT

Sweet corn, considered a special corn, shows big use diversification and is different from conventional corn for the presence of mutated alleles that block the conversion of sugars into starch in the endosperm, granting the same its sweet characteristic. Nitrogen is one of the nutrients that show the greatest effects in the increase in production of grains in the corn culture, also promoting improvement in the quality of seeds. The demand of that element varies considerably with the different stages of plant development. The installment of fertilization, as well as the time of nitrogen application in the corn culture, has been the object of questioning. Two experiments have been conducted at Universidade Estadual de Londrina (UEL) - State University of Londrina - with the goal of evaluating the effects of dosage and timing for the application of nitrogen top-dressing in the phytometric characteristics, production components, productivity and physiologic quality of sweet corn seeds. The first experiment evaluated four dosages of nitrogen top-dressing applied (0, 40, 80, and 120kg of N) and two times of application (vegetative and reproductive stages). The experimental design used was that of casualized blocks, in a factorial outline of 4x2, in a total of 8 treatments, with four repetitions. Phytometric characteristics (ear height, plant height, stalk width, number of plants, lodged and broken plants), production components (ears per parcel, ear rate, weight of ear with and without the husk leaf, length and width of the huskless ear, rows of grains per ear, width and weight of ear, mass of 100 seeds) and productivity rate of seeds were evaluated. The data was evaluated by the F-test and submitted to a regression study of second degree. Nitrogen top-dressing applied during the reproductive stage, using an estimated dosage of 30 kg ha⁻¹ of N, promoted an increase in the ear rate and seed productivity. The second stage of the work was carried out in the laboratory of Plant Science, using sweet corn seeds, stemming from the parcels of the first stage of work submitted to evaluation of physiologic quality. The experimental design used was entirely casualized, in a factorial outline of 4x2, in a total of 8 treatments, with four repetitions. The mass of 100 grains, germination, first count of the germination test, dry mass of normal seedlings of germination test, seedling growth, cold test, accelerated aging, tetrazolium vigor and electric conductivity and emergency speed rate were determined. Data was compared by the F-test and submitted to a regression study of second degree. The increase of nitrogen dosage in the reproductive stage increased the weight of ears with leaves, but it reduced the number of ears per parcel. The nitrogen top-dressing applied in the vegetative stage, regardless of the dosage, did not favor the phytometric characteristics, production components and seed productivity of sweet corn. Dosage and time of application of nitrogen top-dressing did not affect the mass of seeds, germination and vigor of sweet corn seeds. Increase of N top-dressing dosage, with application in the reproductive stage, reduced the length of the aerial part, the root and the total seedlings of sweet corn.

Keywords: Phytometric characteristics. Production components. Productivity. Zea Mays. Vigor. Germination. Late nitrogenated fertilization.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 REVISÃO DE LITERATURA	11
2.1 MILHO DOCE	11
2.1.1 Origem	11
2.1.2 Importância Econômica e Sistemas de Produção	11
2.1.3 Descrição da Planta e Fenologia	13
2.1.4 Alelos Mutantes	14
2.1.5 Qualidade de Sementes	16
2.2 NITROGÊNIO	18
2.2.1 Ciclo do Nitrogênio	18
2.2.2 Eficiência e Uso do Nitrogênio na Planta	18
2.2.3 Adubação Nitrogenada em Milho	20
REFERÊNCIAS	25
3 ARTIGO A – DOSES E ÉPOCAS DE APLICAÇÃO DE NITROGÊNIO EM COBERTURA NA PRODUÇÃO DE SEMENTES DE MILHO DOCE	34
3.1 RESUMO E ABSTRACT	34
3.2 INTRODUÇÃO	35
3.3 MATERIAL E MÉTODOS	37
3.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	40
3.5 CONCLUSÕES	45
REFERÊNCIAS	45
4 ARTIGO B – DOSES E ÉPOCAS DE APLICAÇÃO DE NITROGÊNIO EM COBERTURA NA QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE MILHO DOCE	48
4.1 RESUMO E ABSTRACT	48
4.2 INTRODUÇÃO	49
4.3 MATERIAL E MÉTODOS	51

4.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	54
4.5 CONCLUSÕES	59
RERERÊNCIAS	59

1 INTRODUÇÃO

Além do milho comum, a espécie *Zea mays* L. inclui vários outros tipos de grãos, os chamados milhos especiais, que apresentam grande interesse comercial. Entre estes, os mais comuns são o milho pipoca, o milho para silagem, o milho verde, o mini milho e o milho doce.

O milho doce difere, basicamente, do milho comum por conter um ou mais genes que provocam mudanças na sua qualidade (sabor, aroma, maciez e textura), sendo plantado comercialmente em muitos países. No Brasil, sua importância é recente devido à falta de tradição no consumo e a existência de poucos materiais, disponíveis no mercado, com adaptação aos trópicos.

De acordo com Souza (2005), o milho doce pode ser consumido “in natura”, enlatado e pré industrializado, destacando-se como material importante para a indústria, na elaboração de milho em conserva, pois o mesmo apresenta um maior teor de açúcar comparado ao milho comum, e portanto, maior aceitação pelos consumidores.

O milho necessita ter suas exigências nutricionais plenamente satisfeitas, para a obtenção de elevada produtividade, de forma a atender a grande demanda de extração de nutrientes do solo, sobretudo de nitrogênio, que é o nutriente extraído em maior quantidade. Este nutriente tem grande efeito no crescimento do sistema radicular e das espigas e no número de espigas por planta aumentando a produtividade. O nitrogênio como constituinte de moléculas de proteínas, exerce efeito no aumento da produção de grãos na cultura do milho. A formação das sementes na cultura está relacionada com a translocação de açúcares, e de nitrogênio de órgãos vegetativos, para a semente. Assim, além de alterar a produtividade, o nitrogênio pode alterar a composição química e, conseqüentemente, a qualidade fisiológica das sementes.

O conhecimento da absorção e do acúmulo de nutrientes nas diferentes fases de desenvolvimento da planta é de suma importância, uma vez que permite determinar as épocas em que os elementos são mais exigidos e corrigir as deficiências que porventura venham a ocorrer durante o desenvolvimento da cultura (BARBOSA FILHO, 1987).

As exigências de nitrogênio variam consideravelmente com os diferentes estádios de desenvolvimento da planta, sendo mínimas nos estádios iniciais, aumentando com a elevação da taxa de crescimento e alcançando um pico durante o período compreendido entre o início do florescimento e o início da formação de grãos (ARNON, 1975). As empresas

responsáveis pelo processamento de milho doce, ainda não têm definida a recomendação de adubação para a cultura, sendo a mesma realizada com base nas recomendações para o milho comum. Assim, a adubação nitrogenada em cobertura geralmente é realizada quando as plantas atingem o estágio de 4 a 6 folhas completamente expandidas.

Vários pesquisadores questionam sobre o parcelamento das adubações e a época de aplicação do nitrogênio na cultura do milho. Neste aspecto, existem evidências de que a adubação nitrogenada aplicada no início do espigamento em milho comum contribui para o incremento do rendimento de sementes, em virtude do aumento da massa de sementes, e aumento do teor de proteínas, podendo assim, favorecer a qualidade fisiológica das sementes.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos de doses e épocas de aplicação de nitrogênio em cobertura para a cultura do milho doce.

A dissertação esta dividida em forma de artigos, a saber:

- **Artigo A:** Doses e épocas de aplicação de nitrogênio em cobertura na produção de sementes de milho doce.

- **Artigo B:** Doses e épocas de aplicação de nitrogênio em cobertura na qualidade fisiológica de sementes de milho doce.

E, antecedendo a apresentação dos referidos capítulos, encontra-se uma Revisão de Literatura de caráter geral.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 MILHO DOCE

2.1.1 Origem

Desde as civilizações mais antigas, o milho (*Zea mays L.*) tem sido uma importante cultura no Ocidente. No passado, o seu desenvolvimento nesta região esteve intimamente relacionado à evolução agrícola das civilizações. Conforme Tracy (2001), o milho doce, contendo o alelo sugary, existiu na América Central e do Sul no período pré-colombiano. Acredita-se que o milho doce tenha ocorrido na natureza como produto de uma mutação seguido de uma domesticação. Possivelmente, ele foi identificado pelas civilizações como uma nova fonte de carboidrato, sendo então domesticado e utilizado como alimento (MACHADO, 1980).

2.1.2 Importância Econômica e Sistemas de Produção

O milho (*Zea mays L.*), em função de seu potencial produtivo, composição química e valor nutritivo constitui-se em um dos mais importantes cereais cultivados e consumidos no planeta. Devido à sua multiplicidade de aplicações, quer na alimentação humana ou animal, assume relevante papel socioeconômico (TEIXEIRA, 1998; FANCELLI; DOURADO NETO, 2002; ARAGÃO, 2002).

O milho doce apresenta grande diversificação de uso. Pode ser utilizado em conserva, congelado na forma de espigas ou grãos, desidratado, colhido antes da polinização e usado como “baby corn” ou minimilho e, ainda, após a colheita das espigas, o restante da planta pode ser utilizada para ensilagem (PEREIRA FILHO; CRUZ, 2002; ARAGÃO, 2002; OLIVEIRA JUNIOR et al., 2006; BORIN, 2005; PEDROTTI et al., 2003). Este cereal é muito popular nos Estados Unidos e no Canadá. Nesses países, o milho doce é tradicionalmente consumido “in natura” (BORDALLO et al., 2005).

Atualmente, a área mundial cultivada com milho doce é de 900 mil hectares. No Brasil cultivam-se 36 mil hectares, onde praticamente 100% da produção é destinada ao processamento industrial (BARBIERI et al., 2005). A produção concentra-se nos estados do Rio Grande do Sul, São Paulo, Minas Gerais, Goiás, Distrito Federal e Pernambuco (PARENTONI et al., 1990). Na região Nordeste, este produto, principalmente na forma de espiga, possui muita importância econômica devido ao expressivo consumo regional e a utilização como matéria prima de muitos pratos da culinária local (PEDROTTI et al., 2003). Devido ao crescente número de indústrias processadoras de vegetais instaladas nestas regiões, bem como a identificação desta cultura como uma excelente alternativa para áreas irrigadas com pivô-central, a cultura vem ganhando espaço nestes estados. Goiás atraiu as sete maiores indústrias processadoras devido aos programas de incentivos fiscais e principalmente pela possibilidade de cultivo durante todo o ano, tornando as indústrias destas regiões extremamente competitivas no cenário nacional e internacional (TEIXEIRA et al., 2001; BARBIERI et al., 2005).

O Brasil, como um grande produtor de milho comum, apresenta grande potencial para a produção de milho doce. Entretanto, em virtude do pouco conhecimento por parte dos consumidores e da pequena disponibilidade de sementes, seu cultivo tem sido restrito (TEIXEIRA et al., 2001). Acredita-se que, em pouco tempo, o milho doce se tornará uma importante cultura no Brasil, podendo ser uma alternativa agrônômica rentável (ARAÚJO et al., 2006).

Para a indústria, alguns atributos devem ser observados, como: rendimento acima de 30%, ou seja, para cada 100 kg de espigas empalhadas, o rendimento deverá ser de 30 kg de grãos enlatados, espigas acima de 20 cm cilíndricas e com grãos profundos; longevidade de colheita (entre cinco e seis dias, com umidade em torno de 69% a 75%); espigas com mais de 16 fileiras de grãos, o que permite maior rendimento industrial; equilíbrio entre o número de palhas e a perfeita proteção da espiga, ou seja, camadas de palhas acima de 14 prejudicam o rendimento industrial e abaixo de sete não a protegem suficientemente, facilitando o ataque de pragas e doenças; grãos de coloração amarelo-alaranjado e de pericarpo fino entre 45 a 50 micras, o que confere maior maciez ao grão, e Brix em torno de 30% (TEIXEIRA et al., 2001). Além das características exigidas pela indústria, as cultivares de milho doce devem também apresentar resistência às principais pragas e doenças, que atacam a cultura.

Após a colheita, o milho doce passa por um processo de seleção, em que são descartadas as espigas que apresentem danos externos aparentes (brocas, machucaduras,

podridões) e as demais são classificadas tomando por referência o tamanho de espiga. Uma etapa importante no manuseio pós colheita do milho doce é a remoção do calor de campo do produto. Quanto mais rápido for realizado o resfriamento, maior será sua vida útil, pois após a colheita a perda da doçura no grão é rápida, devido à hidrólise de sacarose que no endosperma imaturo é metabolizada para amido pela enzima sacaroseglucosil- transferase. As técnicas empregadas para o resfriamento rápido de milho doce são o vácuo e o hidro-resfriamento, muito usadas nos Estados Unidos (TOSELLO, 1978; MORETTI; HENZ, 2003).

Para o armazenamento é necessário o uso de temperaturas próximas a 0 °C, mas não menores que -0,6 °C, sob o risco de congelamento da espiga (MORETTI; HENZ, 2003). O milho doce pode perder até 14 % do seu teor de açúcares quando armazenado a 20°C por um período de apenas três horas. Essa perda pode ser reduzida a 4 % em 24 horas e de 7 a 8 % em 72 horas a 0 °C (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

2.1.3 Descrição da Planta e Fenologia

A botânica e a reprodução no milho doce não diferem do milho comum (ARAGÃO, 2002), exceto quando os grãos estão maduros, pois, quando secos, ficam totalmente enrugados, devido ao baixo teor de amido na sua composição (PAIVA et al., 1992; KUROZAWA, 2007). O enrugamento ocorre devido a cristalização de açúcares no endosperma e a formação de espaços internos entre a camada de aleurona e o pericarpo das sementes durante a desidratação, fazendo com que estas apresentem aspecto enrugado, o que torna o pericarpo mais frágil e mais suscetível a danos físicos e a entrada de patógenos (DOUGLAS; JUVIK; SPLITTSTOESSER, 1993).

O milho doce produz bem em épocas do ano com média a alta temperatura e boa disponibilidade de água no solo durante todo o ciclo da planta. O ciclo de vida da planta de milho pode ser dividido em uma série de estádios fenológicos (FANCELLI; DOURADO NETO 2002), mas, de modo geral, pode ser dividido em duas grandes fases: vegetativa e reprodutiva, que são controladas por estímulos hormonais e induzidas por fatores ambientais. A fase vegetativa inicia-se com a emergência e é denominado de VE. Os demais estádios vegetativos são designados numericamente como V1, V2, V3 etc., até V(n), em que n representa o último estádio foliar antes do pendoamento (VT) que pode variar de acordo com o cultivar e condições ambientais. Cada estádio vegetativo é caracterizado pelo número de

folhas completamente expandidas (RITCHIE; HANWAY; BENSON, 2003). Em cada estágio vegetativo são identificadas mudanças que os caracterizam, dando-se ênfase nos estádios V3, V4, V6, V10 e V12. No estágio de três folhas completamente desenvolvidas (V3) que ocorre aproximadamente duas semanas após a semeadura. Todas as folhas e as inflorescências que a planta produzirá serão iniciadas nesta fase (RITCHIE; HANWAY; BENSON, 2003; SILVA et al., 2006).

Entre o estágio V4 e V6, a região de crescimento encontra-se acima da superfície do solo e o colmo inicia um período de alongamento acelerado. Abaixo da superfície do solo, o sistema radicular nodular é o principal em funcionamento. Após o estágio V10, o tempo de aparição entre um estágio foliar e outro vai encurtando e a planta de milho inicia rápido e contínuo crescimento, com acumulação de nutrientes e massa seca, que continuarão até os estádios reprodutivos. O número de óvulos em cada espiga, assim como o tamanho da espiga, é definido em V12. Pode-se considerar que, nesta fase, ocorre o período mais crítico para a produção. No estágio V12, a planta atinge cerca de 85% a 90% da área foliar e observa-se o início de desenvolvimento da raízes adventícias (RITCHIE; HANWAY; BENSON, 2003).

Terminada a fase vegetativa, inicia-se a fase reprodutiva. Da mesma forma que a fase vegetativa, a reprodutiva é dividida em vários estádios, os quais dizem respeito, basicamente, ao desenvolvimento da semente e de suas partes, iniciando com o estágio R1 (florescimento) e encerrando com o R6 (ponto de maturação fisiológica) (MAGALHÃES; DURÃES; PAIVA, 1994). O estágio R1 começa quando qualquer estilo-estigma é visível fora da palha e ocorre a polinização. O estágio R3 inicia-se normalmente, de 18 a 22 dias após o florescimento, quando os grãos apresentam coloração externa amarela e o fluido interno leitoso, devido ao acúmulo de amido. Nessa fase, o embrião cresce rapidamente e os grãos apresentam rápida acumulação de massa seca. Tal incremento ocorre devido à translocação dos fotoassimilados presentes nas folhas e no colmo para a espiga e grãos em formação (SILVA et al., 2006).

2.1.4 Alelos Mutantes

A principal diferença entre o milho doce e o milho convencional, é a presença de alelos mutantes (recessivos) que bloqueiam a conversão de açúcares em amido no

endosperma, conferindo o caráter doce. Vários alelos foram identificados e atualmente são utilizados comercialmente. Todos eles são caracterizados por promoverem alterações na composição dos carboidratos no endosperma, mas diferenciam-se quanto à proporção de amido e açúcar no grão, e em relação à posição dos cromossomos em que estes alelos estão localizados (TRACY, 2001)

Segundo Boyer; Shannon (1984), os alelos mutantes, influenciadores da síntese de amido, podem ser separados em classe 1, de acordo com o efeito na composição do endosperma e classe 2, do tipo e quantidade de polissacarídeos produzidos. A classe 1, alelo *brittle1 (bt1)*, *brittle2 (bt2)* e *shrunk2 (sh2)* acumula grande quantidade de açúcares (18 a 40%) em detrimento ao amido. Segundo Tracy (2001), no momento da colheita o grão contém de quatro a oito vezes a quantidade de açúcar de um grão de milho comum e por isso é classificado como do tipo superdoce. A classe 2, conhecida como do tipo doce altera o tipo e quantidade de polissacarídeos produzidos e, entre os alelos presentes, estão o *amilose extender1 (ae1)*, *dull1 (du1)*, *sugary (su1)* e *waxy1 (wx1)*. Os alelos *ae1*, *du1* e *wx1* resultam em menor quantidade de amido quando comparado ao milho convencional, entretanto não são utilizados como milho doce, a não ser combinados com outros alelos, o que pode resultar nos mesmos teores de açúcar encontrados na classe 1. Já o *su1* entre todos os mutantes é o único capaz de acumular o polissacarídeos WSP em altas concentrações, além de aumentar os teores de açúcares simples, porém reduz o teor de amido. A fração WSP confere ao milho doce propriedades texturais como o pericarpo tenro, desejáveis para o enlatamento e para o seu consumo in natura (CREECH, 1968). Os híbridos deste grupo normalmente apresentam melhor vigor e germinação das sementes quando comparados com os do grupo superdoce. Todavia, possuem menor período de colheita, devido a uma conversão de açúcar em amido que ocorre após a colheita. O alelo *sugary enncer 1 (se1)* não se enquadra em nenhuma das duas classes propostas anteriormente. Além de não ser conhecido seu modo de ação bioquímico, resulta em teores de açúcares próximos da classe 1 e níveis de WSP similares ao *su1*. Em relação à posição, estes genes se encontram em: *shrunk2 (sh2)*, localizado no cromossomo 3; *brittle (bt)*, no cromossomo 5; *sugary enncer (se)*, *sugary (su)* e *Brittle-2 (bt2)*, todos no cromossomo 4. Existem, ainda, o *dull (du)*, no cromossomo 10, *waxy (wx)*, no cromossomo 9; e *amilose extender (ae)*, no cromossomo 5 (TRACY, 2001).

2.1.5 Qualidade e composição de Sementes

O milho doce por conter elevado teor de açúcares, pouca reserva de amido no endosperma e pericarpo tenro, quando comparados com o milho comum, apresenta algumas características indesejáveis, como baixa produtividade, baixa resistência ao ataque de pragas e doenças (TRACY, 1994, OLIVEIRA JUNIOR et al., 2006), assim como rápida perda de viabilidade, acarretando baixa uniformidade do 'stand'. Esses fatores tem levado à adoção de 70% e 75% de germinação, respectivamente para sementes certificadas e de primeira geração, em vez de 85% para as duas classes do milho comum no estado de São Paulo (BRASIL, 2005).

A textura do pericarpo é um fator primário na determinação da qualidade do milho doce. Todos os cultivares de milho doce apresentam espessamento do pericarpo no decorrer da maturação, mas a taxa varia conforme o cultivar. Embora exista pouca informação a respeito da herança desse caráter, parece existir uma relação de dominância do pericarpo tenro sobre o de textura grosseira; portanto, é um fator hereditário e ao mesmo tempo fisiológico, uma vez que todas as variedades tornam-se mais espessas com o avanço da maturação. Para o milho doce enlatado podem ser realizadas avaliações de suculência e resistência ao cisalhamento que são índices utilizados na predição do grau de qualidade que o produto atingirá após o enlatamento, segundo os padrões do USDA (UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE) (CAMPOS et al., 1989).

A espessura do pericarpo afeta diretamente na maciez do grão. Quanto mais fina, melhor a qualidade do milho verde (SAWAZAKI et al., 1990, KUROZAWA, 2007; TRACY; CHANDRAVADANA; GALINAT, 1978). Analisando a espessura do pericarpo do milho, encontraram uma variação muito grande, de duas até vinte camadas de células, com valores de 25 a 200 μ de espessura. O pericarpo tenro é altamente desejável no melhoramento da qualidade do milho doce, entretanto, a semente fica muito susceptível ao ataque de patógenos (HUELSEN, 1954; TRACY; JUVIK, 1989). A espessura do pericarpo é um caráter de herança quantitativa e pode ser alterada pela seleção (ITO; BREWBAKER, 1981). Não é um caráter afetado pelo ambiente, mas, a variação entre genótipos é extensa (HELM; ZUBER, 1969).

O milho é o cereal que apresenta maior número de produtos industrializados, devido ao alto teor de carboidratos, proteínas, lipídeos e vitaminas (ARAGÃO, 2002). A composição química dos alimentos varia em função das espécies e

cultivares. Nos cereais, os carboidratos são os componentes mais importantes, formando 83 % da matéria seca total das sementes de milho. Entre estes, os mais importantes são os açúcares e o amido. Os açúcares presentes são a glucose, frutose, galactose, sacarose entre outros (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000).

O milho comum tem em torno de 3% de açúcar e 68,7% de amido. Este amido é constituído por dois tipos de moléculas, a amilose (25%) e amilopectina (75%). O milho doce tem de 9% a 14% de açúcar e 34,7% de amido, sendo este representado por 32,6% de amilose e 67,4% de amilopectina, enquanto o superdoce apresenta em torno de 25% de açúcar e de 15% a 25% de amido (FORNASIERI FILHO, 1992, ZÁRATE; VIEIRA, 2003; KUROZAWA, 2007). A semente de milho é composta por endosperma (82,3%), embrião (11,5%), pericarpo (5,3%) e ponta (0,8%). Nesses locais da semente são encontradas as proteínas, que em média representam 8,5% do endosperma, 18,5% do embrião, 5,0% do pericarpo e 9,1% da ponta. A soma destes valores é que proporciona um valor médio de proteína, na semente, de aproximadamente 10%, o que pode variar com o tipo de semente, fertilidade do solo, adubação nitrogenada e condições climáticas (TOSELLO, 1987). As proporções das proteínas são menores do que os carboidratos e os lipídios. As proteínas mais abundantes são as glutelinas e as prolaminas (80 – 90%). Albuminas e globulinas concentram-se em menor proporção (20%). Oliveira et.al (2004) encontraram em milho comum um teor médio de proteínas nas sementes de 11,61 g/100g, aproximando-se de resultados obtidos por Mendes (1972); Mittelman (2001) reportam que o teor de proteína em milhos normais do Brasil, entre milhos duros e dentados, pode variar de 8,68 g/100g a 12,5 g/100g; porém, valores acima de 10,50 g/100g não são comuns nesses milhos. Os lipídios são encontrados em toda a semente e são representados na forma de glicérides de ácidos graxos, sendo predominantes os insaturados. Os mais comuns são o oléico, linoléico e linolênico. Dentre os saturados encontram-se o palmítico e o esteárico (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000). O teor de lipídios do milho está em torno de 4% (PAES, 2006).

Os minerais estão presentes em um teor de 3 a 6% e concentram-se no gérmen (78%) e na camada de aleurona, a última camada do endosperma. O mineral encontrado em maior abundância no milho é o fósforo (0,3 ppm), presente na forma de fitatos de potássio e magnésio. Enxofre ocorre no grão na forma orgânica, em quantidades significativas, como parte dos aminoácidos sulfurados. Outros minerais estão também presentes no milho em quantidades menores, sendo os mais importantes: cloro, cálcio, sódio, iodo, ferro, zinco, manganês, cobre, selênio, cromo, cobalto e cádmio (PAES, 2006).

2.2 NITROGÊNIO

2.2.1 Ciclo do nitrogênio

Dentre todos os elementos essenciais às plantas, o N é o que sofre maior número de transformações biogeoquímicas no sistema solo-planta (STEVENSON, 1982). No agroecossistema, as principais formas de adição de N podem ser caracterizadas como sais de amônio e nitratos trazidos pela precipitação pluviométrica; aplicação de fertilizantes nitrogenados, obtidos através da fixação industrial do N_2 atmosférico pelo homem; aplicação de fertilizantes orgânicos de origem animal ou vegetal e fixação biológica do N_2 realizada por microorganismos. Por outro lado, as principais formas de saídas do N são as exportações pelas colheitas; perdas gasosas por meio dos processos de volatilização de amônia, de desnitrificação e de queimadas, perdas por lixiviação e por erosão por meio do escoamento superficial. No solo o N pode ser encontrado como N orgânico lentamente lábil, N orgânico imobilizado na biomassa microbiana, nos resíduos vegetais ou animais, N fixado nas argilas e N na forma mineral, predominantemente como amônio e nitrato (VICTORIA; PICCOLO; VARGAS, 1992).

Apesar do N ser um dos elementos mais abundantes na natureza, constituindo cerca de 78% dos gases inertes da atmosfera, é encontrado na forma combinada de N_2 , não diretamente disponível às plantas. Por outro lado, a maior parte do N no solo (95% ou mais) encontra-se em combinações orgânicas e, pequena fração na forma mineral como $N-NO_3^-$ ou $N-NH_4^+$, apresentando geralmente bastante variação no solo (CANTARELLA; DUARTE, 2004). A forma predominante nos solos com boas condições de aeração é a nítrica.

2.2.2 Eficiência e uso do Nitrogênio na planta

A eficiência de uso de N pela planta geralmente é determinada não só pela eficiência de absorção de N do solo mas, também pela eficiência do uso de N dentro da planta para produzir massa de matéria seca (DWYER et al., 1995). O nitrogênio é um nutriente mineral que pode ser absorvido pelas plantas em duas formas distintas como, ânion nitrato e

cátion amônio. A planta de milho utiliza, predominantemente, o íon amônio (NH_4^+) nos estádios iniciais de crescimento e desenvolvimento, enquanto a forma nítrica (NO_3^-) é absorvida mais intensamente nos estádios finais do ciclo (WARNCKE; BARBER, 1973). Esse comportamento pode estar relacionado à demanda energética para a assimilação de N que é muito superior quando o nitrogênio é absorvido na forma de nitrato, comparativamente à forma amoniacal. Independentemente da forma absorvida, o N é incorporado em numerosos compostos orgânicos essenciais à planta, cuja maioria (90%) está presente nas proteínas que ficam armazenadas nos tecidos vegetais, sendo constituintes também de enzimas, coenzimas, ácidos nucléicos e citocromos, além de sua importante função como integrante da molécula de clorofila, este elemento é um dos nutrientes que apresentam os maiores efeitos no aumento da produção de grãos na cultura do milho (NEPTUNE et al., 1982; BULL, 1993; BELOW 1995).

A formação das sementes na cultura do milho está estreitamente relacionada com a translocação de açúcares (CRAWFORD; REDING; BROABENT, 1982) e de nitrogênio (KARLEN; FLANNERY; SADLER, 1988) de órgãos vegetativos, principalmente das folhas, para os grãos, pois na fase de enchimento de grãos estas reservas são quebradas, translocadas e armazenadas nestes órgãos, na forma de proteínas e aminoácidos (MARSCHENER, 1995). Assim, é evidente a relação entre a área foliar verde e a produção de grãos. A adubação nitrogenada influencia não só a produtividade, mas também a qualidade do produto em consequência do aumento do teor de proteína nas sementes de milho (SABATA; MASON, 1992; LANDRY; DELYE, 1993).

O aumento da 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 (BALKO; RUSSEL, 1980) e do número de espigas por planta (BALKO; RUSSEL, 1980; EBELHAR et al., 1987).

As exigências de nitrogênio variam consideravelmente com os diferentes estádios de desenvolvimento da planta, sendo mínimas nos estádios iniciais, aumentando com a elevação da taxa de crescimento e alcançando a máxima absorção no período compreendido entre o início do florescimento e o início da formação de grãos (ARNON, 1975; RAJCAN; TOLLENAAR, 1999).

Cantarella (1993), relata que, embora a absorção do N pelo milho seja mais intensa entre 40 a 60 dias após a emergência, a planta ainda absorve aproximadamente 50% do N necessário após o início do florescimento. França, et al., (1994) observaram que a maior parte do N na planta foi acumulado até o pendoamento, atingindo valores de até 93%. Os autores concluíram que a adubação nitrogenada em cobertura deve ser feita após a semeadura

até o início do pendoamento, período em que a taxa de absorção é praticamente linear. Um dos componentes do rendimento afetado pela deficiência de N é a massa das sementes que tem um máximo enchimento aproximadamente 15 dias após o espigamento (SANGOI; ENDER; GUIDOLIN, 2001).

Segundo Schreiber et. al., (1962), uma deficiência de nitrogênio quando a planta se apresenta com altura em torno de 20 cm acarretará redução no número de grãos nos primórdios da espiga, tendo como consequência uma redução na produção final de grãos. O suprimento insuficiente nessa fase também pode reduzir a diferenciação do número de óvulos nos primórdios da espiga e o número de espigas por planta e, com isso, afetar negativamente o rendimento de grãos (MENGEL; BARBER, 1974). 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 (ARNON, 1975), com reflexos na produção de grãos.

2.2.3 Adubação Nitrogenada em milho

Para a obtenção de elevada produtividade, o milho necessita ter suas exigências nutricionais plenamente satisfeitas, de forma a atender a grande demanda de extração de nutrientes do solo, sobretudo de nitrogênio, que, além de ser extraído em maior quantidade, é o que tem a recomendação de adubação e o manejo mais complexos (CANTARELLA; DUARTE, 2004).

As necessidades nutricionais da planta de milho são determinadas pela quantidade de nutrientes que esta extrai durante seu ciclo. A quantidade de nutrientes extraídos dependerá da produtividade obtida e da acumulação de nutrientes nos grãos e em outras partes da planta. É necessário, então, colocar à disposição da planta as quantidades de nutrientes que ela extrai, os quais devem ser repostos pelo solo e pelas adubações. No que se refere à exportação dos nutrientes nos grãos, o fósforo é quase todo translocado para as sementes (80 a 90%), seguido-se o nitrogênio (75%), o enxofre (60%), o magnésio (50%), o potássio (20-30%) e o cálcio (10-15%) (COELHO; FRANÇA, 1995).

As recomendações atuais para a adubação nitrogenada em cobertura no milho são realizadas com base em curvas de respostas e, tal como as de outras culturas, estão relacionadas às características inerentes às cultivares utilizadas, ao manejo da cultura,

principalmente a densidade de semeadura, às condições de uso do solo e às condições climáticas, principalmente ocorrência e distribuição de chuvas (LANTMANN et al., 1985; LENZI, 1992), produtividade esperada, época, modo de aplicação e fontes de nitrogênio empregadas. (COELHO, 2007). Portanto as regras de recomendações de adubação com nitrogênio devem ser cada vez mais específicas e não generalizadas.

As gramíneas tem uma elevada capacidade de absorção de nitrogênio, em função do seu sistema radicular “agressivo” e abundante (GONÇALVES; CERETTA; BASSO, 2000; AMADO; MIELNICZUK; AITA, 2002). Segundo Ritchie, Hanway e Benson (1993), nos estádios iniciais de desenvolvimento da cultura, o sistema radicular das plantas de milho é pouco desenvolvido e, portanto pouco solo é explorado, sendo que dessa forma, grandes concentrações de nitrogênio próximas ao sistema radicular são necessárias para atender à demanda da cultura, uma vez que é neste período que ocorre a diferenciação das partes da planta. Em função das condições de aeração que predominam nos solos cultivados com milho, a principal forma de nitrogênio absorvida pelas raízes é a nítrica, sendo que o processo de fluxo de massa responde por 99% do contato íons-raíz no fornecimento de nitrato para o milho (MALAVOLTA, 1979).

O conhecimento da absorção e do acúmulo de nutriente nas diferentes fases de desenvolvimento da planta é importante, pois permite determinar as épocas em que os elementos são mais exigidos e corrigir as deficiências que porventura venham a ocorrer durante o desenvolvimento da cultura (BARBOSA FILHO, 1987).

A cultura antecedente ao milho também é relevante no momento da recomendação da adubação nitrogenada. Se a cultura antecessora for uma leguminosa haverá uma maior disponibilidade de N no sistema em relação a uma gramínea. Caso não seja levada em consideração esta contribuição, poderá ocorrer uma adubação equivocada, ou seja, uma sub ou superestimação das doses (BOBATO, 2006). Se subestimada, ocorrerá a redução da produtividade, quando superestimada, diminuem a rentabilidade do produtor pelo gasto desnecessário com N, além de afetar o meio ambiente, em consequência das perdas de nitrogênio devido às condições de excesso de N disponível (ARGENTA et al. 2003).

A recomendação clássica de N para milho é a aplicação de 1/3 da dose de N na semeadura e 2/3 em uma ou duas aplicações de cobertura, quando as plantas estiverem com 40-60 cm de altura. Ou então, com base nos estádios fenológicos da cultura, ou seja, quando as plantas estiverem com 4 a 8 folhas (FANCELLI; DOURADO NETO, 2002) ou com 6 a 8 folhas totalmente expandidas (VITTI; FAVARIN, 1997 apud CERETTA, 1997). Tradicionalmente, a complementação da adubação nitrogenada, na cultura do milho, é feita

por meio de aplicações de cobertura, onde a época de aplicação é estabelecida, normalmente, levando-se em consideração aspectos operacionais e climáticos (CERETTA, 1997).

Com a finalidade de avaliar os efeitos da adubação nitrogenada de plantio e cobertura em solo após cultura de soja utilizando 30 kg de uréia no plantio e 90 kg ha de uréia em cobertura aplicada no estádio de 6 a 8 pares de folha, Almeida; Centurion (2002) constataram que o efeito residual da cultura anterior de soja foi benéfica.

Cícero et al. (1981) avaliaram dois níveis de fertilidade do solo, sendo o maior nível obtido com adubação de acordo com as análises de solo e menor nível com a adubação bem inferior. Foram avaliados as características fitométricas, a produção e a composição química das sementes. Os autores concluíram que o maior nível de fertilidade do solo possibilitou uma maior produção, porém a composição química das sementes foi semelhante a daquelas obtidas com menor nível de fertilidade. Concluíram, ainda, que o menor nível de fertilidade resultou em maiores problemas de acamamento e que, para as características estudadas, todas as cultivares testadas apresentaram comportamento semelhante. Contudo, Imolesi et al. (2001) estudando diferentes genótipos submetidos a diferentes adubações nitrogenadas, concluiu que os genótipos possuem resposta diferenciada ao uso do nitrogênio quanto à qualidade fisiológica das sementes. Para alguns materiais, o aumento da adubação nitrogenada propicia uma redução no vigor das sementes e aumento do número de plântulas anormais. Com relação ao estudo da interferência da adubação na qualidade de sementes de milho, muitos pesquisadores já realizaram estudos nessa área, porém os resultados são contraditórios. Muitas vezes, os resultados favoráveis no aspecto da melhoria da qualidade fisiológica são pontuais e não são obtidos em condições reais de cultivo (MARTIN, et al., 2007).

Von Pinho, Sousa e Vasconcelos (2002), avaliando três sistemas de adubação nitrogenada na semeadura, sendo respectivamente de 20, 40 e 80 kg ha⁻¹ de nitrogênio na base, e o restante parcelado em duas adubações iguais, até completar 160 kg ha⁻¹ de nitrogênio, sendo a primeira realizada quando a cultura se encontrava no estádio de 4-6 folhas e a segunda no estádio de 7-9 folhas. Utilizando como fonte de nitrogênio a uréia, constataram que, a dose utilizada de 40 kg ha⁻¹ na semeadura, proporcionou maior produtividade de grãos, comparadas com os outros tratamentos.

Shioga et al., (2004), ao avaliarem densidades e doses de N (0, 45, 90 e 135 kg ha⁻¹ de uréia) aplicando parceladamente 1/3 no plantio, e 2/3 restantes entre os estádios de 3 a 4 até 6 a 7 folhas, demonstraram que maiores produtividades de grãos são obtidas quando são aumentadas concomitantemente as doses de nitrogênio e a densidade de plantas.

Segundo Ferreira et al. (2001), a adubação nitrogenada melhorou a qualidade dos grãos de milho, em consequência do aumento nos teores de proteína e nutrientes, quando verificava efeitos da adubação com N, Mo, Zn e suas interações sobre a produção e qualidade de grãos de milho, sob o aspecto proteico e teor de nutrientes, as doses utilizadas de N pelo autor foram 0, 70, 140 e 210 kg ha⁻¹ de N sendo este na forma de sulfato de amônio que foi aplicado parceladamente 10 kg ha⁻¹ na semeadura e o restante dividido em doses equivalentes a 40 e 60%, aplicado aos 24 e 45 dae, respectivamente.

Costa (2000) trabalhando com 3 doses de nitrogênio na semeadura (30, 60 e 90 kg ha⁻¹ de N) e 3 doses em cobertura (30, 60 e 90 kg ha⁻¹ de N) na cultura do milho demonstrou que os tratamentos não alteraram significativamente o diâmetro da espiga, o tamanho da espiga, o número de fileiras por espiga, a massa de 100 grãos, a altura de plantas, a altura de inserção da primeira espiga, o nitrato, o nitrogênio total e a massa de matéria seca total, e porém foram significativas para diâmetro do colmo e produtividade; observou ainda, que a aplicação de 30 kg ha⁻¹ de N na semeadura e 90 kg há⁻¹ de N em cobertura, proporcionou maior produtividade, sendo esta a melhor estratégia de parcelamento da adubação nitrogenada.

Mar et al., (2001) avaliaram o efeito de doses (20, 60, 90, 120 e 150 kg ha⁻¹ de N) e épocas de aplicação de nitrogênio na produtividade de grãos de milho safrinha e verificaram efeito significativo de doses e épocas de aplicação de N, obtendo-se a produção máxima (6.549,74 kg ha⁻¹) com a adição de 131,20 kg ha⁻¹ de N, quando as plantas apresentavam-se com oito folhas expandidas; a produtividade de grãos em todos os tratamentos com adição de N foi superior ao tratamento controle.

Freitas et al., (1972) verificaram em dois experimentos, conduzidos em Brasília, um aumento de rendimento de grãos com respostas significativas a doses de até 120 kg ha⁻¹ de N. Entretanto, em outros dois experimentos, duas variedades responderam a doses de até 240 kg ha⁻¹ de N.

Investigando as repostas de dois cultivares de milho a adubação nitrogenada sob diferentes condições de solo, Muzilli; Oliveira (1982) relataram que em quaisquer das situações estudadas, o híbrido apresentou rendimentos superiores aos proporcionados pela variedade, atingindo o máximo com a dose de 60 kg ha⁻¹ de N.

Fernandes (2005), avaliou o efeito de níveis de nitrogênio, utilizando como fonte de N a uréia, na produtividade de seis cultivares de milho e verificou que os teores de N aplicados 0, 90 e 180 kg ha⁻¹ no estágio de 6 a 8 folhas em cobertura influenciaram a massa

de 100 grãos, o teor de N foliar e produtividade de grãos e que máxima produtividade obtida pela cultivar Avante foi a estimativa da dose de 142 kg ha⁻¹ de N.

Lucena 2000 com o objetivo de avaliar os efeitos das dosagens de nitrogênio (40, 80, 120 e 160 kg ha⁻¹ de N – Uréia) e de fósforo (60, 120, 180 e 240 kg. de P₂O₅ – superfosfato simples) sobre algumas características da cultura do milho, cultivar BR 5033, constatou que não houve efeito do nitrogênio sobre os resultados de altura de planta e de grãos por espiga, mas a dose de 40 kg ha⁻¹ de N reduziu de forma significativa o peso de espiga com e sem palha. Estimou-se que o rendimento máximo de grãos seria teoricamente atingido com a aplicação de 111,1 kg ha⁻¹ de N.

Avaliando-se o efeito de fontes (uréia e sulfonitrato de amônio) e doses (0, 30, 60 e 120 kg ha⁻¹) de nitrogênio em cobertura na cultura do milho híbrido, quando a cultura se encontrava com 4 folhas completamente expandidas, foi verificado que a aplicação de nitrogênio em cobertura influencia positivamente a altura da planta e de inserção da primeira espiga, o número de grãos por espiga e a produtividade de grãos (VELOSO et al., 2006).

Resultados obtidos por Coser et al. (2002) avaliando o efeito da adubação nitrogenada no espigamento sobre o rendimento de grãos e seus componentes de rendimento de um híbrido antigo e um moderno de milho, demonstram que a resposta do rendimento de grãos a aplicação de N no espigamento depende do nível de N no período vegetativo, sendo maior quando há maior deficiência de N. O aumento do rendimento de grãos com a adubação nitrogenada no espigamento deve-se ao incremento do número de espigas por metro quadrado, ao incremento no peso de grãos e, no tratamento com maior deficiência de N no estágio vegetativo, ao incremento no número de grãos por metro quadrado, aumentando também o teor de proteína nos grãos.

Avaliando materiais genéticos, doses e épocas de aplicação de nitrogênio, Silva, et. al., (2005), concluíram que a fertilização nitrogenada no espigamento promoveu incrementos significativos no rendimento e teor de proteína bruta dos grãos, a resposta do rendimento de grãos à cobertura nitrogenada tardia diferiu entre as cultivares. O impacto da fertilização nitrogenada no espigamento foi maior quando se aplicou baixas doses de N na fase de desenvolvimento vegetativo. Os aumentos no rendimento de grãos obtidos com coberturas tardias foram atribuídas principalmente a maior massa de grãos.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, L.; CENTURIÓN, C. A. Adubação nitrogenada em milho. In: FERTBIO, 2002, Rio de Janeiro, RJ. **Anais...** Rio de Janeiro: UFRRJ, 2002.

AMADO, T. J. C; MIELNICZUK, J.; AITA, C. Recomendação de adubação nitrogenada para o milho no RS e SC adaptada ao uso de culturas de cobertura do solo, sob sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 26, p. 241-248, 2002.

ARAGÃO, C. A. **Avaliação de híbridos simples braquíticos de milho super doce (*Zea mays* L.) portadores do gene *shrunken--2 (sh2sh2)* utilizando o esquema dialélico parcial**. 2002. 101f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Ciências Agrônomicas. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Botucatu.

ARAÚJO, E. F. et al. Maturação de sementes de milho-doce – grupo super doce. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 28, n. 2, p. 69-76, 2006.

ARGENTA, G. et al. Adubação nitrogenada em milho pelo monitoramento do nível de nitrogênio na planta por meio do clorofilômetro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 27, p. 109-119, 2003.

ARNON, I. **Mineral nutrition of maize**. Bern: International Potash Institute, 1975. 425p.

BALKO, L. G.; RUSSEL, W. A. Response of maize inbred lines to N fertilizer. **Agronomy Journal**, Madison, v. 72, n. 5, p. 723-732, Sep./Oct. 1980.

BARBIERI, V. H. B. et al. Produtividade e rendimento industrial de híbridos de milho doce em função de espaçamento e populações de plantas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 3, p. 826-830, 2005.

BARBOSA FILHO, M. P. **Nutrição e adubação do arroz (sequeiro e irrigado)**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1987. 120p. (Boletim Técnico, 9).

BELOW, F. E. Nitrogen metabolism and crop productivity. In: PRESSARAKLI, M. **Handbook of plant and crop physiology**. New York: Marcel Dekker, 1995. p. 275-301.

BOBATO, A. **Índice nutricional do nitrogênio**: uma ferramenta para o diagnóstico do estado nutricional da cultura do milho. 2006. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

BORDALLO, P. N. et al. Análise dialéctica de genótipos de milho doce e comum para caracteres agrônômicos e proteína total. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, p. 123-127, 2005.

BORIN, A. L. D. C. **Extração, absorção e acúmulo de nutrientes no milho doce cultivado em condições de campo**. 2005. 97f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Uberlândia-MG.

BOYER, C. D.; SHANNON, J. C. The use of endosperm genes for sweet corn improvement. **Plant Breeding Reviews**, Westport, v. 1, p. 139, 1984.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento. **Instrução Normativa n 25**, 16 dez. 2005. Brasília, 2005.

BULL, L. T. Nutrição mineral do milho. In: BULL, L. T., CANTARELLA, H. (Ed.). **Cultura do milho**: fatores que afetam a produtividade. Piracicaba: Potafós, 1993. p. 63-145.

CAMPOS, S. S. et al. **Reologia e textura de alimentos**. Campinas: Ital, 1989. 84p.

CANTARELLA, H. Calagem e adubação do milho. In: BULL, L. T.; CANTARELLA, H. (Ed.). **Cultura do milho**: fatores que afetam a produtividade. Piracicaba: Potafós, 1993. p. 147-169.

CANTARELLA, H.; DUARTE, A. P. Manejo da fertilidade do solo para a cultura do milho. In: GALVÃO, J. C. C.; MIRANDA, G. V. **Tecnologia de produção de milho**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2004. p.139-182.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes**: ciência, tecnologia e produção. 4. ed. Jaboticabal: Funep, 2000. cap.5, p.66-97.

CERETTA, C. A. Manejo da adubação nitrogenada no sistema plantio direto. In: _____. **Atualização em recomendação de adubação e calagem – ênfase em plantio direto**. Santa Maria: Departamento de solos-CCR-UFSM-Núcleo regional Sul, 1997. p. 112-124.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. Perdas pós-colheita. In: _____. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. Lavras: UFLA, 2005. cap. 3, p. 151-202.

CÍCERO, S. M. et al. A fertilidade do solo e sua relação com a produção, o peso e a composição química das sementes de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 16, n. 5, p. 627-631, 1981.

COELHO, A. M. **Manejo da adubação nitrogenada na cultura do milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, dez. 2007. (Circular Técnica, 06). Disponível em: <http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/publica/2007/circular/Circ_96.pdf>. Acesso em: 23 out. 2008.

COELHO, A. M.; FRANÇA, G. E. **Seja o doutor em seu milho**. Piracicaba: Potafós, 1995. 24 p. (Potafós. Arquivo do Agrônomo, 2)

COSER, R. P. S. et al. Resposta do milho à adubação nitrogenada no espigamento. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 24., 2002, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis, 2002.

COSTA, A. M. **Adubação nitrogenada na cultura do milho (*Zea mays* L.) em sistema de plantio direto**. 2000. 90f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências Agrônômicas da UNESP. Botucatu.

CRAWFORD, T. W.; REDING, V. V.; BROABENT, F. E. Sources, fluxes, and sinks of nitrogen during early reproductive growth of maize (*Zea mays* L.). **Plant Physiology**, Lancaster, v. 70, p. 1654-1660, 1982.

CREECH, R. G. Carbohydrate synthesis in maize. **Advances in Agronomy, San Diego**, v. 20, p. 275-322, 1968.

DOUGLAS, S. K.; JUVIK, J. A.; SPLITTSTOESSER, W. E. Sweet corn seedling emergence and variation in kernel carbohydrate reserves. **Seed Science and Technology**, Zürich, v. 21, n. 3, p. 433- 445, 1993.

DWYER, L. D. et al. Changes in maize hybrid photosynthetic response to leaf nitrogen, from pre-anthesis to grain filling. **Agronomy Journal**, Madison, v. 87, p. 1221-1225, 1995.

EBELHAR, S. A. et al. Effects of nitrogen and potassium on growth and cation composition of corn genotypes differing in average ear number. **Agronomy Journal**, Madison, v. 79, n. 5, p. 875-881, 1987.

FANCELLI, A. L.; DOURADO-NETO, D. **Produção de milho**. Guaíba: Ed. Agropecuária, 2002. 360p.

FERNANDES, F. C. S., Efeitos de níveis de nitrogênio na produtividade de seis cultivares de milho (zea mays L.) **Revista científica eletrônica de agronomia**, Garça, v. 4, n. 7, jul. 2005.

FERREIRA, A. C. B. et al., Características agronômicas e nutricionais do milho adubado com nitrogênio, molibdênio e zinco. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 58, n. 1, p. 131-138, jan./mar. 2001.

FORNASIERI FILHO, D. **A cultura do milho**. Jaboticabal: FUNEP, 1992. 273p.

FRANÇA, G. E. et al. Parcelamento da adubação nitrogenada em cobertura na cultura do milho irrigado. In: EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo. **Relatório Técnico Anual do Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo: 1992-1993**. Sete Lagoas, 1994. p.28-29.

FREITAS, L. M. de, et al. Experimentos de adubação de milho doce e soja em campo cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Rio de Janeiro, v. 7, p. 57-63, 1972.

GONÇALVES, C. N.; CERETTA, C. A.; BASSO, C. J. Sucessões de culturas com plantas de cobertura e milho em plantio direto e sua influência sobre o nitrogênio do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 24, p. 153- 159, 2000.

HELM, J. L.; ZUBER, M. S. Pericarp thickness of dent corn inbreds lines. **Crop Science**, Madison, v. 9, p. 803-804, 1969.

HUELSEN, W. A. **Sweet Corn**. New York: Interscience Publishers, 1954. 409p.

IMOLESI, A. S. et al. Influência da adubação nitrogenada na qualidade fisiológica das sementes de milho. **Ciência agrotecnologia**, Lavras, v. 25, n. 5, p. 1119-1126, set./out., 2001.

ITO, G. M.; BREWBAKER, J. L. Genetic advance through mass selection for tenderness in sweet corn. **Journal of American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 106, p. 496-449, 1981.

KARLEN, D. L.; FLANNERY, R. L; SADLER, E. J. Aerial accumulation and partitioning of nutrients by corn. **Agronomy Journal**, Madison, v. 80, n. 2, p. 232-242, 1988.

KUROZAWA, C. Glossário. **Globo Rural**. disponível em <<http://globoruralteve.globo.com/GRural/0,27062,LPTO-4373-0-L-M,00.html>>, acesso em: 20/08/2007.

LANDRY, J.; DELYE, S. The Tryptopn contents of wheat, maize and barley grains as a function of nitrogen content. **Journal of Cereal Science**, London, v. 18, p. 259-266, 1993.

LANTMANN, A. F. et al. Adubação nitrogenada no Estado do Paraná. In: SANTANA, M.B.M. (Ed.). **Adubação nitrogenada no Brasil**. Ilhéus: CEPLAC/SBCS, 1985. p. 20-46.

LENZI, E. A. **População e distribuição espacial de plantas em cultura de milho (*Zea mays* L.)**. 1992. 100f. Tese (Doutorado em agronomia) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

LUCENA, L. F. C. Resposta do milho a diferentes dosagens de nitrogênio e fósforo aplicados ao solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 4, n. 3, p. 334-337, 2000.

MACHADO, J. A. **Melhoramento genético do milho doce, *Zea mays* L.** 1980. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luis de Queiroz, Piracicaba, 1980.

MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M.; PAIVA, E. **Fisiologia da planta de milho**. Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS, 1994. 27 p. (EMBRAPA-CNPMS. Circular Técnica, 20).

MALAVOLTA, E. Adubos nitrogenados. In: _____. **ABC da Adubação**. São Paulo: Ceres, 1979. p. 26-30.

MAR, G. D. et al. Efeito de doses e épocas de aplicação de nitrogênio no milho safrinha. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 28, 2001, Londrina. **Resumos...** Londrina: EMBRAPA/IAPAR/UEL/UEM, 2001. p.179.

MARSCHENER, H. **Mineral nutrition of higher plant**. 2. ed. New York: Academic Press, 1995. 889p.

MARTIN, T. N. et al. Questões relevantes na produção de sementes de milho – primeira parte. **Revista da FZVA**. Uruguaiana, v.14, n.1, p. 119-138, 2007.

MENDES, D. D. Estudo químico comparativo das variedades de milho cultivadas em diversas regiões do país. **Boletim Técnico do Centro de Tecnologia Agrícola e Alimentar**, Rio de Janeiro, v.4, p.1-6, 1972.

MENGEL, D. B.; BARBER, S. A. Rate of nutrient uptake per unit of corn root under field conditions. **Agronomy Journal**, Madison, v. 66, p. 399-402, 1974.

MITTELMANN, A. **Variação genética para qualidade nutricional em milho com endosperma norma**. 2001. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2001.

MORETTI, C. L.; HENZ, G. P. Manuseio pós-colheita de milho doce. In: PEREIRA FILHO, I. A. (Ed.). **O cultivo do milho-verde**. Brasília: Embrapa, 2003. cap. 12, p. 195-204.

MUZILLI, O.; OLIVEIRA, E. L. Nutrição e Adubação. In: FUNDAÇÃO INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. **A cultura do milho no Paraná**. Londrina, 1982. p. 83-104.

NEPTUNE, A. M. L. et al. Efeitos de doses não equidistantes de N, P, K nas concentrações destes macronutrientes na folha e na produção do milho (*Zea mays*). **Anais da ESALQ**, Piracicaba, v. 39, p. 917-941, 1982.

OLIVEIRA JUNIOR, L. F. G. et al. Seleção de genótipos de milho mais promissores para o consumo *in natura*. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 1, p. 159-165, jan./mar., 2006.

OLIVEIRA, et al. Teor de proteína no grão em populações de milho de alta qualidade protéica e seus cruzamentos. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 34, n. 1, p. 45-51, 2004.

PAES, M. C. D. **Aspectos físicos, químicos e tecnológicos do grão de milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2006. p.1-6 (Circular Técnica, n.75)

PAIVA, E. et al. Seleção de progênies de milho doce de alto valor nutritivo com auxílio de técnicas eletroforéticas. **Pesquisa agropecuária brasileira**. Brasília, v. 27, p. 1213-1218, 1992.

PARENTONI, S. N. et al. Milho doce. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 14, p. 17-22, 1990.

PEDROTTI, A. et al. Parâmetros de produção do milho-doce em sistemas de cultivo e sucessão de culturas no Tabuleiro Costeiro Sergipano. In: SEMINÁRIO DE PESQUISA FAP-SE, 2003, Sergipe. **Anais...** Sergipe: FAP, 2003.

PEREIRA FILHO, I. A.; CRUZ, J. C. **Cultivares de milho para o consumo verde**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, jan., 2002. p.1-7 (**Circular Técnica, n.15**)

RAJCAN, I., TOLLENAAR, M. Source: sink ratio leaf senescence in maize: 1. Dry matter and partitioning during grain filling. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 60, p. 245-253, 1999.

RITCHIE, S. W.; HANWAY, J.; BENSON, G. O. Como a planta de milho se desenvolve. **Arquivo do Agrônomo Potafos**, Piracicaba, n. 103, p.1-20, set, 2003.

RITCHIE, S. W.; HANWAY, J.; BENSON, G. O. **How a corn plant develops**. Ames: Iowa State University of Science and Technology. Cooperative Extension Service, 1993. 21 p. (Special Report, 48).

SABATA, R. J.; MASON, S. C. Corn hybrid interactions with soil nitrogen level and water regime. **Journal of Production Agriculture**, Madison, v. 5, p. 137-142, 1992.

SANGOI, L.; ENDER, M.; GUIDOLIN, F. A. Nitrogen fertilization impact on agronomic traits of maize hybrids released at different decades. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 5, p. 757-764, 2001.

SAWAZAKI, E. et al. Milho verde: Avaliação da resistência à lagarta da espiga, da espessura do pericarpo e outras características agrônômicas. **Bragantia**, Campinas, v. 49, p. 241-251, 1990.

SCHREIBER, H. A. et al. Irrigation and nitrogen effects on sweet corn row numbers at various growth stages. **Soil Science**., Baltimore, v. 135, n. 1, p. 135-136, 1962.

SHIOGA, P. S.; OLIVEIRA, E. L.; GERAGE, A. C. Densidade de plantas e adubação nitrogenada em milho cultivado na safrinha. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 3, p. 381-390, 2004.

SILVA, P. R. F. et al. Rendimento e teor de proteína bruta nos grãos de híbridos de milho com adubação nitrogenada de cobertura tardia. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 62, n. 5, p. 487-492, 2005. Disponível em:

<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-90162005000500014&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 21 out. 2008.

SILVA, W. J. et al. Exigências climáticas do milho em sistema plantio direto. **Informe Agropecuário**. Belo Horizonte, v. 27, n. 233, p. 14-25. jul./ago. 2006.

SOUZA, J. J. R. de. **A utilização do Método de Projeto em Experimento de Avaliação de Cultivares de Milho Doce para Agroindústria na Região de Morrinhos-GO**. 2005. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

STEVENSON, F. J. **Humus Chemistry: genesis, composition, reactions**. New York: Wiley-Interscience, 1982. 443p.

TEIXEIRA, F. F. et al. Avaliação da capacidade de combinação entre linhagens de milho doce. **Ciência agrotécnica**., Lavras, v. 25, n. 3, p. 483-488, 2001.

TEIXEIRA, M. R. O. A cultura do milho e sua importância nos sistemas de produção de Mato Grosso do Sul. In: WORKSHOP SOBRE QUALIDADE DO MILHO, 1997, Dourados, MS. **Anais...** Dourados: EMBRAPA-CPAO, 1998. p. 12-14 (EMBRAPA-CPAO. Documentos, 23).

TOSELLO, G. A. Milhos especiais e seu valor nutritivo. In PATERNIANI, E.; Viegas, G. P. **Melhoramento e produção do milho**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. v. 2, p. 375-408.

TOSELLO, G. A. Milhos especiais e seu valor nutritivo. In: PATERNIANI, E. **Melhoramento e produção do milho no Brasil**. Campinas: Fundação Cargill, 1978. cap. 8, p. 326-329.

TRACY, W. F. Sweet corn. In: HALLAUER, A. R. **Specialty corn**. 2. ed. Boca Raton: CRC Press, 2001. p. 155-198.

TRACY, W. F. Sweet Corn. In: HALLAUER, A. R. **Specialty corn**. 2. ed. Boca Raton: CRC Press, 1994. p. 147-187.

TRACY, W. F.; CHANDRAVADANA, P.; GALINAT, W. C. More on pericarp and aleurone thickness in maize and its relatives. **Maize genetics cooperation news letter**, Urbana, v. 52, p. 60-62, 1978.

TRACY, W. F.; JUVIK, J. A. Pericarp thickness of a shrunken-2 population of maize selected for improved field emergence. **Crop Science**, Madison, v. 29, p. 72-74, 1989.

VELOSO, M. E. C. et al. Doses de nitrogênio na cultura do milho, em solos de várzeas, sob sistema de drenagem subterrânea. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 5, p. 382-394, 2006.

VICTORIA, R. L., PICCOLO, M. C., VARGAS, A. A. T. O ciclo do nitrogênio. In: CARDOSO, E. J. B. N.; TSAI, S. M.; NEVES, M. C. P. (Coord.). **Microbiologia do solo**. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1992. 360p.

VON PINHO, R. G.; SOUSA, L. O. V.; VASCONCELOS, R. C. Sistemas de cultivo, épocas de sementes e doses de nitrogênio na produção de milho. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 24., 2002. Florianópolis. **Anais...** Florianópolis, 2002. p.733-739.

WARNCKE, D.; BARBER, S. Ammonium and nitrate uptake by corn (*Zea mays* L.) as influenced by nitrogen concentrations and $\text{NH}_4^+/\text{NO}_3^-$ ratio. **Agronomy Journal**, Madison, v. 65. p. 950-954, 1973.

ZÁRATE, N. A. H.; VIEIRA, M. C. Produção do milho doce cv. superdoce em sucessão ao plantio de diferentes cultivares de inhame e adição de cama-de-frango. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 1, p. 05-09, 2003.

3 ARTIGO A

DOSES E ÉPOCAS DE APLICAÇÃO DE NITROGÊNIO EM COBERTURA NA PRODUÇÃO DE SEMENTES DE MILHO DOCE

3.1 Resumo

O milho doce apresenta grande diversificação de uso, sendo sua principal diferença quando comparada com o milho convencional, o sabor adocicado. O nitrogênio é um dos nutrientes que apresentam os maiores efeitos no aumento da produção de sementes na cultura do milho e, a exigência deste elemento varia consideravelmente com os diferentes estádios de desenvolvimento da planta. O parcelamento e a época de aplicação de nitrogênio na cultura do milho tem sido amplamente questionados por diversos pesquisadores. O trabalho desenvolvido na Fazenda Escola da Universidade Estadual de Londrina – UEL teve como objetivo avaliar doses e épocas de aplicação de nitrogênio em cobertura nas características fitométricas, componentes de produção e produtividade de sementes de milho doce da cultivar BR400 (superdoce). Foram avaliadas quatro doses de nitrogênio em cobertura (0, 40, 80, e 120 kg ha⁻¹ de N) e duas épocas de aplicação (estádio vegetativo e estágio reprodutivo). Na época vegetativa N foi aplicado nos estádios V6 a V8 e na época reprodutiva, no estágio (R1) quando 75% das plantas apresentavam espigas com estigmas visíveis. Foi utilizado como fonte de N a uréia (45% de N) aplicada a lanço. Foram avaliados as características fitométricas, (altura da espiga, altura da planta, diâmetro do colmo, número de plantas, plantas acamadas e quebradas) os componentes de produção (número de espigas, índice de espigas, peso da espiga com e sem palha, dimensões da espiga despalhada, fileiras de sementes por espiga, número de sementes por fileira, diâmetro e peso do sabugo, massa de 100 sementes) e a produtividade de sementes. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial 4x2, totalizando 8 tratamentos, com quatro repetições. Os dados foram comparados pelo teste F e submetidos a estudo de regressão até 2º grau. A aplicação de Nitrogênio em cobertura na época reprodutiva, utilizando uma dose estimada de 30 kg ha⁻¹, promoveu aumento no índice de espigas e na produtividade de sementes. O incremento das doses de nitrogênio na época reprodutiva aumentou linearmente o peso das espigas com palha, porém reduziu o número de espigas por parcela. O nitrogênio aplicado em cobertura na fase vegetativa, independentemente da dose, não favoreceu as características fitométricas, componentes de produção e produtividade de sementes de milho doce.

Palavras-chave: características fitométricas, componentes de produção, produtividade, *Zea mays*.

Abstract

Sweet corn presents a great usage diversification, the main difference being, when compared with conventional corn, its sweetish taste. Nitrogen is one of the nutrients that present the greatest effects in the increase of production of seeds in the corn culture, and the demand of that element varies considerably with the different stages of plant development. The installment and timing of application of nitrogen in corn culture has been widely questioned by many researchers. The work developed at Fazenda Escola (Farm School) at Universidade Estadual de Londrina - State University of Londrina - UEL, had the goal of evaluating dosage and timing of application of nitrogen top-dressing in the phytometric characteristics, production components and seed productivity of sweet corn in the BR400 cultivar. Four

dosages of nitrogen top-dressing (0, 40, 80 and 120kg ha⁻¹ of N) and two application times (vegetative stage and reproductive stage) were evaluated. In the vegetative period, N was applied in the V6 and V8 stages and, in the reproductive period, in the (R1) stage, when 75% of the plants had ears with visible stigmata. The used source of N was urea (45% N) applied through spreaders. Phytometric characteristics (ear height, plant height, stalk width, number of plants, **lodged** and broken plants), production components (ears per parcel, ear rate, weight of ear with and without the husk leaf, length and width of the huskless ear, rows of grains per ear, width and weight of ear, mass of 100 seeds) and productivity rate of seeds were evaluated. The experimental design used was that of casualized blocks, in a factorial outline of 4x2, in a total of 8 treatments, with four repetitions. The data was evaluated by the F-test and submitted to a regression study of second degree. Nitrogen top-dressing applied during the reproductive stage, using an estimated dosage of 30 kg ha⁻¹ of N, promoted an increase in the ear rate and seed productivity. An elevation in the nitrogen dosage in the reproductive period increased linearly the weight of husked ears, but it reduced the number of ears per parcel. The nitrogen top-dressing applied in the vegetative stage, regardless of the dosage, did not favor the phytometric characteristics, production components and seed productivity of sweet corn.

Key words: phytometric characteristics, production components, productivity, *Zea Mays*.

3.2 Introdução

O milho doce apresenta grande diversificação de uso, podendo ser utilizado em conserva, congelado na forma de espigas ou grãos, desidratado, colhido antes da polinização e usado como “baby corn” ou minimilho e, após a colheita, a planta verde sem espiga pode ainda ser utilizada para ensilagem (PEREIRA FILHO; CRUZ, 2002; ARAGÃO, 2002; OLIVEIRA JUNIOR et al., 2006; BORIN, 2005; PEDROTTI et al., 2003). A principal diferença entre o milho doce e o milho convencional, é a presença de alelos mutantes que bloqueiam a conversão de açúcares em amido no endosperma, conferindo o caráter doce. No entanto, por conter elevado teor de açúcares, pouca reserva de amido no endosperma e pericarpo tenro, quando comparado com o milho comum, apresenta algumas características indesejáveis, como baixa produtividade, baixa resistência ao ataque de pragas e doenças (TRACY, 1994, OLIVEIRA JUNIOR et al., 2006), assim como rápida perda de viabilidade, acarretando desuniformidade de ‘stand’ no campo.

Além de outros fatores que influenciam no desenvolvimento e produtividade da cultura, o milho necessita ter suas exigências nutricionais plenamente satisfeitas, para a obtenção de elevada produtividade, de forma a atender a grande demanda de extração de nutrientes do solo, sobretudo de nitrogênio, que é o nutriente extraído em maior quantidade (BULL, 1993). O nitrogênio é incorporado em numerosos compostos orgânicos essenciais à planta, cuja maioria (90%) está presente nas proteínas que ficam armazenadas nos tecidos

vegetais. Este elemento é um dos nutrientes que apresentam os maiores efeitos no aumento da produção de sementes na cultura do milho, segundo Neptune et. al. (1982).

A formação de sementes na cultura do milho está estreitamente relacionada com a translocação de açúcares (CRAWFORD; REDING; BROABENT, 1982) e de nitrogênio (KARLEN; FLANNERY; SADLER, 1988) de órgãos vegetativos, principalmente das folhas, para as sementes, pois na fase de enchimento de sementes estas reservas são quebradas, translocadas e armazenadas nestes órgãos, na forma de proteínas e aminoácidos (MARSCHENER, 1995). Assim, é evidente a relação entre a área foliar verde e a produção de sementes. O aumento da 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 (BALKO; RUSSEL, 1980) e do número de espigas por planta (EBELHAR et al., 1987).

As exigências de nitrogênio variam consideravelmente com os diferentes estádios de desenvolvimento da planta, sendo mínimas nos estádios iniciais, aumentando com a elevação da taxa de crescimento e alcançando um máximo durante o período compreendido entre o início do florescimento e o início da formação de grãos (ARNON, 1975; RAIJCAN; TOLLENAAR, 1999). Cantarella (1993) relata que, embora a absorção do N pelo milho seja mais intensa aos 40 a 60 dias após a emergência, a planta ainda absorve aproximadamente 50% do N necessário após o início do florescimento. O autor afirma que é provável que haja vantagens na aplicação tardia de parte do N nos casos de uso de doses elevadas.

As recomendações relacionadas a dose e época de aplicação de nitrogênio na cultura do milho são divergentes e alvo de questionamento por parte dos pesquisadores. A recomendação clássica de N para milho é a aplicação de 1/3 da dose de N na semeadura e 2/3 em uma ou duas aplicações de cobertura, quando as plantas estiverem com 40-60 cm de altura. Ou então, com base nos estádios fenológicos da cultura, ou seja, quando as plantas estiverem com 4 a 8 folhas (FANCELLI; DOURADO NETO, 2002) ou com 6 a 8 folhas totalmente expandidas (VITTI; FAVARIN, 1997 apud CERETTA, 1997).

Vários pesquisadores questionam sobre o parcelamento das adubações e a época de aplicação do nitrogênio na cultura do milho. Neste aspecto, existe relação de que a adubação nitrogenada no espigamento contribui para o rendimento de grãos em milho comum. Resultados obtidos por Coser et al. (2002) avaliando o efeito da adubação nitrogenada no espigamento sobre o rendimento de grãos e seus componentes de rendimento em um híbrido antigo e um moderno de milho, demonstram que a resposta do rendimento de

grãos a aplicação de N no espigamento depende do nível de N no período vegetativo, sendo maior quando há maior deficiência de N.

Avaliando materiais genéticos, doses e épocas de aplicação de nitrogênio, Silva, et al., (2005), concluíram que a fertilização nitrogenada no espigamento promoveu incrementos significativos no rendimento e no teor de proteína bruta das sementes; a resposta do rendimento de sementes à cobertura nitrogenada tardia diferiu entre as cultivares. O impacto da fertilização nitrogenada no espigamento foi maior quando se aplicou baixas doses de N na fase de desenvolvimento vegetativo. Os aumentos no rendimento, obtidos com coberturas tardias, foram atribuídos principalmente a maior massa de 100 sementes.

O objetivo do trabalho foi avaliar as características fitométricas, os componentes de produção e a produtividade de sementes na cultura do milho doce em resposta a doses de nitrogênio em cobertura, aplicadas no estágio convencional (vegetativo) e tardio (reprodutivo).

3.3 Material e Métodos

O experimento foi conduzido na Fazenda Escola da Universidade Estadual de Londrina (FAZESC – UEL), localizada no município de Londrina, à latitude de 23° 23' S, longitude de 51° 11' W e altitude de 560m na safra agrícola 2007/2008. O clima local segundo classificação de Wilhelm Koeppen, é subtropical úmido, com precipitação média anual de 1614 mm e insolação média anual de 7,05 h dia⁻¹ (CORRÊA; GODOY; BERNARDES, 1982). Os dados de temperatura média e precipitação durante o período de condução do experimento, obtidos junto ao Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR) estão apresentados na figura 1.

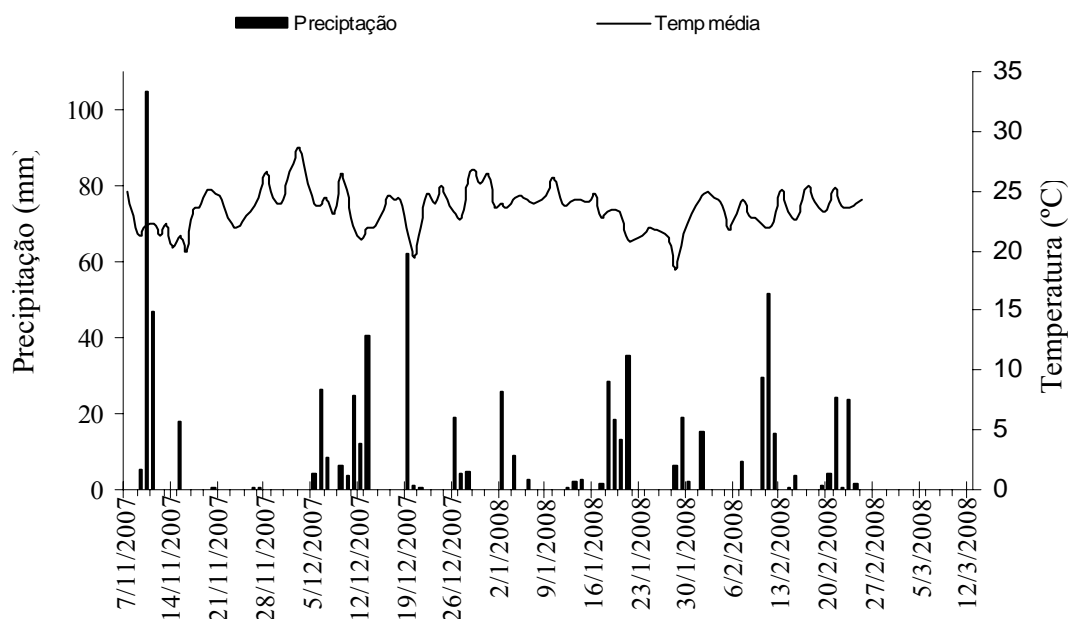


Figura 01 – Dados de precipitação (mm) e temperatura média (°C) durante o ciclo da cultura do milho doce.

A cultivar de milho doce utilizada foi a BR 400 pertencente ao grupo super doce (*brittle1*), sendo esta, uma variedade desenvolvida pela EMBRAPA, apresentando as seguintes características: ciclo 85 (para colheita de milho verde), altura da planta 214-267 cm, comprimento da espiga 12-20 cm, diâmetro da espiga de 3,5-4,5 cm, número de fileiras de sementes por espiga de 12-14.

Foram avaliadas quatro doses de nitrogênio em cobertura (0, 40, 80, e 120kg ha de N) e duas épocas de aplicação (estádio vegetativo e estágio reprodutivo). Na época vegetativa o N foi aplicado nos estádios V6 a V8 e na época reprodutiva no estágio R1, quando 75% das plantas apresentavam espigas com estigmas visíveis (RITCHIE; HANWAY; BENSON, 2003). Foi utilizado como fonte de N a uréia (44% de N) aplicada a lanço. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial 4x2, totalizando 8 tratamentos, com quatro repetições. A parcela experimental foi constituída de 4 linhas de 5m de comprimento, com espaçamento entre linhas de 90cm, considerando como área útil as 2 linhas centrais, totalizando 7,2m².

A adubação de base (NPK) foi realizada conforme análise química do solo (Tabela 1), na linha por ocasião da semeadura, com aplicação de 30kg de N, 40kg de fósforo e 40kg de potássio.

Tabela 1 – Resultados da análise química do solo da área experimental na camada de 0-20 cm.

pH⁺	Ca⁺²	Mg⁺²	Al⁺³	H⁺ + Al⁺³	K⁺	P	C	MO
CaCl ₂	cmolc dm ⁻³					mg dm ⁺³	g kg ⁺¹	g kg ⁺¹
5	9,77	1,76	0,01	3,42	0,84	14,49	16,63	28,6

O sistema de semeadura utilizado foi convencional, com população de aproximadamente 70.000 plantas ha⁻¹. As sementes utilizadas foram tratadas com Tiametoxam, na dosagem de 600ml 100kg⁻¹ de semente, horas antes da semeadura no dia 07/11/2007, sendo estas distribuídas manualmente nos sulcos. O controle de plantas daninhas, pragas e doenças durante o ciclo, foram realizados sempre que necessários, conforme recomendações para a cultura. A colheita das espigas foi realizado manualmente, quando as sementes apresentaram 20% de umidade, sendo a debulha efetuada manualmente.

Para avaliação das características fitométricas e componentes de produção, foram realizadas as seguintes determinações:

- a) **Altura da espiga:** obtida medindo-se a distância entre a superfície do solo e a inserção da primeira espiga de 10 plantas/parcela, calculando-se a média, expressa em centímetros;
- b) **Altura da planta:** Obtida pela média de 10 plantas/parcela, medindo-se a distância entre a superfície do solo e a extremidade superior do pendão expressa em centímetros;
- c) **Diâmetro do colmo:** No estadio R5 (grãos farináceos), o diâmetro do colmo foi medido com um paquímetro, expresso em centímetros, no primeiro entre nó acima do solo em 10 plantas/parcela;
- d) **Número de plantas:** Foi considerado o número de plantas por hectare.
- e) **Plantas acamadas e quebradas:** Foi considerado como plantas acamadas e quebradas por hectare, aquelas plantas que estavam em contato com o solo e que apresentavam quebra abaixo da inserção da espiga. A determinação foi feita imediatamente antes da colheita.
- f) **Espigas por parcela:** Na colheita, foi constatado as espigas da área útil de cada parcela, calculado o número médio de espigas por parcela
- g) **Índice de espigas:** Foi obtido pela divisão do número de espigas pelo número de plantas por parcela;
- h) **Peso da espiga com palha e despalha:** Foram colhidas e pesadas espigas

de 10 plantas/parcela, calculando-se o peso médio da espiga com palha, em gramas. Em seguida, as espigas foram despalhadas manualmente para determinação do peso médio da espiga sem palha;

- i) **Dimensões da espiga despalhada:** são entendidas como medidas do seu comprimento e do seu diâmetro, determinados pela média de dez espigas por parcela. O diâmetro da parte basal da espiga foi determinado com paquímetro e posteriormente calculado a média em centímetros.
 - j) **Fileiras de sementes por espiga:** Foi contado o número de fileiras de sementes de dez espigas por parcela, calculando-se a média;
 - k) **Número de sementes por fileira:** Foi contado o número de sementes por fileiras de dez espigas por parcela, calculando-se a média
 - l) **Diâmetro e peso do sabugo:** O diâmetro da parte basal do sabugo foi determinado com um paquímetro em dez espigas por parcela após a retirada dos grãos, calculando-se a média em centímetros posteriormente obtendo seu peso em gramas;
 - m) **Massa de 100 sementes:** Foram realizadas 8 amostras de 100 sementes por parcela, conforme as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1992);
 - n) **Produtividade de sementes:** Foi determinada a massa das sementes produzidas por hectare, sendo os dados corrigidos para 13% de umidade;
- Os dados obtidos foram comparados pelo teste F e submetidos a estudo de

regressão até 2º grau.

3.4 Resultados e Discussão

Na tabela 2 são apresentados os parâmetros para os quais os efeitos isolados de épocas e doses de aplicação de nitrogênio em cobertura, bem como, os de interação entre os mesmos não foram significativos. Os resultados de altura da planta e de inserção da primeira espiga não foram alterados significativamente pelas doses de nitrogênio avaliadas. Lucena (2000) também não constatou efeitos do nível de nitrogênio sobre a altura de plantas. No entanto, Veloso et al. (2006) avaliando fontes e doses de nitrogênio na cultura do milho

comum, verificaram que a aplicação de nitrogênio em cobertura influencia positivamente a altura da planta e de inserção da primeira espiga.

Resultados concordantes com o deste trabalho foram obtidos por Lucena (2000), que também não verificou diferença no diâmetro do colmo e número de grãos por espiga em função do nitrogênio aplicado em cobertura

Não se constatou efeito de doses de nitrogênio aplicado em cobertura sob o número de plantas acamadas e quebradas na cultura do milho doce. Em milho comum Von Pinho et al., (2008), também não encontrou diferenças no número de plantas acamadas e quebradas em função de doses de N em cobertura para a cultivar Tork, porém para a cultivar P30K75, constatou que a aplicação de 120 kg ha⁻¹ de N em cobertura promoveu redução da porcentagem de plantas acamadas e quebradas em relação a dose de 60 kg ha⁻¹ e a ausência de adubação de cobertura.

Concordando com resultados obtidos por Costa (2000) em milho comum, não houve efeitos de doses de nitrogênio sobre o comprimento e diâmetro da espiga. Casa Grande; Fornasieri Filho (2002) não verificaram efeito de doses de nitrogênio em cobertura sobre o número de fileiras de sementes por espigas, conforme verificado também neste trabalho.

Para a massa de 100 sementes Fernandes (2005), avaliando o efeito de níveis de nitrogênio na produtividade de cultivares de milho verificou que os teores de N aplicados em cobertura influenciaram a massa de 100 grãos. No entanto, neste trabalho não se observou efeitos significativos da dose de nitrogênio em cobertura para esse parâmetro, concordando com resultados obtidos por Silva, Oliveira e Silva (2003). Não se constatou também, efeitos de épocas de aplicação de N em cobertura na massa de 100 sementes, contudo, Coser et. al. (2002) verificaram aumento da massa de 100 sementes com aumento da dose de N quando a aplicação foi realizada no estágio reprodutivo (espigamento).

Tabela 2 – Médias da altura da espiga, altura da planta, diâmetro do colmo, número de plantas, número de plantas acamadas e quebradas, peso da espiga sem palha, comprimento da espiga, diâmetro da espiga, número de fileiras de sementes por espiga, número de sementes por fileira, diâmetro do sabugo, peso do sabugo, massa de 100 sementes de milho doce da cultivar BR 400 em função de épocas de aplicação e doses de nitrogênio em cobertura.

PARÂMETROS	Doses de Nitrogênio em cobertura (kg ha ⁻¹)				ÉPOCAS		
	0	40	80	120	Vegetativo	Reprodutivo	CV %
Altura da espiga (cm)	90	95	91	92	92	92	4,06
Altura da planta (cm)	231	232	231	230	229	232	3,4
Diâmetro do colmo (cm)	1,7	1,71	1,75	1,83	1,73	1,76	3,38
N° de plantas (ha)	72166	70500	72166	70499	71250	71416	3,56
Plantas acamadas e quebradas (ha)	1833	1833	1666	1166	1749	1499	88,46
Peso da espiga sem palha (g)	877	810	836	864	864	829	9,58
Comprimento da espiga (cm)	16,94	16,52	17,18	16,96	16,80	17	4,38
Diâmetro da espiga (cm)	3,9	3,85	3,87	3,84	3,89	3,90	3,18
N° de fileiras de sementes/ espigas	13,48	13,02	13,40	13,13	13,34	13,19	3,96
N° de sementes por fileira	36	35	37	37	36	36	4,74
Diâmetro do sabugo (cm)	2,38	2,40	2,36	2,37	2,39	2,36	4,61
Peso do sabugo (g)	246	225	234	236	236	234	7,47
Massa de 100 sementes (g)	13	14	13	14	13	13	2,37

Na tabela 3, são apresentados os parâmetros avaliados cuja interação entre os fatores épocas e doses de aplicação de nitrogênio em cobertura foram significativos. Em todos os parâmetros avaliados não houve diferença significativa entre as épocas vegetativa e reprodutiva na dose de 0 Kg ha⁻¹ de N, conforme já esperado, pois como não foi aplicado N não havia diferença entre os tratamentos.

Para o número de espigas por parcela, houve diferença significativa entre épocas de aplicação de nitrogênio em cobertura somente na dose de 80kg ha⁻¹ de N, com resultados superiores quando aplicado na época reprodutiva (Tabela 3). Em relação as doses de nitrogênio estudadas, quando a aplicação em cobertura foi realizado na época vegetativa os resultados de número de espigas por parcela ajustaram-se a uma equação quadrática, com dose mínima estimada de 81,86 Kg ha⁻¹ de N, e quando a aplicação em cobertura de nitrogênio foi realizado na época reprodutiva, os resultados se ajustaram a uma equação linear com resposta decrescente ao incremento das doses (Figura 2 A).

Para o índice de espigas, não se constatou diferença significativa entre épocas de aplicação de nitrogênio em cobertura quando utilizou-se 120 Kg ha⁻¹ de N. Contudo, houve diferença significativa entre épocas de aplicação com maior índice de espigas quando a aplicação de nitrogênio em cobertura foi realizado na época reprodutiva nas doses de 40 e 80 Kg ha⁻¹ de N (Tabela 3). Os resultados em função de doses ajustaram-se a uma equação quadrática (Figura 2 B), sendo 76,47Kg ha⁻¹ de N a dose mínima e 29,92 a dose

máxima estimada quando a aplicação de N em cobertura foi realizada na época vegetativa e reprodutiva, respectivamente. Diferindo dos resultados obtidos, Coser et. al. (2002) não verificaram efeito de doses de N em cobertura aplicadas no estágio reprodutivo sobre o número de espigas por planta.

Para o peso da espiga com palha, houve diferença significativa apenas entre épocas de aplicação de nitrogênio em cobertura na dose de 120 kg ha⁻¹, com maiores resultados quando este foi aplicado na época vegetativa (Tabela 3). Considerando a ausência de efeitos entre os tratamentos no peso da espiga sem palha (tabela 2) e a diferença entre tratamentos para peso da espiga sem palha, possivelmente o nitrogênio contribuiu para formação de maior massa de palha em relação a formação de sementes e sabugo. Lucena, (2000) também constatou maior peso de espiga com palha quando utilizaram doses de até 160 kg ha⁻¹ de N em cobertura no estágio vegetativo. Em relação às doses de nitrogênio, quando a aplicação foi realizada na época vegetativa os dados do peso da espiga com palha ajustaram-se a uma equação linear crescente e, quando a aplicação foi realizada na época reprodutiva os dados se ajustaram a uma função quadrática (Figura 2 C), sendo a dose de máxima estimada em 55,28 kg de N ha⁻¹.

Tabela 3 – Médias do número de espigas, índice de espigas, peso da espiga com palha e produtividade de sementes de milho doce da cultivar BR 400 em função de épocas de aplicação e doses de nitrogênio em cobertura.

ÉPOCAS	DOSES DE NITROGÊNIO EM COBERTURA (kg ha ⁻¹)				Equações de Regressão	R ²	CV%	Max	Min
	0	40	80	120					
Número de espigas/ha									
Vegetativo	69333 ^a	64666.75a	57333b	62666 a	70100,15– 255,83375+ 1,5625 x ²	84,14	6,73	-	81,86
Reprodutivo	74000 ^a	71000a	66333 ^a	58666 a	7510056,325 –126.665625x	95,87		-	-
Índice de espigas/parcela									
Veg	0,99 a	0,92 b	0,79 b	0,90 a	1,01025 - 0,004588x + 0,00003x ²	78,94	6,04	-	76,47
Rep	0,99 a	1,05 a	0,93 a	0,83 a	0,9985 + 0,001556x - 0,000026x ²	94,68		29,92	
Peso da espiga com palha (g)									
Veg	1071 a	1033 a	1102 a	1103 a	1052,306 + 0,413156x	41,30	3,22	-	-
Rep	1030 a	1059 a	1078 a	1004 b	1026,055 + 1,781925x - 0,016117x ²	89,44		55,28	-
Produtividade (Kg ha⁻¹)									
Veg	3286 a	2807 b	2884 a	3077 a	3264.475 - 13.97875x + 0,105 x ²	92,96	4,92	-	54,12
Rep	3006 b	3259 a	2825 a	2617 b	3052,25000 + 4.6375 x - 0,07203 x ²	81,33		32,2	-

Médias seguidas de letras iguais na coluna, não diferem pelo teste F a 5%.

Veg= aplicação de nitrogênio em cobertura no estágio vegetativo;

Rep=aplicação de nitrogênio em cobertura no estágio reprodutivo

Para a produtividade de sementes, não houve diferença significativa entre épocas de aplicação de nitrogênio em cobertura na dose 80 kg ha⁻¹ de N. Quando utilizado 40 kg ha⁻¹ de N em cobertura obteve-se maior produção com aplicação na época reprodutiva, e com 120 kg ha⁻¹ de N em cobertura a maior produção foi obtida com aplicação na época vegetativa (Tabela 3). A produtividade de sementes em função de doses ajustaram-se a uma equação quadrática, sendo 54,12Kg ha⁻¹ de N a dose de mínima e 32,2a dose de máxima estimada para aplicação na época vegetativa e reprodutiva, respectivamente. (Figura 2 D). O incremento da produtividade de sementes em função de doses de nitrogênio em cobertura é descrito também por diversos outros autores (COSTA, 2000; VON PINHO; SOUSA; VASCONCELOS, 2002; SHIOGA; OLIVEIRA; GERAGE, 2004; SILVA, et al., 2005; VON PINHO, 2008)

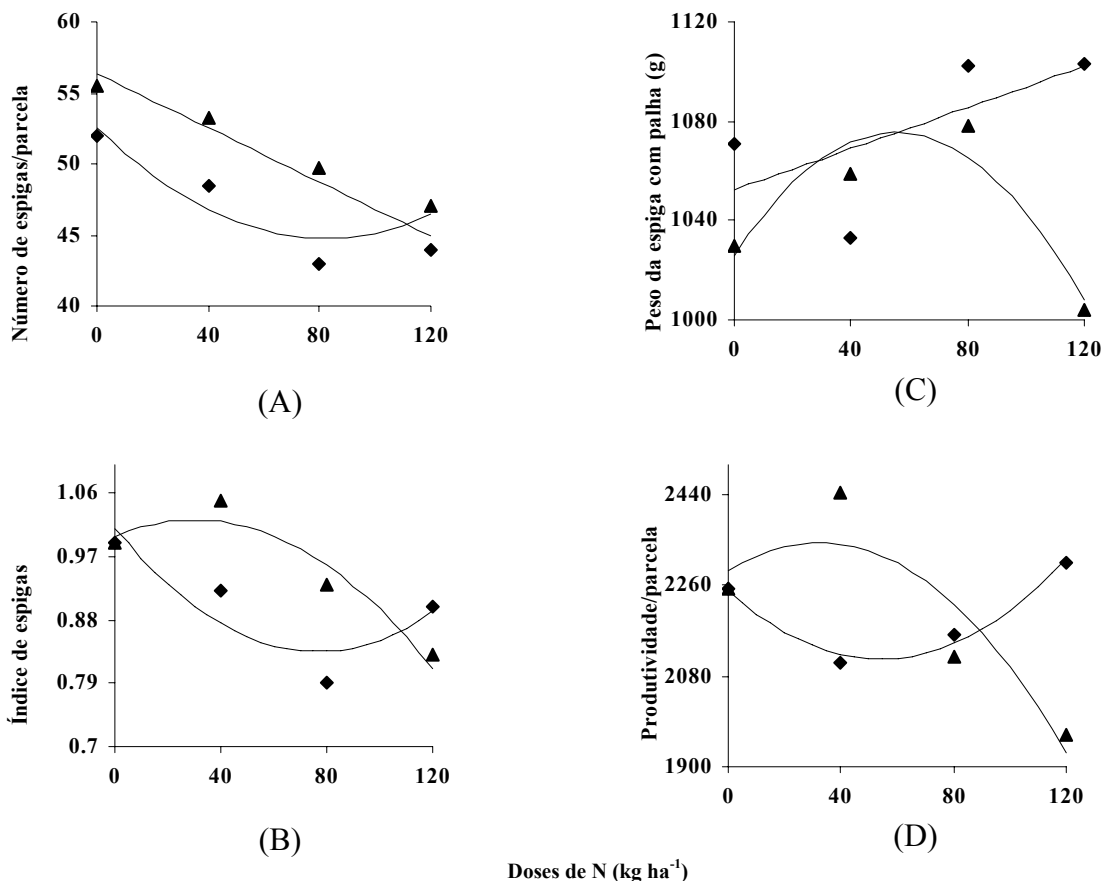


Figura 2 – Número de espigas (A), índice de espigas (B), peso da espiga com palha (C), produtividade de sementes(D) de milho doce da cultivar BR 400 em função de doses de nitrogênio em cobertura em duas épocas de aplicação (---◆--- vegetativa e ___▲___ reprodutiva).

De acordo com a recomendação clássica de adubação nitrogenada, era de se esperar efeitos de doses de N quando aplicadas no estágio vegetativo, no entanto não se

verificou efeitos benéficos na aplicação de N em cobertura neste estágio. As respostas da aplicação de N nem sempre são concordantes, uma vez que diversos fatores podem influenciar a resposta das culturas, como época de aplicação, doses de N empregadas, fatores climáticos, densidade de semeadura, cultivares utilizados, teor de matéria orgânica, etc.

3.5 Conclusões

A aplicação de Nitrogênio em cobertura na época reprodutiva, utilizando uma dose estimada de 30 kg ha⁻¹, promoveu aumento no índice de espigas e na produtividade de sementes.

O incremento das doses de nitrogênio na época reprodutiva aumentou linearmente o peso das espigas com palha, porém reduziu o número de espigas por parcela.

O nitrogênio aplicado em cobertura na fase vegetativa, independentemente da dose, não favoreceu as características fitométricas, componentes de produção e produtividade de sementes de milho doce.

REFERÊNCIAS

- ARAGÃO, C. A. **Avaliação de híbridos simples braquíticos de milho super doce (*Zea mays* L.) portadores do gene *shrunken--2* (*sh2sh2*) utilizando o esquema dialélico parcial**. 2002. 101f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Ciências Agrônomicas. Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu.
- ARNON, I. **Mineral nutrition of maize**. Bern: International Potash Institute, 1975. 425p.
- BALKO, L. G.; RUSSEL, W. A. Response of maize inbred lines to N fertilizer. **Agronomy Journal**, Madison, v. 72, n. 5, p. 723-732, Sep./Oct. 1980.
- BORIN, A. L. D. C. **Extração, absorção e acúmulo de nutrientes no milho doce cultivado em condições de campo**. 2005. 97f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Uberlândia-MG.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNDA/ DNDV/CLAV, 1992. 364p.
- BULL, L. T. Nutrição mineral do milho. In: BULL, L. T., CANTARELLA, H. (Ed.). **Cultura do milho**: fatores que afetam a produtividade. Piracicaba: Potafós, 1993. p. 63-145.
- CANTARELLA, H. Calagem e adubação do milho. In: BULL, L. T.; CANTARELLA, H. (Ed.). **Cultura do milho**: fatores que afetam a produtividade. Piracicaba: Potafós, 1993. p. 147-169.

CASA GRANDE, 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.

CERETTA, C. A. Manejo da adubação nitrogenada no sistema plantio direto. In: _____. **Atualização em recomendação de adubação e calagem – ênfase em plantio direto**. Santa Maria: Departamento de solos-CCR-UFSM-Núcleo regional Sul, 1997. p. 112-124.

CORRÊA, A. R.; GODOY, H.; BERNARDES, A. R. M. **Características climáticas de Londrina**. 2. ed. Londrina: IAPAR, 1982.

COSER, R. P. S. et al. Resposta do milho à adubação nitrogenada no espigamento. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 24., 2002, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis, 2002.

COSTA, A. M. **Adubação nitrogenada na cultura do milho (*Zea mays* L.) em sistema de plantio direto**. 2000. 90f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências Agrônômicas da UNESP. Botucatu.

CRAWFORD, T. W.; REDING, V. V.; BROABENT, F. E. Sources, fluxes, and sinks of nitrogen during early reproductive growth of maize (*Zea mays* L.). **Plant Physiology**, Lancaster, v. 70, p. 1654-1660, 1982.

EBELHAR, S. A. et al. Effects of nitrogen and potassium on growth and cation composition of corn genotypes differing in average ear number. **Agronomy Journal**, Madison, v. 79, n. 5, p. 875-881, 1987.

FANCELLI, A. L.; DOURADO-NETO, D. **Produção de milho**. Guaíba: Ed. Agropecuária, 2002. 360p.

FERNANDES, F. C. S., Efeitos de níveis de nitrogênio na produtividade de seis cultivares de milho (*zea mays* L.) **Revista científica eletrônica de agronomia**, Garça, v. 4, n. 7, jul. 2005.

KARLEN, D. L.; FLANNERY, R. L.; SADLER, E. J. Aerial accumulation and partitioning of nutrients by corn. **Agronomy Journal**, Madison, v. 80, n. 2, p. 232-42, 1988.

LUCENA, L. F. C. Resposta do milho a diferentes dosagens de nitrogênio e fósforo aplicados ao solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 4, n. 3, p. 334-337, 2000.

MARSCHENER, H. **Mineral nutrition of higher plant**. 2. ed. New York: Academic Press, 1995. 889p.

NEPTUNE, A. M. L. et al. Efeitos de doses não equidistantes de N, P, K nas concentrações destes macronutrientes na folha e na produção do milho (*Zea mays*). **Anais da ESALQ**, Piracicaba, v. 39, p. 917-941, 1982.

OLIVEIRA JUNIOR, L. F. G. et al. Seleção de genótipos de milho mais promissores para o consumo *in natura*. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 1, p. 159-165, jan./mar., 2006.

PEDROTTI, A. et al. Parâmetros de produção do milho-doce em sistemas de cultivo e sucessão de culturas no Tabuleiro Costeiro Sergipano. In: SEMINÁRIO DE PESQUISA FAP-SE, 2003, Sergipe. **Anais...** Sergipe: FAP, 2003.

PEREIRA FILHO, I. A.; CRUZ, J. C. **Cultivares de milho para o consumo verde**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, jan., 2002. p.1-7 (**Circular Técnica, n.15**)

RAJCAN, I., TOLLENAAR, M. Source: sink ratio leaf senescence in maize: 1. Dry matter and partitioning during grain filling. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 60, p. 245-253, 1999.

RITCHIE, S. W.; HANWAY, J.; BENSON, G. O. Como a planta de milho se desenvolve. **Arquivo do Agrônomo Potafos**, Piracicaba, n. 103, p.1-20, set, 2003.

SHIOGA, P. S.; OLIVEIRA, E. L.; GERAGE, A. C. Densidade de plantas e adubação nitrogenada em milho cultivado na safrinha. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 3, p. 381-390, 2004.

SILVA, P. R. F. et al. Rendimento e teor de proteína bruta nos grãos de híbridos de milho com adubação nitrogenada de cobertura tardia. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 62, n. 5, p. 487-492, 2005. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-90162005000500014&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 21 out. 2008.

SILVA, P. S. L.; OLIVEIRA, F. H. T.; SILVA, P. I. B. Efeitos da aplicação de doses de nitrogênio e densidades de plantio sobre os rendimentos de espigas verdes e de grãos de milho. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 3, jul./set. 2003.

TRACY, W. F. Sweet Corn. In: HALLAUER, A. R. **Specialty corn**. 2. ed. Boca Raton: CRC Press, 1994. p. 147-187

VELOSO, M. E. C. et al. Doses de nitrogênio na cultura do milho, em solos de várzeas, sob sistema de drenagem subterrânea. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 5, p. 382-394, 2006.

VON PINHO, R. G. et al. Adubação nitrogenada, densidade e espaçamento de híbridos de milho m sistema de plantio direto na região sudeste do Tocantins. **Bragantia**, Campinas, v. 67, n. 3, p. 733-739, 2008.

VON PINHO, R. G.; SOUSA, L. O. V.; VASCONCELOS, R. C. Sistemas de cultivo, épocas de semeadura e doses de nitrogênio na produção de milho. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 24., 2002. Florianópolis. **Anais...** Florianópolis, 2002. p.733-739.

4 ARTIGO B

DOSES E ÉPOCAS DE APLICAÇÃO DE NITROGÊNIO EM COBERTURA NA QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE MILHO DOCE.

4.1 Resumo

A formação de sementes na cultura do milho está estreitamente relacionada com a translocação de açúcares e de nitrogênio de órgãos vegetativos, para as sementes. A adubação nitrogenada influencia não só a produtividade, mas também a qualidade do produto em consequência do aumento do teor de proteína nas sementes, que são constituintes importantes no desenvolvimento do embrião. O trabalho conduzido no Laboratório de Fitotecnia, do Departamento de Agronomia da Universidade Estadual de Londrina teve como objetivo avaliar a qualidade fisiológica de sementes de milho doce provenientes de plantas cultivadas sob diferentes doses e épocas de aplicação de nitrogênio em cobertura. Foram utilizadas sementes da variedade BR400 (superdoce), provenientes de plantas submetidas a doses de 0, 40, 80, e 120 kg ha⁻¹ de N em duas épocas de aplicação em cobertura (estádio vegetativo e estágio reprodutivo). O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4x2, totalizando oito tratamentos, com quatro repetições. Foram determinados, a massa de 100 sementes, a germinação, a primeira contagem do teste de germinação, a massa seca de plântulas normais do teste de germinação, o crescimento de plântulas, o teste de frio, envelhecimento acelerado, emergência de plântulas no campo, tetrazólio vigor, condutividade elétrica e índice de velocidade de emergência. Os dados foram submetidos a análise de variância pelo teste F a 5% e a estudo de regressão até 2° grau. As doses e épocas de aplicação de nitrogênio em cobertura não afetaram a massa de sementes, a germinação e o vigor de sementes de milho doce. O aumento da dose de N em cobertura, com aplicação no estágio reprodutivo, reduziu o comprimento da parte aérea, de raiz e total de plântulas de milho doce.

Palavras-chave: *zea mays*, vigor, germinação, adubação nitrogenada tardia

Abstract

The formation of seeds in the corn culture is tightly related to the translocation of sugars and nitrogen from vegetative organs into the seeds. Nitrogen fertilization influences not only productivity, but also the quality of the product as a consequence of the increase in the protein content in the seeds, which are important constituents of the embryo development. The work conducted at the Plant Science Laboratory in the Agronomy Department of Universidade Estadual de Londrina - State University of Londrina - had the goal of evaluating the physiologic quality of sweet corn seeds stemming from plants cultivated under different dosages and timings of top-dressed applications of nitrogen. Seeds of the BR400 variety (Super Sweet) were used, coming from plants submitted to different dosages of 0, 40, 80 and 120kg ha⁻¹ of N in two times of top-dressing application (vegetative and reproductive stages). The experimental design used was entirely casualized, in a factorial outline of 4x2, in a total of 8 treatments, with four repetitions. The mass of 100 grains, germination, first count of germination test, dry mass of normal seedlings of the germination test, seedling growth, cold test, accelerated aging, tetrazolium vigor and electric conductivity and emergency speed rate were determined. Data was submitted to variation analysis by the F-test at 5% and to regression study to the second degree. Dosage and time of application of nitrogen top-

dressing did not affect the mass of seeds, germination and vigor of sweet corn seeds. Increase of N top-dressing dosage, with application in the reproductive stage, reduced the length of the aerial part, the root and the total seedlings of sweet corn.

Key words: Zea Mays, vigor, germination, late nitrogenated fertilization.

4.2 Introdução

O milho doce (*Zea mays* L.) é classificado como milho especial e destina-se exclusivamente ao consumo humano. É utilizado principalmente como milho verde, tanto “in natura” como para processamento pelas indústrias de produtos vegetais em conserva (PEREIRA FILHO; CRUZ, 2002; ARAGÃO, 2002; OLIVEIRA JUNIOR et al., 2006; BORIN, 2005; PEDROTTI et al., 2003). O milho doce apresenta caráter adocicado, quando comparado com o milho comum, devido a presença de alelos mutantes que bloqueiam a conversão de açúcares em amido no endosperma. Por conter pouca reserva de amido no endosperma e pericarpo tenro, apresentam características indesejáveis, como baixa produtividade, assim como rápida perda de viabilidade, acarretando baixa uniformidade do `stand no campo (TRACY, 1994; OLIVEIRA JUNIOR et al., 2006). O pericarpo pouco espesso, qualidade desejável para o consumo, aumenta a ocorrência de danos mecânicos e facilita a entrada de patógenos, contribuindo dessa forma para a redução da germinação e do vigor das sementes.

Uma das premissas para obtenção de elevadas produtividades na cultura do milho é a utilização de sementes de qualidade, que agregam os atributos genéticos, físicos, fisiológicos e sanitários, sendo que essas características afetam sua capacidade de originar plantas e lavouras de alta produtividade (POPINIGIS, 1985).

A formação de sementes na cultura do milho está estreitamente relacionada com a translocação de açúcares (CRAWFORD; REDING; BROABENT, 1982) e de nitrogênio (KARLEN; FLANNERY; SADLER, 1988) de órgãos vegetativos, principalmente das folhas, para as sementes, pois na fase de enchimento de sementes estas reservas são quebradas, translocadas e armazenadas nestes órgãos, na forma de proteínas e aminoácidos (MARSCHENER, 1995). Este elemento é um dos nutrientes que apresentam os maiores efeitos no aumento da produção de sementes na cultura do milho, segundo Neptune et al. (1982). A adubação nitrogenada influencia não só a produtividade, mas também a qualidade do produto em consequência do aumento do teor de proteína nas sementes que são

constituintes importantes no desenvolvimento do embrião. (SABATA; MASON, 1992; LANDRY; DELHAYE, 1993; FERREIRA, et al., 2001).

As recomendações relacionadas a dose e época de aplicação de nitrogênio na cultura do milho são divergentes e alvo de questionamento por parte dos pesquisadores. A recomendação clássica de N para milho é a aplicação de 1/3 da dose de N na semeadura e 2/3 em uma ou duas aplicações de cobertura, quando as plantas estiverem com 40-60 cm de altura. Ou então, com base nos estádios fenológicos da cultura, ou seja, quando as plantas estiverem com 4 a 8 folhas (FANCELLI; DOURADO NETO, 2002) ou com 6 a 8 folhas totalmente expandidas (VITTI; FAVARIN, 1997 apud CERETTA, 1997).

Resultados obtidos por Coser et al. (2002) avaliando o efeito da adubação nitrogenada no espigamento sobre o rendimento de sementes e os componentes de produção de um híbrido antigo e um moderno de milho, demonstram que a resposta do rendimento a aplicação de N no espigamento depende do nível de N no período vegetativo, sendo maior quando há maior deficiência de N. Avaliando materiais genéticos, doses e épocas de aplicação de nitrogênio, Silva et al. (2005), concluíram que a resposta do rendimento à cobertura nitrogenada tardia diferiu entre as cultivares. Os aumentos no rendimento de sementes obtidos com coberturas tardias foram atribuídos principalmente a maior massa de grãos.

A qualidade fisiológica das sementes dos materiais genéticos responde diferentemente a diferentes doses de nitrogênio. Para alguns materiais, o aumento da adubação nitrogenada propicia uma redução no vigor das sementes e aumento do número de plântulas anormais (IMOLESI et al., 2001). Gondim et al. (2006) avaliando o efeito de diferentes níveis de nitrogênio no cultivo de variedades de milho sobre a qualidade fisiológica das sementes observaram que as sementes de todas as variedades apresentaram alta qualidade fisiológica quando cultivadas em altos níveis de nitrogênio; Contudo quando em nível baixo de nitrogênio, observaram qualidade diferenciada das sementes das variedades.

Os resultados de pesquisas referentes ao efeito do nitrogênio sobre a qualidade fisiológica das sementes são inconsistentes, havendo a necessidade da realização de mais pesquisas sobre esse tema. Assim, o objetivo do trabalho foi avaliar a qualidade fisiológica de sementes de milho doce provenientes de plantas cultivadas sob diferentes doses de nitrogênio em cobertura, aplicadas no estágio convencional (vegetativo) e tardio (reprodutivo).

4.3 Material e Métodos

O trabalho foi realizado no Laboratório de Análise de Sementes do Departamento de Agronomia da Universidade Estadual de Londrina, Londrina-PR. Foram utilizadas sementes de milho doce da variedade BR400, pertencente ao grupo super doce, desenvolvida pela EMBRAPA, provenientes de plantas submetidas a diferentes doses de Nitrogênio em cobertura (0, 40, 80, e 120kg ha⁻¹ de N) e duas épocas de aplicação (vegetativa e reprodutiva). Na época vegetativa o N foi aplicado nos estádios V6 a V8 e na época reprodutiva no estádio R1, quando 75% das plantas apresentavam espigas com estigmas visíveis (RITCHIE; HANWAY; BENSON, 2003). A colheita das espigas foi realizada quando as sementes apresentavam teor de água de 20% e, a debulha realizada manualmente.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4x2, totalizando 8 tratamentos, com quatro repetições, mantendo-se as repetições de campo.

Para avaliação da qualidade fisiológica as sementes foram submetidas as seguintes determinações:

- a) **Massa de 100 sementes:** Foi determinada empregando-se 8 repetições de 100 sementes, conforme as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1992).
- b) **Germinação:** Foi conduzido com quatro repetições de 50 sementes, em papel toalha umedecido na proporção de 2,5 vezes a massa (g) do substrato. Os rolos de papel, acondicionados em sacos plásticos, foram mantidos em germinador tipo câmara, na posição horizontal, sob temperatura de 30°C. As contagens foram realizadas aos quatro e sete dias após a instalação do teste, seguindo os critérios estabelecidos em Brasil (1992). Os resultados foram expressos em porcentagem.
- c) **Primeira contagem de germinação:** Constituiu na determinação, em porcentagem, das plântulas normais aos quatro dias após a instalação do teste de germinação;
- d) **Massa de matéria seca de plântulas:** Após a avaliação das plântulas normais, na primeira contagem do teste de germinação, estas foram separadas em duas porções, parte aérea e radicular e, desse modo, acondicionadas em sacos de papel, levadas a estufa a 60 ± 5°C até atingirem peso constante. Após as pesagens, em balança com precisão de

0,001 g, obteve-se a massa seca que, dividida pelo número de plântulas, expressou os resultados em gramas por plântula das porções aérea, radicular e total (NAKAGAWA, 1999);

- e) **Teste de crescimento de plântulas:** Foi utilizado 4 repetições de 10 sementes submetidas a germinação em papel toalha umedecido numa proporção de 2,5 vezes o seu peso seco, sendo a semeadura de 10 sementes realizada sobre duas folhas com as radículas apontadas para baixo de uma linha marcada a 8cm da margem superior do papel, cobrindo com uma folha e enrolando, colocando-se os rolos em posição vertical, em germinador previamente regulado a 25°C, com ausência de luz, durante 4 dias. Após o período no germinador, estas foram separadas em duas porções, parte aérea e radicular e, desse modo, mediu-se o comprimento, expressando os resultados em centímetros por plântulas da parte aérea e radicular (DIAS; BARROS, 1995).
- f) **Teste de frio:** Foi conduzido utilizando-se a metodologia do rolo de papel sem solo, com quatro repetições de 50 sementes. As sementes foram colocadas entre papel toalha umedecido na proporção 2,5 vezes a massa (g) do substrato, conforme realizado no teste de germinação. Após a semeadura os rolos, colocados no interior de sacos plásticos vedados, permaneceram por sete dias em câmara regulada a 10°C e, posteriormente, foram transferidos para outra câmara a 30°C, por mais quatro dias para contagem das plântulas normais, com os resultados expressos em porcentagem.
- g) **Envelhecimento acelerado:** Foram utilizadas 4 repetições de 65 sementes distribuídas em camada única, sobre bandeja de tela metálica fixada no interior de caixa plástica contendo 40 ml de água. As caixas, tampadas e acondicionadas em sacos plásticos foram mantidas a 42°C por 72 horas (DIAS; BARROS, 1995). Após este período, 4 repetições de 15 sementes foram submetidas a determinação do teor de água seguindo metodologia já relatada e, 4 repetições de 50 sementes foram submetidas ao teste de germinação. A avaliação foi realizada quatro dias após a instalação do teste, computando-se a porcentagem de plântulas normais.
- h) **Emergência de plântulas no campo:** foram utilizadas 100 sementes por repetição de campo. As quatro repetições foram semeada em sulcos de

5,0m de comprimento, a profundidade de 2,5cm. Após a semeadura, o sulco foi coberto e a irrigação realizada toda vez que o solo mostrava-se seco. Após o início da emergência das plântulas, foram feitas contagens diárias, até a paralisação da emergência, sendo consideradas como emersas as plântulas que apresentavam crescimento de 1cm da parte aérea.

- i) **Teste de Tetrazólio** Foi conduzido empregando-se quatro repetições de 50 sementes que após pré-condicionadas em papel toalha umedecido com água destilada por 16 horas a 30°C, foram seccionadas, longitudinalmente e medianamente, através do embrião, descartando-se uma das partes. Em seguida, as amostras foram imersas em solução de tetrazólio 0,1 % e mantidas em estufas a 35°C por 3 horas no escuro. Após a coloração das sementes a solução foi drenada, as sementes lavadas e mantidas imersas em água até a avaliação. Os resultados de vigor foram obtidos pelas médias das sementes pertencentes às classes 1, conforme metodologia descrita por Dias e Barros (1995).
- j) **Teste de condutividade elétrica:** Para esta avaliação, 4 repetições de 25 sementes, com massa conhecida, foram colocadas para embeber em 75 ml de água destilada, por um período de 24 horas a 25°C (DIAS; BARROS, 1995); seguiu-se leve agitação e leitura da condutividade elétrica da solução de embebição em condutivímetro, previamente calibrado, com eletrodo de constante 1,0 expressando os resultados em $\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$ de sementes.
- k) **Índice de velocidade de emergência das plântulas no campo:** Utilizando-se o teste de emergência das plântulas no campo, foram realizadas contagens diárias, a partir da emergência da primeira plântula até o décimo quarto dia. O índice de velocidade de emergência (IVE) foi calculado segundo Maguire apud Nakagawa (1999).

Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância pelo teste F a 5% de probabilidade e a estudo de regressão até 2º grau.

4.4 Resultados e Discussão

Na tabela 1 são apresentados os parâmetros cuja interação entre os fatores épocas e doses de aplicação de nitrogênio em cobertura não foram significativos. Não foram observados, também, efeitos de doses de N aplicada em cobertura para esses parâmetros avaliados. Cícero et al. (1979) avaliando cultivares de milho e níveis de fertilidade de solo quanto à qualidade das sementes, observaram não haver relação dos níveis de fertilidade do solo com a germinação das sementes, corroborando com os resultados obtidos, onde as doses de N em cobertura não beneficiaram a germinação das sementes de milho doce.

Tabela 1 – Médias da massa de 100 sementes, germinação, primeira contagem do teste de germinação, plântulas anormais, sementes mortas, massa seca de raiz, massa seca da parte aérea, massa seca total, envelhecimento acelerado, emergência de plântulas no campo e índice de velocidade de emergência de plântulas de sementes de milho doce da cultivar BR 400 em função de épocas de aplicação e doses de nitrogênio em cobertura.

PARÂMETROS	Doses de Nitrogênio em cobertura (kg ha ⁻¹)				ÉPOCAS		
	0	40	80	120	Vegetativo	Reprodutivo	CV %
Massa de 100 sementes (g)	13	14	13	14	13	13	2,37
Germinação (%)	79	72	76	75	76	75	8,36
Primeira contagem do teste de germinação (%)	11	13	12	13	13	12	35,02
Plântulas anormais (%)	8	8	8	7	8	7	56,19
Sementes mortas (%)	3	7	5	6	3 a	7 b	75,99
Massa seca de raiz (g)	0,011	0,010	0,010	0,011	0,010	0,011	13,98
Massa seca da parte aérea (g)	0,17	0,15	0,15	0,26	0,016	0,16	22,11
Massa seca total (g)	0,29	0,27	0,27	0,28	0,27	0,29	15,61
Envelhecimento acelerado (%)	84	87	84	86	86 a	84 b	8,49
Emergência de plântulas no campo (%)	56	53	65	59	66,38 a	50,63 b	27,79
Índice de velocidade de emergência	9	7	8	8	7 b	9 a	21,08

Médias seguidas de letras iguais na linha, não diferem pelo teste F a 5%.

Entre as épocas de aplicação de nitrogênio foram observados efeitos significativos (Tabela1). A aplicação de N na época vegetativa resultou em menor porcentagem de sementes mortas e maior porcentagem de plântulas normais no teste de envelhecimento acelerado. Quando o nitrogênio foi aplicado na época reprodutiva, constatou-se maior índice de velocidade de emergência de plântulas no campo. Em trabalho realizado por Imolesi et al. (2001), também foi observado diferença significativa no índice de

velocidade de emergência em função a doses de nitrogênio aplicadas. No entanto, quando comparou diferentes materiais genéticos, o autor detectou diferenças significativas entre doses de nitrogênio no teste de envelhecimento acelerado. No presente trabalho, porém, não se detectou efeitos de doses na porcentagem de germinação do teste de envelhecimento acelerado. No teste de emergência de plântulas no campo, não foi detectado diferenças significativas entre doses de nitrogênio aplicadas em cobertura, no entanto houve diferenças significativas entre épocas de aplicação, com maiores porcentagens de plântulas germinadas quando o nitrogênio foi aplicado na época vegetativa.

Na tabela 2, são apresentados os parâmetros avaliados cuja interação entre os fatores épocas e doses de aplicação de nitrogênio em cobertura foram significativos. Em todos os parâmetros avaliados para a dose de 0 kg ha⁻¹, não houve diferença significativa entre as épocas de aplicação de N em cobertura, resultado este já esperado, pois em ambos casos não houve aplicação de N.

Para o comprimento da parte aérea do teste de crescimento de plântulas, houve diferença significativa entre épocas de aplicação de nitrogênio em cobertura, com resultados superiores quando o N foi aplicado na época vegetativa na dose de 40 Kg ha⁻¹ de N. Contudo, maiores comprimentos da parte aérea do teste de crescimento de plântulas, foram obtidos quando o nitrogênio foi aplicado em cobertura do na época reprodutiva nas doses de 80 e 120 Kg ha⁻¹ de N. Em relação as doses de N estudadas, quando a aplicação em cobertura foi realizada na época vegetativa os resultados de comprimento da parte aérea ajustaram-se a uma equação linear com resposta decrescente ao incremento das doses, no entanto, quando a aplicação de nitrogênio em cobertura foi realizado na época reprodutiva os dados se ajustaram a uma função quadrática pelo estudo de regressão (Figura 1 A), com dose de mínima estimada em 41,18 Kg ha⁻¹ de N (Tabela 2).

Tabela 2 – Médias de comprimento da parte aérea, comprimento de raiz, comprimento total, teste de frio, tetrazólio vigor e condutividade elétrica de sementes de milho doce da cultivar BR400 em função de épocas de aplicação e doses de nitrogênio em cobertura.

DOSES DE NITROGÊNIO EM COBERTURA									
(kg ha ⁻¹)									
ÉPOCAS	0	40	80	120	Equações de Regressão	R ²	Máx	Mín	CV%
Comprimento da parte aérea (cm)									
Veg	5,2 a	5,5 a	4,3 b	4,4 b	5,40125x - 0,008406 x	59,31	-	-	5,28
Rep	5,2 a	4,5 b	5,3 a	5,8 a	5,1215 - 0,014744x + 0,000179x ²	82,34	-	41,18	
Comprimento da raiz (cm)									
Veg	17 a	17 a	15 b	16 b	16,812 - 0,012544x	38,33	-	-	3,12
Rep	17 a	17 a	17 a	18 a	17,342 - 0,02295x + 0,000241x ²	99,61	-	47,61	
Comprimento total (cm)									
Veg	22 a	23 a	19 b	20 b	22,21025 - 0,020931x	47,36	-	-	2,64
Rep	23 a	22 b	22 a	24 a	22,4635 - 0,037694x + 0,00042x ²	94,02		44,87	
Teste de frio (%)									
Veg	52 a	70 a	74 a	73 a	52,9 + 0,4975x - 0,002813x ²	98,89	88,42	-	7,34
Rep	52 a	38 b	54 b	40 b	49,1 - 0,05375x	11,18	-	-	
Tetrazólio vigor (%)									
Veg	55 a	66 a	68 a	70 a	57,75 + 0,115625x	80,77	-	-	8,55
Rep	49 a	35 b	50 b	39 b	-	-	-	-	
Condutividade elétrica (µS cm⁻¹ g⁻¹)									
Veg	27 a	29 a	36 b	32 a	27,575 + 0,055x	57,53	-	-	7,31
Rep	35 a	37 b	32 a	32 a	35,975 - 0,035x	55,8	-	-	

Médias seguidas de letras iguais na coluna, não diferem pelo teste F a 5%.

Veg= aplicação de nitrogênio em cobertura no estágio vegetativo;

Rep= aplicação de nitrogênio em cobertura no estágio reprodutivo

Para comprimento de raiz de plântulas do teste de crescimento de plântulas, não se constatou diferença significativa entre épocas de aplicação de nitrogênio em cobertura quando utilizou-se 40 Kg ha⁻¹ de N. Houve diferença significativa entre épocas de aplicação com maiores comprimentos de raiz de plântulas quando a aplicação de Nitrogênio foi realizado na época reprodutiva para as doses de 80 e 120 Kg ha⁻¹ de N (Tabela 2). Quando a aplicação de N em cobertura foi realizada na época vegetativa os resultados em função de doses ajustaram-se a uma equação linear com resposta decrescente, e quando a aplicação de nitrogênio foi realizada na época reprodutiva os dados se ajustaram a uma função quadrática (Figura 1 B), sendo 47,61 Kg ha⁻¹ de N a dose de mínima estimada (Tabela 2).

Para comprimento total de plântulas do teste de crescimento de plântulas, as épocas avaliadas apresentaram diferenças significativas para as doses 40, 80 e 120 Kg ha⁻¹ de N, com maiores valores quando a aplicação foi realizada na época vegetativa utilizando 40 kg N ha⁻¹ e quando a aplicação foi realizada na época reprodutiva com 80 e 120 kg N ha⁻¹ (Tabela 2). Em relação às doses de nitrogênio, quando a aplicação foi realizada na época vegetativa os dados do comprimento total ajustaram-se a uma equação linear decrescente e, quando a aplicação foi realizada na época reprodutiva os dados se ajustaram a uma função quadrática (Figura 1C), estimando-se a dose mínima em 44,87 kg N ha⁻¹ (Tabela 2).

Para o teste de frio foi constatado diferenças significativas entre épocas de aplicação de nitrogênio em cobertura, sendo que a maior porcentagem de plantas normais no teste de frio foi obtida quando o nitrogênio foi aplicado na época vegetativa. O nitrogênio aplicado na época reprodutiva propiciou menor germinação em todas as doses utilizadas. Na figura 1D observa-se que quando a aplicação de nitrogênio realizado na época vegetativa, os dados se ajustaram a uma função quadrática pelo estudo de regressão, estimando-se uma maior porcentagem de plantas germinadas após o teste de frio quando utilizada uma dose de 88,42 kg N ha⁻¹ (Tabela 2). Para a época reprodutiva a equação ajustada foi linear com resposta decrescente com o incremento das doses de N utilizadas em cobertura. No entanto, Imolesi et al. (2001) não observou diferenças significativas na porcentagem de geminação de milho comum após o teste de frio em função de doses de N aplicadas em cobertura.

Para o vigor avaliado pelo teste de tetrazólio, as épocas de aplicação de N em cobertura apresentaram diferenças significativas, com maiores porcentagens de vigor quando o N foi aplicado na época vegetativa para as doses 40, 80 e 120 kg ha⁻¹. Em relação às doses de nitrogênio estudadas, quando a aplicação foi realizada na época vegetativa, os dados ajustaram-se a uma equação linear crescente, e não houve efeito de dose quando a aplicação foi na época reprodutiva (Figura 1 E).

O teste de condutividade elétrica, não detectou diferenças no vigor das sementes em função de épocas de aplicação de nitrogênio em cobertura quando se utilizou a dose 120 kg N ha⁻¹. Contudo, a dose de 40 kg N ha⁻¹ aplicados na época vegetativa e 80 kg N ha⁻¹ aplicados na época reprodutiva propiciaram menor lixiviação de eletrolíticos, resultando em menores valores de condutividade elétrica e, conseqüentemente, sementes de maior vigor. Em relação às doses de N estudadas, os valores da condutividade elétrica se ajustaram a uma equação linear crescente e decrescente para as aplicações realizadas na época vegetativa e reprodutiva, respectivamente (FIGURA 1 F).

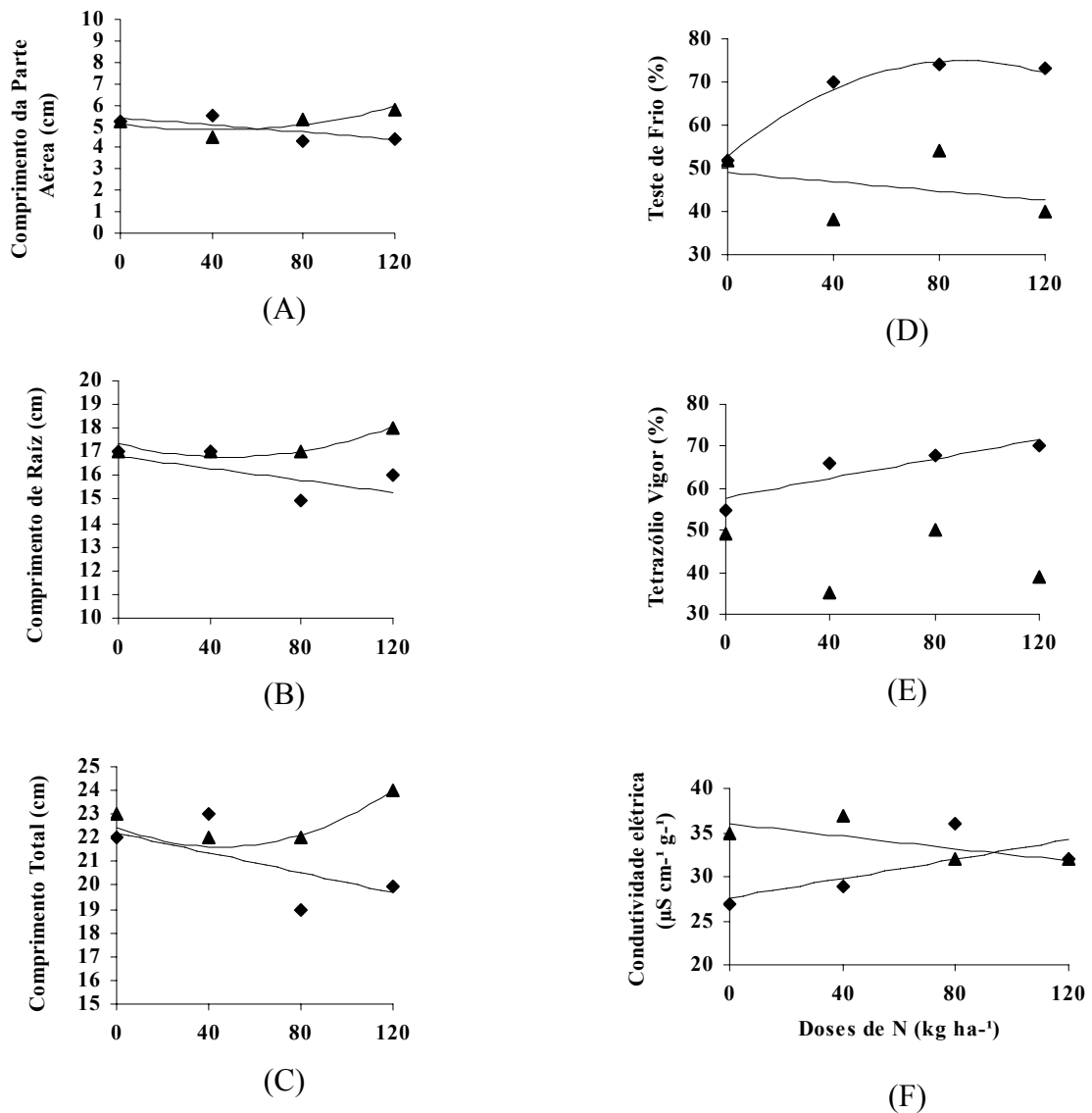


Figura 1 – Comprimento da parte aérea (A), Comprimento de raiz (B), Comprimento total (C), Teste de frio (D) Tetrazólio vigor (E), Condutividade elétrica (F) de milho doce da cultivar BR 400 em função de doses de nitrogênio em cobertura em duas épocas de aplicação (---◆--- vegetativa e —▲— reprodutiva).

A magnitude das respostas das culturas de milho a aplicação de nitrogênio em ensaios conduzidos no Brasil são bastante variados (PEREIRA, 1997) e, os resultados referentes ao efeito do nitrogênio na qualidade fisiológica das sementes tem se mostrado inconsistente (IMOLESI et al., 2001).

4.5 Conclusões

As dose e épocas de aplicação de nitrogênio em cobertura não afetaram a massa de sementes, a germinação e o vigor de sementes de milho doce.

O aumento da dose de N em cobertura, com aplicação no estágio reprodutivo, reduziu o comprimento da parte aérea, de raiz e total de plântulas de milho doce.

REFERÊNCIAS

ARAGÃO, C. A. **Avaliação de híbridos simples braquíticos de milho super doce (*Zea mays* L.) portadores do gene *shrunken-2 (sh2sh2)* utilizando o esquema dialélico parcial**. 2002. 101f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Ciências Agrônomicas. Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu.

BORIN, A. L. D. C. **Extração, absorção e acúmulo de nutrientes no milho doce cultivado em condições de campo**. 2005. 97f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Uberlândia-MG.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNDA/ DNDV/CLAV, 1992. 364p.

CERETTA, C. A. Manejo da adubação nitrogenada no sistema plantio direto. In: _____. **Atualização em recomendação de adubação e calagem – ênfase em plantio direto**. Santa Maria: Departamento de solos-CCR-UFSM-Núcleo regional Sul, 1997. p. 112-124.

CÍCERO, S. M.; TOLEDO, F. F.; CAMPOS, H. Efeitos da fertilidade do solo sobre a produção a germinação e o vigor das sementes de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 2, n. 1, p. 13-23, 1979.

COSER, R. P. S. et al. Resposta do milho à adubação nitrogenada no espigamento. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 24., 2002, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis, 2002.

CRAWFORD, T. W.; REDING, V. V.; BROABENT, F. E. Sources, fluxes, and sinks of nitrogen during early reproductive growth of maize (*Zea mays* L.). **Plant Physiology**, Lancaster, v. 70, p. 1654-1660, 1982.

DIAS, M. C. L. L., BARROS, A. S. R. **Avaliação da qualidade de sementes de milho**. Londrina: IAPAR, 1995. 43p.

FANCELLI, A. L.; DOURADO-NETO, D. **Produção de milho**. Guaíba: Ed. Agropecuária, 2002. 360p.

FERREIRA, A. C. B. et al., Características agronômicas e nutricionais do milho adubado com nitrogênio, molibdênio e zinco. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 58, n. 1, p. 131-138, jan./mar. 2001.

FRANCO, G. Composição química dos alimentos e valor energéticos. In: **Tabela de composição química dos alimentos**. 9 ed. São Paulo: Atheneu, cap.2, p.105-152. 2005.

GONDIM, T. C. O. et al., Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de milho crioulo sob estresse causado por baixo nível de nitrogênio. **Revista Ceres**, maio/jun., p. 413-417 2006 –

IMOLESI, A. S. et al. Influência da adubação nitrogenada na qualidade fisiológica das sementes de milho. **Ciência agrotecnologia**, Lavras, v. 25, n. 5, p. 1119-1126, set./out., 2001.

KARLEN, D. L.; FLANNERY, R. L.; SADLER, E. J. Aerial accumulation and partitioning of nutrients by corn. **Agronomy Journal**, Madison, v. 80, n. 2, p. 232-242, 1988.

LANDRY, J.; DELYE, S. The Tryptophan contents of wheat, maize and barley grains as a function of nitrogen content. **Journal of Cereal Science**, London, v. 18, p. 259-266, 1993.

MARSCHENER, H. **Mineral nutrition of higher plant**. 2. ed. New York: Academic Press, 1995. 889p.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho de plântulas. In: KRZYŻANOWSKI, F. C., VIEIRA, R. D., FRANÇA NETO, J. B. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p. 2.1-2.24.

NEPTUNE, A. M. L. et al. Efeitos de doses não equidistantes de N, P, K nas concentrações destes macronutrientes na folha e na produção do milho (*Zea mays*). **Anais da ESALQ**, Piracicaba, v. 39, p. 917-941, 1982.

OLIVEIRA JUNIOR, L. F. G. et al. Seleção de genótipos de milho mais promissores para o consumo *in natura*. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 1, p. 159-165, jan./mar., 2006.

PEDROTTI, A. et al. Parâmetros de produção do milho-doce em sistemas de cultivo e sucessão de culturas no Tabuleiro Costeiro Sergipano. In: SEMINÁRIO DE PESQUISA FAP-SE, 2003, Sergipe. **Anais...** Sergipe: FAP, 2003.

PEREIRA FILHO, I. A.; CRUZ, J. C. **Cultivares de milho para o consumo verde**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, jan., 2002. p.1-7 (**Circular Técnica, n.15**)

PEREIRA, S. L. **Efeito da adubação nitrogenada e molibdica sobre a produtividade, teor de nitrogênio, atividade da redutase nitrato e outras características da cultura do milho**. 1997. 89 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. 2 ed. Brasília: AGIPLAN, 1985. 289p.

RITCHIE, S. W.; HANWAY, J.; BENSON, G. O. Como a planta de milho se desenvolve. **Arquivo do Agrônomo Potafos**, Piracicaba, n. 103, p.1-20, set, 2003.

SABATA, R. J.; MASON, S. C. Corn hybrid interactions with soil nitrogen level and water regime. **Journal of Production Agriculture**, Madison, v. 5, p. 137-142, 1992.

SILVA, P. R. F. et al. Rendimento e teor de proteína bruta nos grãos de híbridos de milho com adubação nitrogenada de cobertura tardia. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 62, n. 5, p. 487-492, 2005. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-90162005000500014&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 21 out. 2008.

TRACY, W. F. Sweet Corn. In: HALLAUER, A. R. **Specialty corn**. 2. ed. Boca Raton: CRC Press, 1994. p. 147-187