

**UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**ÉPOCAS DE SEMEADURA E CARACTERÍSTICAS
AGRONÔMICAS DE HÍBRIDOS DE MILHO
IRRIGADO CULTIVADOS COM DIFERENTES DOSES
DE NITROGÊNIO**

MARCELO BRAGA DA SILVA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Agronomia da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da UPF, para obtenção do título de Mestre em Agronomia – Área de Concentração em Produção Vegetal.

Passo Fundo, outubro de 2008

**UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**ÉPOCAS DE SEMEADURA E CARACTERÍSTICAS
AGRONÔMICAS DE HÍBRIDOS DE MILHO
IRRIGADO CULTIVADOS COM DIFERENTES DOSES
DE NITROGÊNIO**

MARCELO BRAGA SILVA

Orientador: Prof. Dr. Mauro Antônio Rizzardi

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Agronomia da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da UPF, para obtenção do título de Mestre em Agronomia – Área de Concentração em Produção Vegetal.

Passo Fundo, outubro de 2008

DEDICO ESTE TRABALHO

À minha mãe Clarice a minha namorada Daiana, pelo incentivo, amor, carinho e, acima de tudo, pela dedicação e paciência nos momentos em que mais precisei.

À memória eterna do meu pai

Derço Braga da Silva
Saudade !

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida.

Aos meus pais, pela vida, pelo exemplo de perseverança a ser seguido, pelo incentivo e apoio.

Aos meus irmãos, Sergio e Simone, pela compreensão nos momentos ausentes e de dificuldades.

Ao professor orientador Dr. Mauro Antônio Rizzardi, pela amizade, incentivo, orientação segura e atenciosa em todos os momentos do curso, demonstrando grande experiência profissional e dedicação.

À professora M. Sc. Dileta Cechetti, pela orientação nas análises estatísticas.

Aos colegas que ajudaram na realização prática do trabalho experimental, entre eles, Gisele Vogel e Cristiane.

Aos colegas de curso pela amizade e companheirismo e, em especial, aos colegas Márcia, Rita e Diego pelos conselhos e exemplos de perseverança.

v

Aos professores os funcionários da FAMV/UPF, pelo auxílio e dedicação dispensados durante o curso.

Enfim, a todos que de uma forma ou de outra, contribuíram para a realização de mais esta etapa da minha vida.

À PIONEER SEMENTES LTDA, em nome de Mauricio, Ana, Emerson, Sandra, Anderson, Fabrício e Jacso, pelo apoio concedido.

SUMÁRIO

| | Página |
|--|---------------|
| Lista de Tabelas | vii |
| Lista de Figuras | ix |
| RESUMO | 1 |
| ABSTRACT | 3 |
| 1. INTRODUÇÃO | 5 |
| 2. REVISÃO DE LITERATURA | 7 |
| 3. MATERIAL E MÉTODOS | 19 |
| 3.1 Experimento I | 20 |
| 3.2 Experimento II | 24 |
| 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO | 28 |
| 5. CONCLUSÕES..... | 59 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 61 |

LISTA DE TABELAS

| Tabela | | Página |
|---------------|--|---------------|
| 1 | Resultados da análise de solo na camada de 0 – 0,10 m e 0,10-0,20 m realizada no ano de 2005 Coxilha - RS..... | 21 |
| 2 | Resultados da análise de solo na camada de 0 – 0,10 m e 0,10-0,20m realizada no ano de 2006 Coxilha - RS..... | 25 |
| 3 | Área foliar de milho (cm ²) de três híbridos em duas épocas de semeadura. Centro de pesquisa Pioneer Sementes, Coxilha - RS, 2005/06..... | 29 |
| 4 | Informações meteorológicas dos dois anos de condução do experimento. Centro de pesquisa Pioneer Sementes, Coxilha - RS, 2005/2006 e 2006/2007..... | 32 |
| 5 | Matéria seca total (g) em função de três híbridos de milho em duas épocas de semeadura. Centro de pesquisa Pioneer Sementes, Coxilha - RS, 2005/06... | 33 |
| 6 | Porcentagem de nitrogênio na folha índice em três híbridos de milho em duas épocas de semeadura. Centro de pesquisa Pioneer Sementes, Coxilha - RS, 2005/06..... | 37 |
| 7 | Rendimento de grãos de milho em função de três genótipos de milho em duas épocas de semeadura. Centro de pesquisa Pioneer Sementes, Coxilha - RS, 2005/06..... | 41 |

| | | |
|----|---|----|
| 8 | Número de grãos por espiga de três híbridos de milho, em duas épocas de semeadura. Centro de pesquisa Pioneer Sementes, Coxilha - RS, 2005/06.... | 46 |
| 9 | Peso de mil grãos (g) em três híbridos de milho em duas épocas de semeadura. Centro de pesquisa Pioneer Sementes, Coxilha - RS, 2005/06..... | 51 |
| 10 | Porcentagem de N nos grãos de três genótipos de milho em duas épocas de semeadura. Centro de pesquisa Pioneer Sementes, Coxilha - RS, 2005/06... | 55 |

LISTA DE FIGURAS

| Figura | | Página |
|---------------|--|---------------|
| 1 | Área foliar média de três híbridos de milho em função das épocas de semeadura e doses de nitrogênio. Centro de pesquisa Pioneer Sementes, Coxilha - RS (Época 1= 29/09/2005; Época 2= 20/10/2005)..... | 30 |
| 2 | Área foliar de milho (cm ²) em função de doses de nitrogênio, na média de três híbridos em duas épocas de semeadura. Centro de pesquisa Pioneer Sementes, Coxilha – RS (Época 1= 29/09/2005; Época 2= 20/10/2005)..... | 31 |
| 3 | Matéria seca total de milho em função de doses de nitrogênio. Centro de pesquisa Pioneer Sementes, Coxilha - RS, 2005/06..... | 34 |
| 4 | Matéria seca, de três híbridos de milho em função de doses de nitrogênio em duas épocas de semeadura. Centro de pesquisa Pioneer Sementes, Coxilha - RS, 2005/06..... | 36 |
| 5 | Porcentagem de nitrogênio na folha índice de milho em duas épocas de semeadura, doses de N. Centro de pesquisa Pioneer Sementes, Coxilha - RS (Época 1= 29/09/2005; Época 2= 20/10/2005)..... | 38 |
| 6 | Porcentagem de N na folha índice em função das doses de nitrogênio na média de duas épocas de semeadura. Centro de pesquisa Pioneer Sementes, Coxilha - RS, 2006/07..... | 39 |

| | | |
|----|---|----|
| 7 | Porcentagem de nitrogênio na folha índice de três híbridos de milho, em função das doses de nitrogênio. Centro de pesquisa Pioneer Sementes, Coxilha - RS, 2005/06..... | 40 |
| 8 | Rendimento de grãos de milho em função das doses de nitrogênio em duas épocas de semeadura. Centro de pesquisa Pioneer Sementes, Coxilha - RS, (Época 1= 29/09/2005; Época 2= 20/10/2005)..... | 43 |
| 9 | Rendimento de grãos de milho em função das doses de nitrogênio em duas épocas de semeadura. Centro de pesquisa Pioneer Sementes, Coxilha - RS, (Época 1= 29/09/2006; Época 2= 29/10/2006)..... | 45 |
| 10 | Número de grãos por espiga de milho em função das doses de nitrogênio em duas épocas de semeadura. Centro de pesquisa Pioneer Sementes, Coxilha - RS, (Época 1= 29/09/2005; Época 2= 20/10/2005)..... | 48 |
| 11 | Número de grãos por espiga de milho em função das doses de nitrogênio em duas épocas de semeadura. Centro de pesquisa Pioneer Sementes, Coxilha - RS, (Época 1= 29/09/2005; Época 2= 20/10/2005)..... | 49 |
| 12 | Peso de mil grãos (g) de milho em função de doses de nitrogênio em duas épocas de semeadura. Centro de pesquisa Pioneer Sementes, Coxilha - RS, (Época 1= 29/09/2005; Época 2= 20/10/2005)..... | 52 |
| 13 | Peso de mil grãos (g) em função de doses de nitrogênio em duas épocas de semeadura. Centro de pesquisa Pioneer Sementes, Coxilha - RS, (Época 1= 29/09/2006; Época 2= 29/10/2006)..... | 53 |

| | | |
|----|---|----|
| 14 | Peso de mil grãos (g) em três híbridos de milho em função de doses de nitrogênio. Centro de pesquisa Pioneer Sementes, Coxilha - RS, 2005/06..... | 54 |
| 15 | Porcentagem de N nos grãos em função de doses de nitrogênio na média de três híbridos de milho em duas época de semeadura. Centro de pesquisa Pioneer Sementes, Coxilha - RS, 2005/06..... | 56 |
| 16 | Porcentagem de N nos grãos em função de doses de nitrogênio na média de três híbridos de milho em duas épocas de semeadura. Centro de pesquisa Pioneer Sementes, Coxilha - RS, 2006/07..... | 57 |

Épocas de semeadura e características agronômicas de híbridos de milho irrigado cultivados com diferentes doses de nitrogênio

Marcelo Braga da Silva¹ e Mauro Antônio Rizzardi²

RESUMO - O nitrogênio aplicado à cultura do milho pode alterar o comportamento de plantas, dependendo das condições climáticas. Esse fato desencadeou a necessidade de estudos para determinar época de semeadura da cultura do milho e quantidades de nitrogênio aplicadas, pois a época de semeadura altera o desenvolvimento de cultura em função dos fatores climáticos. O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência a época de semeadura na resposta de híbridos de milho ao aumento a dose de nitrogênio. Para isso, foram desenvolvidos dois experimentos no Centro de Pesquisa de milho da Pioneer Sementes, usando delineamento experimental de blocos casualizados, com tratamentos dispostos em parcelas sub-subdividas, em quatro repetições. O experimento conduzido no agrícola 2005/06, e determinou a influência das doses de nitrogênio de 0, 40, 80, 120, 160, 200, 240 kg ha⁻¹, na definição da melhor época de semeadura para três híbridos de milho. As diferentes doses de nitrogênio influenciaram o rendimento de grãos de milho.

Quando a semeadura foi realizada no mês de setembro o uso de altas doses de nitrogênio proporcionou um incremento no rendimento de grãos, porém, com menor produção de massa seca total e maior teor de nitrogênio nas folhas e nos grãos. Variáveis como peso de mil grãos e

¹ Eng.- Agr., mestrando do programa de Pós-Graduação em Agronomia (PPGAgro)- UPF, área de concentração em Produção Vegetal.

² Orientador, Eng.-Agr., Dr., professor de Plantas Daninhas e Plantas de Lavouras da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária – UPF.

número de grãos por espigas também foram diferenciadas na segunda data de semeadura. O segundo experimento foi desenvolvido no ano agrícola 2006/07 e determinou a influência de doses de nitrogênio (0, 40, 80, 120, 160, 200, 240 kg ha⁻¹), na definição da melhor época de semeadura para um híbrido de milho super-precoce. Os resultados foram semelhantes aos do Experimento I, sendo o maior rendimento de grãos e o número de grãos por espiga obtidos quando semeando em setembro. Nas semeaduras de outubro houve mais os índices de área foliar e diminuíram os teores de nitrogênio nas folhas e nos grãos.

Palavras-chaves: *Zea mays*, condições climáticas, rendimento de grãos.

**SOWING DATE AND AGRONOMIC CHARACTERISTICS OF
IRRIGATED HYBRID CORNS CULTIVATED WITH DIFFERENT
NITROGEN DOSAGE**

ABSTRACT – The nitrogen applied to corn crop can modify the plant performance depending on the environment conditions. This hypothesis leads to the development of research to verify the corn sowing date and the amount of nitrogen applied, since the sowing date alters the corn development due to environmental factors. The objective of this study was evaluate grain yield at different sowing dates, and with the increase of nitrogen dosage. Two experiments were conducted at Pioneer’s Corn Research Center at random experimental blocks design, with treatments set in a split plot arrangement with four replications. Experiment I was performed in 2005/06 season, and defined the nitrogen dosage influence of 0, 40, 80, 120, 160, 200, 240 kg ha⁻¹, at the best sowing date for three corn hybrids. The different nitrogen dosages influenced the grain yield. To sowing performed in September the high nitrogen dosage increased grain yield, despite of a lower amount of nitrogen in the leaves and grain. Variables such as weight per thousand kernels and number of kernels per ear were also distinguished in the second sowing date. The second experiment was performed on 2006/07, and defined the nitrogen dosage influence (0, 40, 80, 120, 160, 200, 240 kg ha⁻¹), to verify the best sowing date for an early maturity hybrid. The results were similar to Experiment I, with a higher grain yield and number of kernels per ear to September

sowing date. October sowing date increased the leaf area index and reduced the nitrogen amount of leaves and grain.

Key words: *Zea mays*, grain yield, nitrogen use efficiency.

1 INTRODUÇÃO

O milho representa um dos principais e mais tradicionais cereais cultivados no Brasil, devido a sua importância para as diferentes cadeias do agronegócio. Neste contexto, destaca-se como a principal fonte de energia na alimentação de bovinos, suínos e aves, além de uma opção para produção de etanol. A média geral da produtividade de milho no Brasil é inferior às obtidas em lavouras cultivadas com altos níveis de manejo. Um dos principais fatores que influenciam este resultado é o manejo inadequado de nitrogênio, principal nutriente na cultura.

O nitrogênio é o nutriente absorvido em maior quantidade pela cultura do milho, sendo também o que mais influencia a produtividade de grãos e, conseqüentemente, impacta no custo de produção da cultura (Amado et al., 2002). Em relação ao aproveitamento, o manejo da época de aplicação tem grande influência na sua eficiência (Mengel & Barber, 1974).

O potencial da produtividade de grãos, definido pela interação genótipo-ambiente, pode ser maximizado por meio da escolha adequada da época de semeadura, sem aumentar, o custo de produção (Loomis & Amthor, 1999; Tollenaar & Lee, 2002). Em regiões de clima subtropical, como no Rio Grande do Sul, além da posição geográfica, os fatores ambientais exercem influência na época de semeadura. As variações das temperaturas do ar, das disponibilidades de radiação e dos recursos

hídricos influenciam a fenologia, o crescimento e o desenvolvimento da planta (Lozada & Angelocci, 1999; Stone et al., 1999).

A duração dos subperíodos de desenvolvimento aumenta e a área foliar diminui na semeadura de agosto comparada à de outubro (Forsthofer et al., 2004). O incremento de nitrogênio pode compensar este aumento de área foliar em semeaduras precoces por aumentar o índice de área foliar e a interceptação da radiação solar.

Com ajuda do melhoramento genético busca-se o aumento do potencial dos híbridos; Contudo, para o melhor aproveitamento deste potencial é necessário fazer o manejo adequado, principalmente em relação à adubação nitrogenada.

O estudo do potencial da produtividade de grãos de milho, em diferentes níveis de manejo e épocas de semeadura, possibilita a identificação dos fatores ambientais que limitam seu cultivo, em cada época de semeadura. Com base no conhecimento destes fatores nos diferentes níveis e sistemas de produtivos poderão ser traçadas as estratégias de manejo e adotadas indicações mais viáveis para superar as deficiências em cada nível de manejo.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência a época de semeadura na resposta de híbridos de milho ao aumento a dose de nitrogênio.

2 REVISÃO DE LITERATURA

O milho (*Zea mays* L.) é uma espécie diplóide e alógama, da família Poaceae (Gramineae), originado no México e na América Central, aproximadamente de sete a dez mil anos atrás. É considerada uma das plantas cultivadas mais antigas e um dos vegetais superiores mais estudados, possuindo características genéticas mais pesquisadas dentre as espécies cultivadas (Guimarães, 2007).

Sua origem tem sido bastante analisada e várias hipóteses foram propostas, porém as consistentes são aquelas que demonstraram que o milho descende do teosinte, uma poaceae com várias espigas sem sabugo, que pode cruzar naturalmente com o milho e produzir descendentes férteis (Galinat, 1995).

A espécie é pertencente a um grupo de plantas denominado C₄ que se caracteriza por apresentar fotorrespiração reduzida ou ausente e fixação de CO₂ por meio de ácidos dicarboxílicos, efetuando uma remoção muito rápida de carboidratos produzidos nas folhas, possuindo,

portanto, uma fotossíntese líquida superior a de espécies dos grupos C₃ e CAM (Borger,1976). Sua importância econômica é caracterizada pelas diversas formas de uso, que vão desde a alimentação animal até a indústria de alta tecnologia. O uso do milho em grãos como alimentação animal representa a maior parte do consumo desse cereal, isto é, cerca de 70% no mundo (Embrapa, 2002).

Apesar de sua importância sócio-econômica, a produtividade média da cultura do milho, no Brasil, nas últimas quatro safras, foi de apenas 3,25 t ha⁻¹ (Conab, 2004). A produtividade de grãos do milho no país é baixa quando comparada às produtividades superiores a 15 t ha⁻¹, obtidas por Argenta et al. (2003 a), Sangoi et al. (2003) e por Fosthofer (2004), em trabalhos de pesquisa conduzidos em Eldorado do Sul (RS) e Lages (SC), objetivando alcançar o potencial produtivo da cultura, com rendimentos de 10 a 12 t ha⁻¹ registrados em lavouras comerciais conduzidas sob alto nível de manejo, na região de Ponta Grossa (PR).

Essas baixas produtividades de milho decorrem do uso de cultivares e práticas de manejo inadequadas, de condições desfavoráveis de clima e solo em áreas inaptas à cultura e da utilização insuficiente de insumos agrícolas (Sangoi et al., 2006).

Com os trabalhos de melhoramento foram conseguidas mudanças expressivas não só na produtividade como na redução do porte das plantas, gerando, em consequência, maior adaptabilidade a condições de estresse hídrico, menor acamamento, maior resistência a doenças e

pragas e aprimoramento da qualidade nutritiva dos grãos (Sawazaki & Paterniani, 2004).

A temperatura é um dos mais importantes e decisivos fatores de produção para o desenvolvimento da cultura do milho, embora a água e demais componentes climáticos exerçam, diretamente, sua influência no processo (Tollennar, et al., 1992; Andrade, 1996).

Temperaturas diurnas inferiores a 19°C e noites com temperaturas abaixo de 12,8°C não são recomendadas para a cultura do milho. No solo, temperaturas inferiores a 10°C e superiores a 42°C prejudicam sensivelmente a germinação, ao passo que aquelas situadas entre 25°C e 30°C propiciam melhor emergência e excelente crescimento vegetativo das plantas (Fancelli & Dourado Neto, 2000).

Para o milho, as maiores exigências em água se concentram na fase de emergência, florescimento e formação do grão. Todavia, no período compreendido entre 15 dias antes e 15 dias após o aparecimento da inflorescência masculina, o requerimento de um suprimento hídrico satisfatório, aliado à temperatura adequada, torna tal período extremamente crítico (Frattini, 1975).

Segundo Fancelli & Dourado Neto (2000), a cultura do milho exige um mínimo de 350-500 mm de precipitação no verão, para que produza a contento, sem necessidade de utilização da prática de irrigação. Porém, a falta de água interfere nos processos de sínteses de proteína e RNA, resultando, principalmente, no aumento da quantidade de aminoácidos livres. Estresses hídricos reduzem o vigor e a altura da planta,

bem como a produção e a fertilidade do pólen, além de alterar sobremaneira o sincronismo os florescimentos masculino e feminino.

Depois da deficiência hídrica, a deficiência de N é considerada o principal fator limitante ao rendimento de grãos e ao desenvolvimento de plantas (Lemaire & Gastal, 1997). Este nutriente exerce importante função nos processos bioquímicos da planta por ser constituinte de moléculas de proteínas, enzimas, coenzimas, ácidos nucléicos, fitocromos e de clorofilas (Cantarella, 1993). Além disto, a disponibilidade de N afeta as taxas de iniciação e expansão foliar, tamanho final e a senescência de folhas (Schröder et al., 2000).

Quando o sistema plantio direto é adotado, uma das primeiras alterações que ocorrem em relação ao sistema convencional é a manutenção dos restos culturais sobre a superfície do solo. Com isso, toda a dinâmica dos nutrientes é alterada, inclusive a do N, especialmente pelo aumento da matéria orgânica do solo (Sá, 1993) e a manutenção da cobertura morta, com conseqüente aumento da atividade biológica (Ball et al., 1996).

As modificações no solo sob semeadura direta, devido ao não revolvimento do mesmo e ao acúmulo de material orgânico, podem alterar a disponibilidade de nutrientes, principalmente de N, provocando alterações no acúmulo de N total e de N proveniente do fertilizante, reduzindo ou não a produtividade de grãos (Kitur et al., 1984; Meisinger et al., 1985; Timmons & Baker, 1992).

O incremento no teor de matéria orgânica do solo está diretamente ligado ao aumento na adição de carbono orgânico e/ou redução da taxa de decomposição dos materiais orgânicos frescos e do húmus, proporcionando aumento no teor de N, pois a matéria orgânica do solo é constituída por 5% de N (relação C/N em torno de 10/1). Este aspecto tem relação direta com as entradas e as saídas de N do sistema. Também, o recíproco é verdadeiro, pois o incremento no teor de matéria orgânica do solo depende da adição de N, seja pela fixação biológica ou pelos fertilizantes minerais ou orgânicos (Lopes et al., 2004).

De acordo com Mendonça & Oliveira (2000), os processos de mineralização/imobilização de N exercidos pelos microrganismos quimiorganotróficos no solo sob semeadura direta levam a matéria orgânica do solo a funcionar como fonte ou dreno de N, o que, na maioria das vezes, depende do tempo de adoção do sistema semeadura direta. Segundo esses autores, nos primeiros anos de adoção da semeadura direta, prevalece o caráter dreno, devido ao acúmulo de matéria orgânica do solo exceder a decomposição. Após alguns anos da implantação da semeadura direta ocorre a estabilização no sistema e o caráter fonte e dreno se equivalem e, com o passar dos anos, com aporte de N via decomposição de resíduos será maior que a quantidade de N imobilizado pelos microrganismos do solo. Neste ponto, o caráter fonte de N da matéria orgânica do solo predomina em relação ao caráter dreno. Assim, quanto maior o tempo de adoção da semeadura direta, maior será o caráter fonte de N da matéria orgânica do solo (Oliveira et al., 2002).

A semeadura direta é, muitas vezes, introduzida em áreas com certo grau de degradação. Neste sentido, Sá (1996) observou que até o quarto ano da implantação da semeadura direta, o caráter drenante da matéria orgânica do solo foi maior que o caráter fonte. O autor observou ainda que, dependendo das condições edafoclimáticas e da seqüência estabelecida em rotação de culturas, após o quarto ano ocorreu restabelecimento entre a demanda e a oferta de N no sistema. Mas, somente após 9 a 12 anos da implantação ocorreu maior liberação de N no sistema.

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 (Warnencke & Barber, 1973). Esse comportamento pode estar relacionado à demanda energética para assimilação de N, que é muito superior quando o N é absorvido na forma de nitrato, comparativamente à forma amoniacal.

A maioria dos trabalhos demonstra que existe grande variação no aproveitamento do N do fertilizante pelo milho, que raramente ultrapassa a 45% do N aplicado (Scivittaro et al., 2000). Em estudos que utilizaram a metodologia do N com milho cultivado em sistema de plantio direto foram encontrados diferentes valores de eficiência de recuperação do N no fertilizante (Timmons & Baker, 1992).

O monitoramento do nível adequado de N na planta tem como objetivo diagnosticar a necessidade ou não de sua aplicação, visto que o

uso de altas doses deste nutriente pode contaminar as águas superficiais e subterrâneas com nitrato (Waskom et al., 1996; Varvel et al., 1997; Schröder et al., 2000).

A época de aplicação de nitrogênio tem grande influência no aproveitamento deste nutriente pelo milho (Mengel & Barber, 1974). No entanto, há necessidade de aumento da dose de N, no momento da semeadura, para suprir a carência inicial em função da imobilização, e o restante é fornecido em cobertura (Bortolini et al., 2002). Porém, existe uma série de variáveis que condicionam as transformações do N no solo, que são mediadas por microorganismos e dependem das condições edafoclimáticas, principalmente do tipo de solo, da precipitação pluvial e da temperatura (Lara Cabezas et al., 2004).

A identificação da deficiência de N nos estádios iniciais de desenvolvimento da planta de milho constitui-se em importante estratégia para seu manejo, pois possibilitaria melhor sincronismo entre as necessidades deste nutriente pela cultura e a sua disponibilidade no solo, além de possibilitar a correção de sua deficiência na mesma estação de crescimento. Isto evidencia que o estabelecimento de curvas de níveis adequados de N durante os estádios iniciais de desenvolvimento da planta de milho (com três a quatro folhas) pode constituir-se em excelente alternativa para tomada de decisão sobre o manejo de N (Argenta, 2001).

A maioria das recomendações de adubação nitrogenada para as culturas baseia-se nas expectativas de produtividade de grãos e no teor de matéria orgânica do solo. Elas são fundamentadas na hipótese de que a

matéria orgânica irá liberar nitrogênio em tempo hábil para uso das plantas, além do N fornecido pelos fertilizantes, satisfazendo, assim, as necessidades das culturas (Amado, 1997).

As doses de N recomendadas para as culturas produtoras de grãos são baseadas em experimentos de resposta a este elemento e variam em função do teor de matéria orgânica do solo cultivado, tipo de solo, condições meteorológicas, histórico da área e do sistema de manejo do solo (Bredemeier, 1999).

No Brasil, faz-se a aplicação de N na cultura de milho, tradicionalmente, de modo parcelado, com uma dose na semeadura que, geralmente, varia de 10 kg ha⁻¹ a 30 kg ha⁻¹, e o restante em cobertura nos estádios de seis folhas a oito folhas. O parcelamento reduz o excesso de sais no sulco de semeadura e o risco de prejuízo à emergência; atenua a perda de nitrato por lixiviação (Coelho et al., 2003), estimula a formação de raízes alimentadoras (pêlos absorventes), bem como o crescimento da parte aérea e favorece a diferenciação dos primórdios da panícula e da espiga no estágio de quatro folhas, época em que a planta define o potencial de produção (Fancelli, 1997).

O aumento da produtividade proporcionado pelo N também pode ser atribuído aos efeitos que promovem o crescimento radicular, o aumento do comprimento da espiga, o número de espigas por planta, bem como o número de grãos por espiga (Balko & Russel, 1980).

O N é o único dos nutrientes minerais que pode ser absorvido pelas plantas em duas formas distintas: como ânion NO₃⁻ ou como cátion

NH_4^- . Além disso, pode ser absorvido também como aminoácidos e uréia (Malavolta et al., 1997) e em pequena quantidade como NH_3 presente na atmosfera (Francis et al., 1993).

Atualmente, a recomendação de N para a cultura do milho em semeadura direta para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina é feita levando-se em consideração, além do teor de matéria orgânica do solo e a expectativa de produtividade de grãos, o tipo de cobertura antecessora à cultura, considerando-se para isso três situações: leguminosas em cultivo solteiro, poaceas em cultivo solteiro e consorciações de gramíneas e leguminosas. A contribuição no fornecimento de N para o milho pelas leguminosas é calculada em função da quantidade de matéria seca produzida; para as gramíneas este é considerado como muito pequeno ou nulo em relação ao pousio invernal, especialmente para situações de elevado rendimento de matéria seca, por causa do decréscimo na disponibilidade de N pela imobilização microbiana. Além disso, quando o milho é cultivado em rotação com soja, recomenda-se reduzir a dose de N em 20% (Amado et al., 2002).

Em algumas regiões do Brasil tem sido utilizado em pequena escala também a determinação do teor de N mineral até 0,3 m de profundidade, em amostras retiradas pouco antes da adubação nitrogenada de cobertura no milho, principalmente para avaliar valores críticos acima dos quais não há respostas à aplicação de N, valores na faixa de 20 a 30 mg kg^{-1} de N nítrico tem sido sugerido (Fox et al., 1989; Sims et al., 1995).

Nos últimos anos tem surgido no Brasil pesquisas para diagnosticar a disponibilidade de N através da medição indireta da clorofila com utilização do aparelho clorofilômetro (SPAD, Minota Co., Japão), em que uma leitura digital correspondente à quantidade de luz verde ou vermelha transmitida pela folha, que pode estar correlacionada com a concentração de clorofila da folha (Malavolta et al.,1997). Entretanto, as leituras indicam o nível de N na planta, evidenciando plantas deficientes e com nível adequado deste nutriente, não indicando uma recomendação de dose. Segundo Argenta et al. (2003b), para diagnosticar o nível de N na planta de milho, as leituras no clorofilômetro acima de 45,4; 52,1; 55,3 e 58,0, respectivamente, para os estádios três a quatro folhas, seis a sete folhas, dez a onze folhas e espigamento, indicam nível adequado de N, independente do híbrido utilizado.

Estudando o acúmulo de massa seca e de N na cultura do milho irrigado, França et al. (1994) observaram que a maior parte do N na planta foi acumulada até o florescimento, atingindo valores de 88% e 93%, nas regiões de Janaúba e Sete Lagoas, respectivamente. Estes dados corroboram com os de Mengel & Barber (1974), mostrando a importância de se manter altos níveis de N mineral no solo nos estádios iniciais da cultura do milho.

O maior fornecimento de N nos estádios iniciais de crescimento do milho e absorção de fósforo, principalmente em virtude do maior desenvolvimento radicular (Marschner, 1995; Novais & Smith, 1999; Scivittaro et al., 2000). Isto proporciona maior potencial de

produtividade de milho, especialmente nos solos da região dos cerrados, onde um dos principais nutrientes limitantes da produção é o P, devido à sua grande capacidade de fixação dos mesmos (Magalhães, 1996; Novais & Smith, 1999). A disponibilidade de fósforo também influencia a forma de N absorvida e, em condições de deficiência de P, a principal forma absorvida é a amoniacal (Magalhães, 1996).

A época de semeadura é um dos principais determinantes da produtividade das culturas, sendo a sua escolha influenciada pelos fatores ambientais. Sem restrição hídrica, a época preferencial para semear o milho no Rio Grande do Sul (RS) é aquela que coincide com o estágio em que a planta apresenta a máxima área foliar (espigamento) com os dias mais longos do ano, o que é obtido com a semeadura em outubro (Indicações, 2006).

Quando esta cultura é semeada no cedo (agosto/ setembro) ou no tarde (dezembro/ janeiro), há redução na produção de grãos por planta em relação à semeadura realizada em outubro. Este decréscimo está associado aos efeitos que a temperatura do ar e a radiação solar exercem sobre o desenvolvimento das plantas, afetando, em consequência, a formação e a expressão dos componentes de produção (Silva & Argenta 2000).

No entanto, quando a disponibilidade hídrica em novembro e dezembro é baixa e não se dispõe de irrigação, obtêm-se maior rendimento de grãos com a antecipação da semeadura para agosto e setembro, devido a menor probabilidade de deficiência hídrica no período

crítico da planta, quando ocorre o início do pendoamento, até 30 dias após (Nied et al., 2005).

Quando o meristema apical está abaixo da superfície do solo, a temperatura do solo é o principal fator determinante da taxa de desenvolvimento da cultura (Stone et al., 1999). No Rio Grande do Sul, tanto a antecipação como o atraso da época de semeadura do milho são práticas de manejo comumente empregadas pelos agricultores. A antecipação da semeadura é realizada para evitar a coincidência do período crítico da cultura (floração e enchimento de grãos) com o período mais provável de ocorrência de déficit hídrico, minimizando, assim a redução da produtividade de grãos (Forsthofer et al., 2004).

Em situações de alto manejo, que incluem irrigação, ou em regiões onde a disponibilidade hídrica não é limitante, o potencial de rendimento é menor na semeadura precoce (agosto) em relação à de outubro (Sangoi et al., 2007). Isso se deve ao menor desenvolvimento da planta, causados pelas menores temperaturas do ar e pela menor radiação solar incidente, que afetam a formação dos componentes e, conseqüentemente, a produtividade de grãos.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos no Centro de Pesquisa da Pioneer Sementes Ltda, nos anos agrícolas de 2005/06 e 2006/07. A área experimental está localizada na região fisiográfica do Planalto Médio do Rio Grande do Sul, no município de Coxilha a uma altitude de 700m, com coordenadas S - 28° 12' e W - 52° 19'. O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho Distrófico típico (Embrapa, 1999), e apresenta um histórico de 15 anos de semeadura direta, com culturas anuais como soja, trigo e milho. A cultura da soja foi a última implantada na área antes da cobertura de inverno, aveia-preta (*Avena strigosa*). O solo também passou pelo processo de escarificação para eliminar possíveis camadas compactadas.

O clima da região onde foi conduzido o experimento é classificado, segundo Köppen, como subtropical (CFA). A temperatura média anual é de 18,4°C, a média das temperaturas máximas é de 23,8°C e das temperaturas mínimas de 12,7°C. As condições climáticas ocorridas

durante a condução dos experimentos foram consideradas normais para região e para o desenvolvimento da cultura. No entanto, quando necessário, foi utilizado um sistema de irrigação com pivô linear. Para controle da irrigação foi utilizado o programa Irriga, desenvolvido pela Universidade Federal de Santa Maria em conjunto com a Pioneer Sementes Ltda, Este sistema dispõe de uma estação meteorológica no local onde foi conduzido o experimento, contudo o seu funcionamento é baseado no balanço hídrico do local, considerando também o tipo de solo, a cultura implantada e o estágio de desenvolvimento. Com base nestes dados, são geradas as informações de quando seria o momento ideal para iniciar a irrigação e a quantidade de água necessária para desenvolvimento da cultura.

3.1 Experimento I

O experimento foi realizado no ano agrícola de 2005/06, no Centro de Pesquisa da Pioneer Sementes Ltda, localizado no município de Coxilha - RS. Antes da instalação da cobertura de inverno foram realizadas amostragens de solo, no mês de abril de 2005, nas camadas de 0 - 0,10; e 0,10- 0,20 m para a caracterização química (Tabelas 1).

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados e arranjos em parcelas sub-subdivididas, com quatro repetições totalizando 168 unidades experimentais. Na parcela principal alocou-se as épocas de semeadura (29 de setembro e 20 de outubro), nas

sub-parcelas alocou-se os híbridos (32R21, 30F53 e 30P34) e nas sub-subparcelas as doses de nitrogênio (0, 40, 80, 120, 160, 200 e 240 kg ha⁻¹ de N).

Tabela 1 – Resultados da análise de solo na camada de 0 – 0,10 m e 0,10 0,20 m realizada no ano de 2005 Coxilha - RS.

| Características | Profundidade (m) | |
|---------------------------|------------------|-------------|
| | 0 - 0,10 | 0,10 – 0,20 |
| Argila (%) | 56,0 | 70,0 |
| M.O(%) | 4,2 | 3,3 |
| pH em H ₂ O | 5,8 | 5,4 |
| P (mg dm ⁻³) | 9,0 | 4,0 |
| K (mg dm ⁻³) | 540,3 | 209,0 |
| Al (cmolc dm) | 0,0 | 0,3 |
| Ca (cmolc dm) | 6,7 | 4,7 |
| Mg (cmolc dm) | 2,9 | 2,2 |
| H + Al (cmolc dm) | 3,9 | 4,9 |
| CTC (cmolc dm) | 14,1 | 11,9 |
| Saturação de Bases (%) | 72,0 | 59,0 |
| S (mg dm ⁻³) | 19,0 | 19,0 |
| B (mg dm ⁻³) | 0,5 | 0,4 |
| Mn (mg dm ⁻³) | 11,0 | 17,0 |
| Zn (mg dm ⁻³) | 2,4 | 0,7 |
| Cu (mg dm ⁻³) | 4,4 | 5,5 |

Fonte: Laboratório de solos da UPF

A semeadura ocorreu sobre a aveia-preta (*Avena strigosa*), manejada com a aplicação do herbicida glifosato (Roundup 2,5 L ha⁻¹), 30 dias antes da semeadura do milho. As sub-subparcela foram tituladas de quatro fileiras de 4,3 m de comprimento, espaçadas entre si de 0,75 m cuja área totalizou 12,9 m². A semeadura foi realizada mecanicamente com distribuição 90.000 de sementes. Porém 15 dias após da semeadura

foi realizado desbaste nas fileiras corrigindo a população para 70.000 plantas ha^{-1} . A semeadora utilizada foi John Deere modelo CT 909 preparada para semeadura de parcelas de pesquisa. A adubação do solo, nas linhas de semeadura, foi realizada com 20 kg de N ha^{-1} , 100 kg de P_2O_5 ha^{-1} e 100 de K_2O ha^{-1} (400 kg ha^{-1} da fórmula 05-25-25). A adubação nitrogenada foi composta pelas doses estabelecidas para cada tratamento usando como fonte de nitrogênio a uréia com a concentração de 45 % de N. A forma de aplicação foi em cobertura, a lanço e realizada manualmente, nas entre linhas das subparcelas. Outro fator importante nas aplicações é que elas foram divididas pela metade em dois estádio o primeiro V_4 (4 folhas totalmente expandidas) e o segundo no estádio V_8 (8 folhas totalmente expandidas).

Os híbridos de milho utilizados foram 32R21 híbrido simples e de ciclo superprecoce, 30F53, simples e de ciclo precoce, e 30P34 triplo de ciclo precoce.

O controle de plantas daninhas foi realizado com pulverizador Jacto de 600 L o qual foi operado com pontas de jato plano leque, 110.03, com volume de calda de 200 L ha^{-1} com atrazina (Atrazina 3,0 L ha^{-1}). Para controle de pragas foi utilizado o inseticida metomil (Lanate 0,6 L ha^{-1}). No início do florescimento das plantas de milho foram coletadas cinco plantas inteiras ao acaso na sub-subparcela, para determinação dos parâmetros área foliar total, matéria seca total e teor de N na folha índice.

A área foliar foi obtida medindo-se o comprimento e a largura de cada uma das folhas das plantas e após dividindo os valores obtidos

pelas cinco plantas avaliadas. Para cálculo de área foliar foi utilizada a seguinte equação: $Af = (C * L) * 0,75$

Onde: C = comprimento da folha

L = largura da folha.

0,75 = fator de correção

A matéria seca total foi obtida, pela pesagem da parte aérea das plantas, após serem secas em estufa a 60 °C até atingirem peso constante. A quantidade de matéria seca das amostras foi dividida por cinco, obtendo-se a matéria seca total por planta.

O teor de N na folha índice foi obtido, da primeira folha abaixo da espiga, após o cálculo de área foliar total, a mesma também seguiu para a estufa a 60 °C até atingir o peso constante, em seguida foi enviada para o laboratório. Para determinação do teor de nitrogênio foi realizada a moagem a digestão, sendo o N total determinado em destilador de arraste de vapor semi-micro Kjeldahl (Tedesco et al., 1995).

Quando as plantas atingirem, ponto de colheita realizou-se a colheita das espigas. Nas duas linhas centrais das subparcelas. Para determinação dos seguintes parâmetros: número de grãos por espiga, teor de N no grão, peso de mil grãos e rendimentos de grãos.

O número de grãos por espiga foi obtido pela contagem do número de fileiras de grãos na espiga, multiplicado pelo número de grãos na fileira destas cinco espigas colhidas ao acaso nas subparcelas, respectivamente para obter a média.

O teor de N no grão foi obtido pela coleta de uma amostra de grãos que foram enviados ao laboratório para a determinação em destilador de arraste de vapor semi-micro Kjeldahl (Tedesco et al., 1995).

O peso de mil grãos foi obtido pela contagem manual de 400 grãos, escolhidos ao acaso e posteriormente pesados. Este peso foi multiplicado por 2,5 no qual resultou no peso de mil grãos.

A produtividade de grãos foi estimada por meio da extrapolação da produção colhida na área útil das sub-subparcelas para a produtividade em um hectare em quilogramas, corrigindo-se a umidade para 13 %.

Os dados obtidos para as variáveis avaliadas foram submetidos à análise de variância pelo F-teste. Quando significativo ($p < 0,05$), procedeu-se à análise comparativa pelo teste de Tukey, ao nível de 5 % de probabilidade de erro. Quando houve efeito significativo do fator doses de N, foi realizada a análise de regressão entre a variável resposta e a dose de N, os modelos utilizados foram o linear e sigmoidal.

3.2 Experimento II

O experimento foi realizado no ano agrícola de 2006/07. Antes da instalação da cobertura de inverno foram realizadas amostragens de solo, no mês de abril de 2006 nas camadas de 0 - 0,10; e 0,10- 0,20 m para caracterização química (Tabela 2).

Tabela 2 – Resultados da análise de solo na camada de 0 – 0,10 m e 0,10-0,20m realizada no ano de 2006 Coxilha - RS.

| Características | Profundidade em (m) | |
|---------------------------|---------------------|---------------|
| | 0 – 0,10 m | 0,10 – 0,20 m |
| Argila (%) | 59,0 | 62,0 |
| M.O(%) | 3,6 | 3,0 |
| pH em H ₂ O | 5,5 | 4,8 |
| P (mg dm ⁻³) | 16,0 | 8,0 |
| K (mg dm ⁻³) | 407,0 | 124,0 |
| Al (cmolc dm) | 0,0 | 1,3 |
| Ca (cmolc dm) | 7,1 | 4,0 |
| Mg (cmolc dm) | 1,4 | 1,0 |
| H + Al (cmolc dm) | 5,5 | 12,3 |
| CTC (cmolc dm) | 15,0 | 17,5 |
| Saturação de Bases (%) | 63,0 | 30,0 |
| S (mg dm ⁻³) | 22,0 | > 50 |
| B (mg dm ⁻³) | 0,3 | 0,4 |
| Mn (mg dm ⁻³) | 18,0 | 29,0 |
| Zn (mg dm ⁻³) | 2,8 | 0,9 |
| Cu (mg dm ⁻³) | 4,5 | 5,1 |

Fonte: Laboratório de solos da UPF.

O delineamento utilizado foi de blocos casualizados, arranjados em parcelas subdivididas, com quatro repetições. As épocas de semeadura (29 de setembro e 20 de outubro) foram alocadas na parcela principal e, nas sub-subparcelas, as doses de nitrogênio de (0, 40, 80, 120, 160, 200 e 240 kg ha⁻¹).

A semeadura ocorreu sobre o resto cultural de aveia-preta (*Avena strigosa*). O manejo foi realizado com a aplicação do herbicida glifosato (Roundup 2,5 L ha⁻¹), aplicado 20 dias antes da semeadura do

milho. Cada subparcela constou de quatro fileiras de milho espaçadas entre si de 0,75 m com 4,3 m de comprimento, com área totalizou 12,9 m². A semeadura foi realizada mecanicamente com distribuição das sementes acima da recomendada, porém 15 dias após a semeadura foi realizado desbaste nas fileiras, corrigindo a população para 70.000 plantas ha⁻¹. A semeadora utilizada John Deere modelo CT 909 preparada para semeadura de parcelas de pesquisa.

O híbrido de milho utilizado foi o 32R21, híbrido simples e de ciclo superprecoce. A adubação do solo, nas linhas de semeadura, foi realizada com 20 kg de N ha⁻¹, 100 kg de P₂O₅ ha⁻¹ e 100 de K₂O ha⁻¹ (400 kg ha⁻¹ da fórmula 05-25-25). A adubação nitrogenada foi a lanço, manualmente, de acordo com os tratamentos, nas entre linhas das subparcelas, conforme as necessidades de cada parcela. Outro fator importante nas aplicações é que elas foram parceladas em dois estádios, o primeiro no estádio V₄ (Quatro folhas totalmente expandidas) e o segundo no estádio V₈ (Oito folhas totalmente expandidas).

O controle de plantas daninhas foi realizado 15 dias após a emergência das plantas com pulverizador Jacto de 600 L, o qual foi operado com pontas de jato plano leque, 110.03, com volume de calda de 200 L ha⁻¹, o herbicida utilizado para o controle de plantas daninhas, foi atrazina (Atrazina 3,0 L ha⁻¹). O para o controle de lagartas, utilizou-se o inseticida metomil (Lanate 0,6 L ha⁻¹).

As avaliações realizadas ocorreram de maneira similar as realizadas no Experimento I.

Os dados obtidos para as variáveis avaliadas foram submetidos à análise de variância pelo F-teste. Quando significativo ($p < 0,05$), procedeu-se à análise comparativa pelo teste de Tukey, ao nível de 5 % de probabilidade de erro. Quando houve efeito significativo do fator doses de N, foi realizada análise de regressão entre a variável resposta e a dose de N, utilizaram-se modelo linear e sigmoidal.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a variável área foliar não se observou interação dos híbridos e épocas de semeadura (Tabela 3) média os valores de área foliar nos híbridos 30F53 e 30P34 foram maiores em relação ao 32R21 devido ao maior ciclo destes materiais, os quais florescem com 60 dias, contra 55 dias do híbrido 32R21. Com relação às épocas de semeadura não se obtiveram diferenças significativas para as variáveis.

Resultados obtidos por Forsthofer et al. (2004), em um trabalho sobre desenvolvimento fenológico e agrônômico de três híbridos de milho em três épocas de semeadura, foram distintos dos obtidos nesse experimento. Conforme esses autores, a taxa de emissão de folhas foi maior na semeadura de outubro e no híbrido de ciclo super precoce, em relação às demais épocas e híbridos, respectivamente. A área foliar foi similar nas semeaduras de agosto e de outubro, sendo estas superiores a obtida na semeadura do tarde.

Tabela 3 - Área foliar de milho (cm²) de três híbridos em duas épocas de semeadura. Centro de pesquisa Pioneer Sementes, Coxilha - RS, 2005/06.

| Híbridos | Área foliar (cm ²) | | Média |
|----------|--------------------------------|------------|-----------|
| | Datas de semeadura | | |
| | 29/09/2005 | 20/10/2005 | |
| 32R21 | 6217,50 | 6311,78 | 6264,64 c |
| 30P34 | 7200,37 | 7337,70 | 7269,04 b |
| 30F53 | 8311,12 | 8300,34 | 8305,73 a |
| Média | 7242,9 | 7316,6 | |

Médias antecedidas de mesma letra maiúscula na linha e seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade do erro.

Os resultados do aumento da área foliar em função das doses de nitrogênio tiveram diferenças significativas, porém, para época de semeadura, a diferença foi significativa apenas quando não foi realizada a aplicação de nitrogênio. À medida que se aplicaram diferentes doses não houve diferença significativa entre épocas de semeadura, pois provavelmente o nitrogênio conseguiu compensar as diferenças climáticas da primeira para a segunda época de plantio (Figura 1).

Escosteguy et al. (1997), em um trabalho usando doses de 0, 80 e 160 kg ha⁻¹ de N em duas épocas de semeadura (agosto e outubro), constataram que houve um aumento significativo no índice de área foliar das plantas semeadas no mês de outubro.

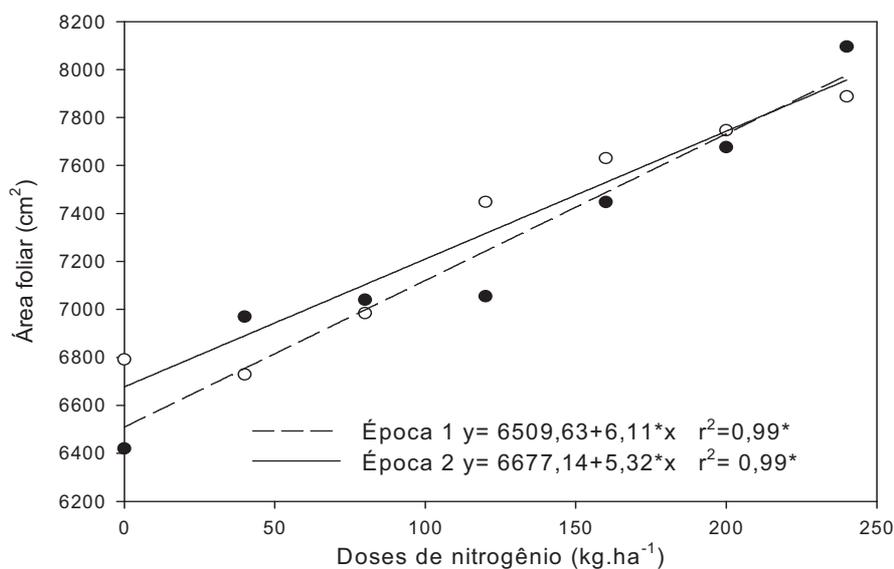


Figura 1 - Área foliar média de três híbridos de milho em função das épocas de semeadura e doses de nitrogênio. Centro de pesquisa Pioneer Sementes, Coxilha - RS (Época 1= 29/09/2005; Época 2= 20/10/2005).

Nos resultados de área foliar total entre três genótipos de milho ocorreu uma diferença entre os híbridos, 30F53 produzindo mais área foliar total do que 30P34, e este produziram mais que 32R21.

Em relação às aplicações das sete doses de nitrogênio não ocorreu diferença significativa, concluindo-se que à medida que aumenta o N, aumenta a área foliar (Figura 2).

Resultados semelhantes foram obtidos na região do Médio Vale do Paranapanema, onde altas doses de fertilizante nitrogenado proporcionaram maior enchimento de grãos, e alguns híbridos mostraram

aumento no teor de proteína e/ou produção de grãos. Embora essas respostas variem de um material genético para outro, o incremento da área foliar parece ser a explicação para o melhor desenvolvimento das plantas favorecidas pelo fornecimento de nitrogênio (Staut, 2007).

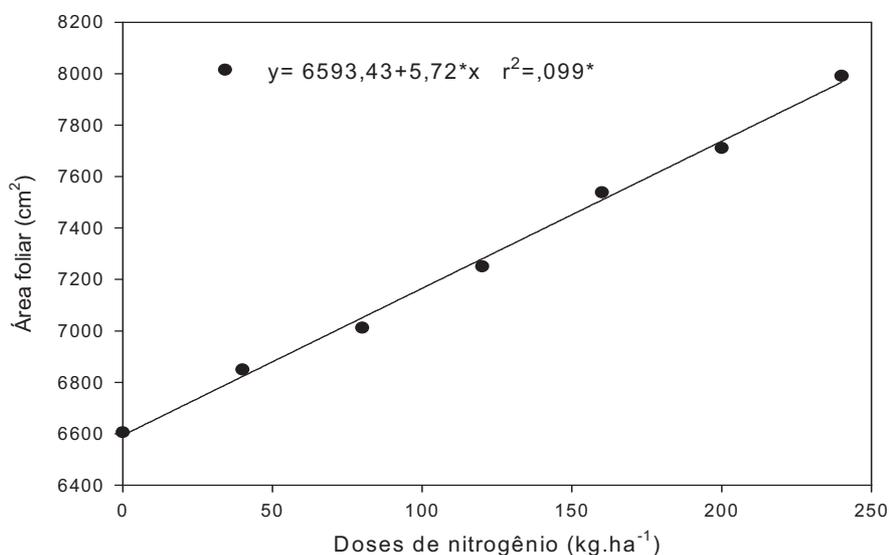


Figura 2 - Área foliar de milho (cm²) em função de doses de nitrogênio, na média de três híbridos em duas épocas de semeadura. Centro de pesquisa Pioneer Sementes, Coxilha - RS (Época 1= 29/09/2005; Época 2= 20/10/2005).

A matéria seca total com relação aos três genótipos, em função das duas épocas de semeadura, na interação apresentou diferença significativa, como os genótipos apresentando maior área foliar na segunda época de semeadura, o teor de matéria seca também foi maior na segunda época, porém, o híbrido 32R21, superprecoce, mostrou um

melhor desempenho quando semeado setembro, comparado aos outros dois híbridos que são precoces e tiveram seu melhor desempenho em matéria seca total na segunda época, isso pode ser explicado pelo fato das condições climáticas (Tabela 4).

Tabela- 4 Informações meteorológicas dos dois anos de condução do experimento. Centro de pesquisa Pioneer Sementes, Coxilha - RS, 2005/2006 e 2006/2007.

| Informações meteorológicas safra 2005/06 e 2006/07 | | | | | |
|--|-----------|-----------|-----------|----------|--------------|
| Mês | Tméd (°C) | Tmin (°C) | Tmax (°C) | Umid (%) | Precip. (mm) |
| Set/05 | 11,94 | 0,9 | 28,7 | 83,98 | 134,04 |
| Out/05 | 17,7 | 6,6 | 32,6 | 82,52 | 109,23 |
| Nov/05 | 20,04 | 5,6 | 31,2 | 71,66 | 1,09 |
| Dez/05 | 20,72 | 9,7 | 32,3 | 71,73 | 11,1 |
| Jan/06 | 22,19 | 14 | 34,4 | 80,19 | 12,44 |
| Fev/06 | 19,97 | 13,2 | 29,5 | 80,84 | 3,33 |
| Mar/06 | 20,68 | 11,2 | 32,2 | 77,97 | 15,56 |
| Set/06 | 14,49 | 2,3 | 30,3 | 72,56 | 201,6 |
| Out/06 | 19,58 | 9,1 | 34,8 | 71,64 | 94,4 |
| Nov/06 | 19,61 | 5,4 | 33,6 | 70,65 | 300,8 |
| Dez/06 | 22,96 | 12,3 | 35,6 | 70,76 | 141,6 |
| Jan/07 | 22,23 | 13,2 | 31,3 | 79,18 | 178 |
| Fev/07 | 21,61 | 12,5 | 30,8 | 78,21 | 123 |
| Mar/07 | 21,96 | 14,4 | 34 | 79,82 | 0,2 |

Fonte: Universidade de Santa Maria, Sistema Irriga, 2007

No período vegetativo dos híbridos cultivados na segunda época em relação a primeiras temos temperaturas mais elevadas, o que pode promover o seu crescimento vegetativo, porém no período de formação dos grãos estas temperaturas são elevadas chegando ser, mais desfavoráveis para este período que é considerado o mais crítico na produção de grãos da cultura do milho (Tabela 5).

Guideli et al. (2000) verificaram, que a produção de matéria seca total em milho, com semeadura no mês de novembro foi significativamente aumentando à medida que se elevou a dose de N até 150 kg ha⁻¹. Entretanto, a produção referente à dose de 150 kg ha⁻¹ foi apenas 8% menor (P>0,05) que a produção alcançada na aplicação de 225 kg ha⁻¹ desse nutriente.

Tabela 5 - Matéria seca total (g) em função de três híbridos de milho em duas épocas de semeadura. Centro de pesquisa Pioneer Sementes, Coxilha - RS, 2005/06

| Híbridos | Matéria seca (g) | | | | | |
|-----------|-------------------|-------|---|------------|-------|---|
| | Data de semeadura | | | | | |
| | 29/09/2005 | | | 20/10/2005 | | |
| 32R21 | A | 101,8 | c | B | 100,2 | c |
| 30P34 | B | 115,0 | b | A | 117,3 | b |
| 30F53 | B | 116,6 | a | A | 119,8 | a |
| C. V. (%) | | 4,28 | | | 4,28 | |

Médias antecedidas de mesma letra maiúscula na linha e seguidas de mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade do erro.

O resultado de matéria seca total não obteve diferenças significativas, quando comparado com dose e épocas de semeaduras, porém, houve um aumento no teor de matéria seca à medida que foram aumentadas as doses de N (Figura 3).

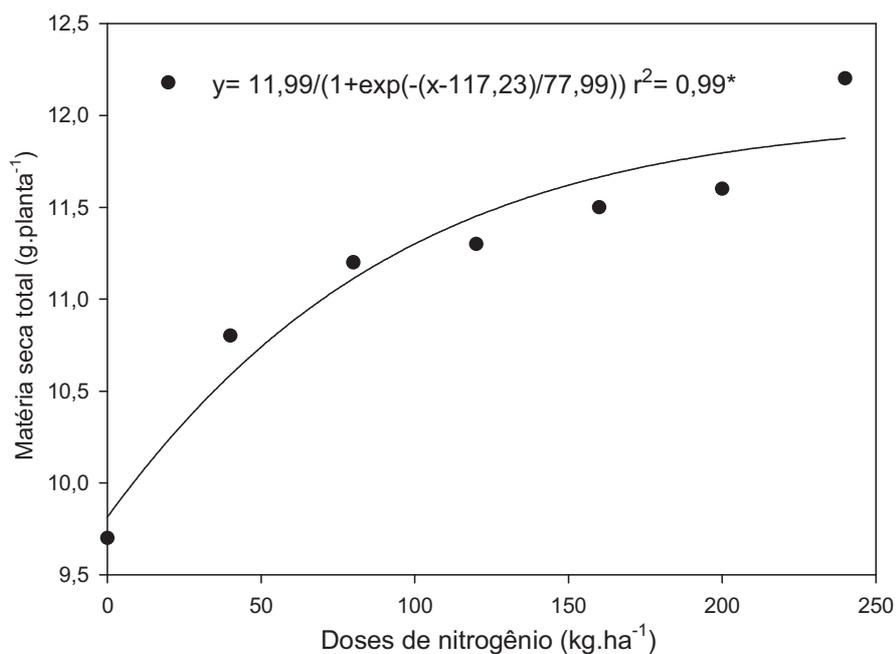


Figura 3 - Matéria seca total de milho em função de doses de nitrogênio. Centro de pesquisa Pioneer Sementes, Coxilha - RS, 2005/06.

Maia & Silva (2001) obtiveram resultados significativos semelhantes a estes, em um trabalho relacionando quantidade de matéria seca com o aumento da adubação nitrogenada na cultura do milho. O mesmo resultado foi obtido por Bortolini et al. (2000), que constatou que a evolução do desenvolvimento da planta de milho e o acúmulo de N na fitomassa aumentaram com a elevação da dose de N. A produção média máxima aplicada de 240 kg ha⁻¹ de N, que corresponde a uma absorção de 200 a 250 kg ha⁻¹ de N. Dados superiores ao obtido por Cabezas et al.

(2000) e por Campos (2004), que obtiveram uma produção de MS de 13.229 kg ha⁻¹ com a absorção de 136,5 kg ha⁻¹ de N e 13.560 kg ha⁻¹ com absorção de 164 kg ha⁻¹ de N respectivamente, e inferior a 21.300 kg ha⁻¹ MS obtido por Scivittaro et al., (2000). Araújo et al., (2004), obteve maiores resultados MS também com a dose máxima de N aplicado em cobertura 240 kg ha⁻¹ com uma produção de 14.482 kg ha⁻¹.

Os resultados do teor de matéria seca em função de doses de nitrogênio para três genótipos de milho tiveram interação significativa, podendo-se dizer que à medida que se aumenta a dose de nitrogênio, aumenta-se o teor de matéria seca total nas plantas de milho. Entre os híbridos, o genótipo com maior teor de matéria seca foi 30F53 e em seguida 30P34 e 32R21, as diferenças entre os dois primeiros híbridos em relação ao 32R21 pode ser explicadas por terem diferenças de ciclo, pois os dois primeiros são de ciclo precoce comparado com o último de ciclo superprecoce (Figura 5). Esses resultados confirmam os mesmos obtidos por Fleck et al., (1997), testando diferentes métodos de adubação nitrogenada no milho em sucessão a aveia preta, constataram incrementos tanto para altura inicial quanto para massa seca à medida que a adubação nitrogenada na semeadura foi aumentada.

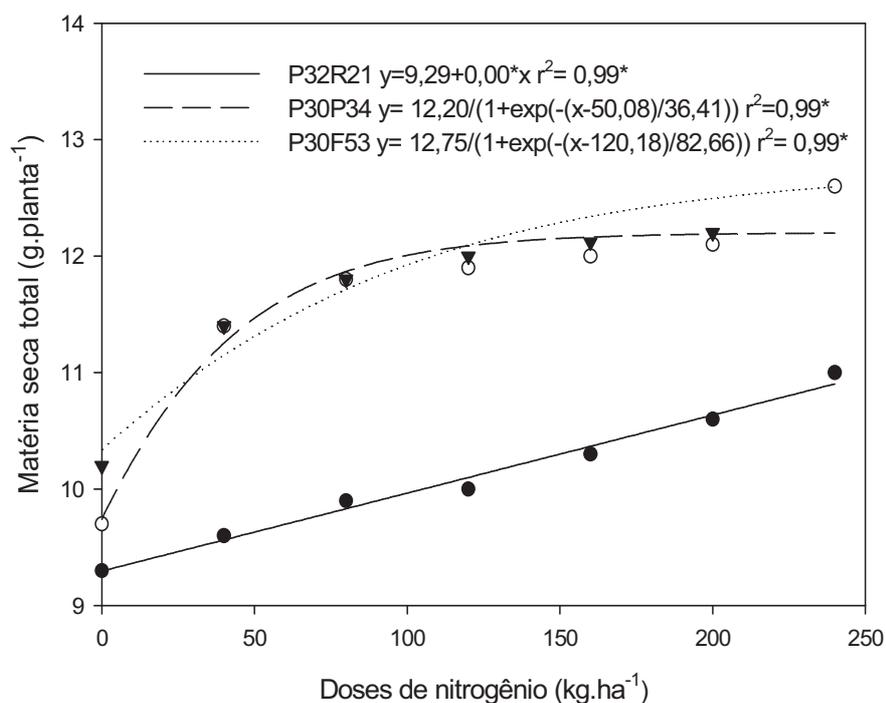


Figura 4 - Matéria seca, de três híbridos de milho em função de doses de nitrogênio em duas épocas de semeadura. Centro de pesquisa Pioneer Sementes, Coxilha - RS, 2005/06.

Em ambos os experimentos, a porcentagem de N na folha índice foi influenciada pelos fatores testados (Tabela 6 e Figura 5 e 6). Para esta variável, observou-se interação das épocas de semeadura e híbridos (Tabela 6), onde se constatou que a época de semeadura de setembro propiciou maior teor de N de que de outubro, entre os híbridos

32R21 foi o que apresentou maiores teores dados em setembro quando em outubro.

Tabela 6 - Porcentagem de nitrogênio na folha índice em três híbridos de milho em duas épocas de semeadura. Centro de pesquisa Pioneer Sementes, Coxilha - RS, 2005/06.

| Porcentagem de Nitrogênio na folha (%) | | | | | | |
|--|--------------------|------|---|------------|------|---|
| Híbridos | Datas de semeadura | | | | | |
| | 29/09/2005 | | | 20/10/2005 | | |
| 32R21 | A | 3,16 | a | A | 3,16 | a |
| 30P34 | A | 3,00 | b | B | 2,89 | b |
| 30F53 | A | 2,91 | c | B | 2,80 | c |
| C. V. (%) | | 1,97 | | | 1,97 | |

Médias antecedidas de mesma letra maiúscula na linha e seguidas de mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade do erro.

No experimento I observou-se uma interação da época de semeadura e das doses de N para avaliar porcentagem de nitrogênio na folha índice (Figura 6). Para ambos as épocas de semeadura, na medida em que se aumentou a dose de 0 para 240 kg de N ha⁻¹ aumentou-se o teor de N de 2,49 para 3,37% para as semeaduras de setembro e outubro, respectivamente. De maneira geral, a porcentagem de N foi superior nas semeaduras de setembro, em relação a outubro.

A maior porcentagem de N em setembro pode ser explicada pelas diferenças das condições climáticas, principalmente da temperatura.

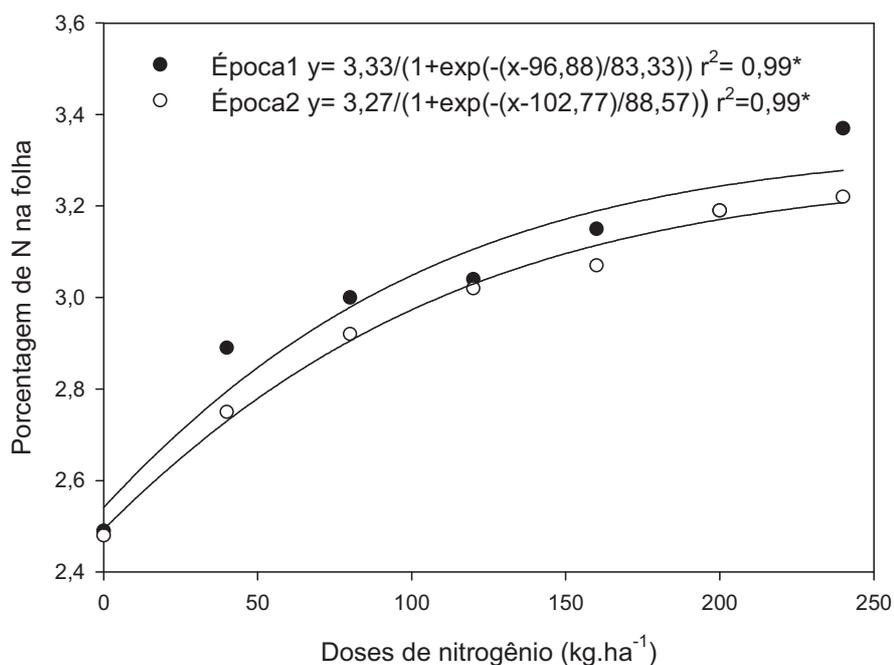


Figura 5 - Porcentagem de nitrogênio na folha índice de milho em duas épocas de semeadura, doses de N. Centro de pesquisa Pioneer Sementes, Coxilha - RS (Época 1= 29/09/2005; Época 2= 20/10/2005).

Já para o segundo ano, não se observou interação de época de semeadura e dose de N. Na média das épocas, o aumento da dose de N de 0 para 240 kg de N ha⁻¹ elevou o teor de N em 60 % (Figura 7). O maior incremento deu-se na dose 0 para 40 kg de N ha⁻¹ e após houve uma estabilização nos valores de N na folha.

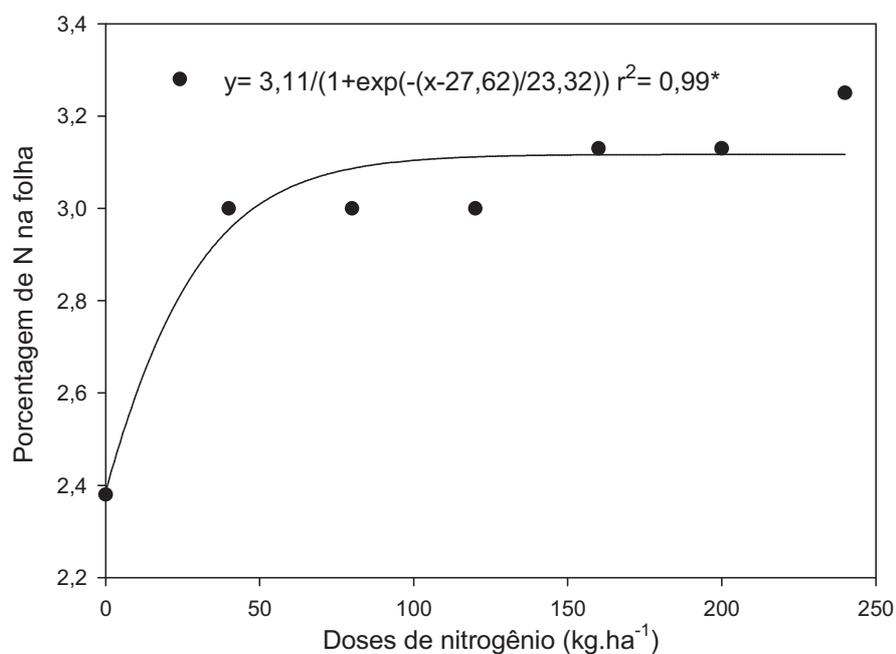


Figura 6 - Porcentagem de N na folha índice em função das doses de nitrogênio na média de duas épocas de semeadura. Centro de pesquisa Pioneer Sementes, Coxilha - RS, 2006/07.

Os resultados observados para porcentagem de N na folha, nos dois experimentos, são semelhantes aos obtidos por Gomes et al. (2007) em estudos sobre doses de N na cultura do milho. Segundo os autores, nota-se o aumento linear no teor de N nas folhas quando se aumenta a dose de N aplicada. Nessa situação a dose de 150 kg ha⁻¹ de N proporcionou teor de 31,4 mg g⁻¹, sendo superior ao da testemunha (28,9 mg.g⁻¹), o que já era esperado em razão da maior disponibilidade de N para as plantas de milho.

Os resultados de nitrogênio na folha índice para os diferentes híbridos de milho cultivados no experimento de 2005 obtiveram interação significativa (Figura 8) Isso se deve possivelmente as diferenças de cada híbrido na produção de área foliar e entre os genótipos, confirmando o resultado anterior onde o 32R21, contém maior teor de nitrogênio na folia índice e dispõe de maior teor de N na folha e seguida o 30P34 e para finalizar o híbrido 30F53 com a menor concentração de N na folha índice isso se deve as diferenças genéticas de cada híbrido.

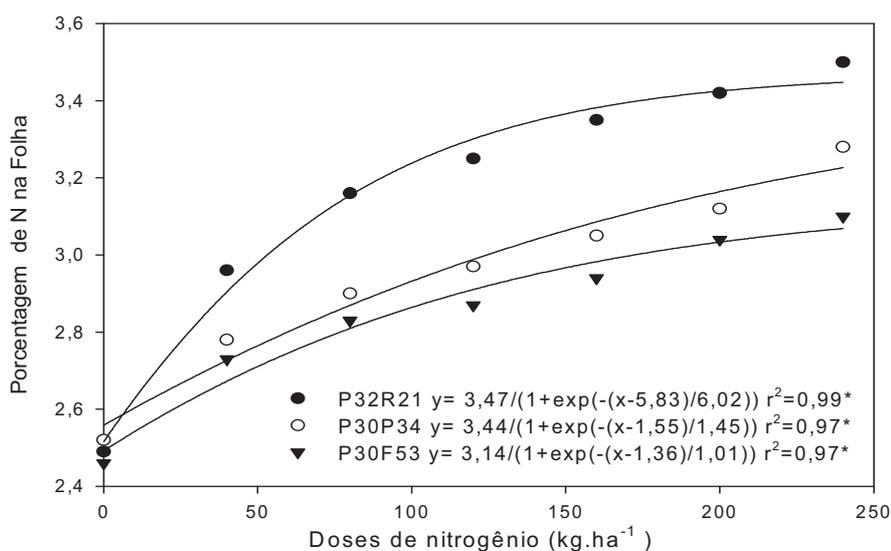


Figura 7 - Porcentagem de nitrogênio na folha índice de três híbridos de milho, em função das doses de nitrogênio. Centro de pesquisa Pioneer Sementes, Coxilha - RS, 2005/06.

Para rendimento de grãos de milho, os três híbridos tiveram comportamentos iguais, sem diferenças significativas. No entanto, a

comparação entre épocas de semeadura foi significativa, ou seja, os três híbridos tiveram maior rendimento de grãos quando semeados no mês de setembro do que no mês de outubro. Isso se deve as melhor melhores condições climáticas da primeira época de semeadura (Tabela 7).

Segundo Fancelli e Dourado Neto (2000), as condições térmicas ideais para a cultura do milho devem ser de 25 a 30 °C e um suprimento hídrico de no mínimo 350 a 500 mm o qual foi favorável durante o experimento. Os resultados obtidos neste experimento são semelhantes aos obtido por Emygdio et al., (2007), onde os híbridos simples, de maneira geral, apresentam potenciais produtivos superiores aos demais tipos de híbridos, sendo que o 32R21 e 30F53 são híbridos simples comparando com o resultado do 30P34 que é um híbrido triplo.

Tabela 7 - Rendimento de grãos de milho em função de três genótipos de milho em duas épocas de semeadura. Centro de pesquisa Pioneer Sementes, Coxilha - RS, 2005/06.

| Híbridos | Rendimento de grãos de milho (kg ha ⁻¹) | | Média |
|----------|---|------------|--------|
| | Datas de semeadura | | |
| | 29/09/2005 | 20/10/2005 | |
| 32R21 | 12.143 | 11.110 | 11.627 |
| 30P34 | 12.014 | 10.823 | 11.419 |
| 30F53 | 12.140 | 11.110 | 11.624 |
| Média | A 12.090 | B 11.014 | |

Médias antecedidas de mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade do erro.

Em 2005, o rendimento de grãos de milho relacionado entre as diferentes épocas de semeadura sem aplicação de nitrogênio não foi

significativo, pois para o crescimento normal de uma planta, a mesma não depende apenas de concentração, na forma disponível, de um dado nutriente no meio de crescimento, mas também das quantidades relativas de outros elementos que estão disponíveis (Bull, 1993). Caso contrário, em condições de deficiência de N, a divisão celular nos pontos de crescimento é retardada, o que resulta em redução de área foliar e tamanho da plantas com reflexos negativos na produção de grãos de milho, o resultados de baixo rendimento com aplicação zero de N é explicado em função que o fator mais importante é a falta de N e não as condições climáticas mais ou menos favoráveis a rendimento de grãos.

Porém, à medida que é feita aplicação, há diferença significativa entre épocas de semeadura, sendo que a primeira semeadura teve maior rendimento, a partir deste momento o N não é mais limitante, e há outros fatores que influenciam o rendimento de grãos.

Na relação rendimento de grãos em função de doses de N, aumenta-se o rendimento à medida que se aumenta a dose com melhores resultados na primeira época de semeadura (Figura 9).

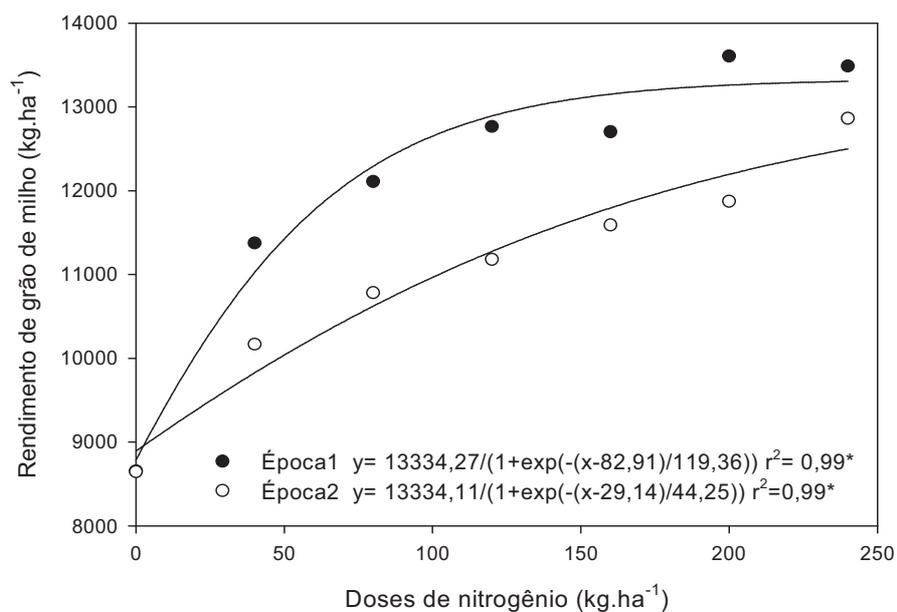


Figura 8 - Rendimento de grãos de milho em função das doses de nitrogênio em duas épocas de semeadura. Centro de pesquisa Pioneer Sementes, Coxilha - RS, (Época 1= 29/09/2005; Época 2= 20/10/2005).

No segundo experimento, conduzido no ano agrícola de 2006/2007, o rendimento de grãos de milho relacionado a diferentes épocas de semeadura foi significativo quando as doses de nitrogênio foram 120, 200 e 240 kg ha⁻¹, dando maior rendimento à primeira época devido as melhores condições de clima com já foi observado no primeiro experimento conduzido no ano agrícola de 2005/2006. Na relação rendimento de grão em função de doses de N, aumenta-se o rendimento à medida que se aumenta a dose (Figura 10).

Ferreira et al. (1996), observaram aumentos significativos na produção de milho em razão do incremento das doses de N. Neptune et al., (1982) obtiveram resultados semelhantes quando verificaram aumentos médios, da ordem de três a sete vezes, na produtividade de milho do Estado de São Paulo (1.200 kg ha^{-1}), pela aplicação de doses crescentes desse nutriente.

Ceretta et al. (2003), em um trabalho cujo objetivo foi avaliar a produtividade de grãos de milho sob doses de nitrogênio e potássio, usaram doses correspondentes a 0, 80, 120, 160, 200 e 240 kg ha^{-1} de N, concluíram que houve resposta positiva as doses de N em relação ao rendimento de grão.

Observa-se também que existe uma relação entre a produtividade de grãos de milho e os teores de N foliar. À medida que aumentou o teor de N foliar ocorreu um incremento na produtividade, a qual continuou respondendo mesmo quando o teor de N atingiu o pico máximo de 34 g kg^{-1} de N. Assmann (2001), também constatou influência significativa das doses de N aplicadas no verão, sobre a concentração de N no tecido foliar de milho e sobre a produtividade.

Conforme a análise pode-se verificar que existiram diferença significativa entre as doses de N para o rendimento de grãos, no entanto, como o esperado, o aumento da dose de nitrogênio tende a aumentar o rendimento para a cultura.

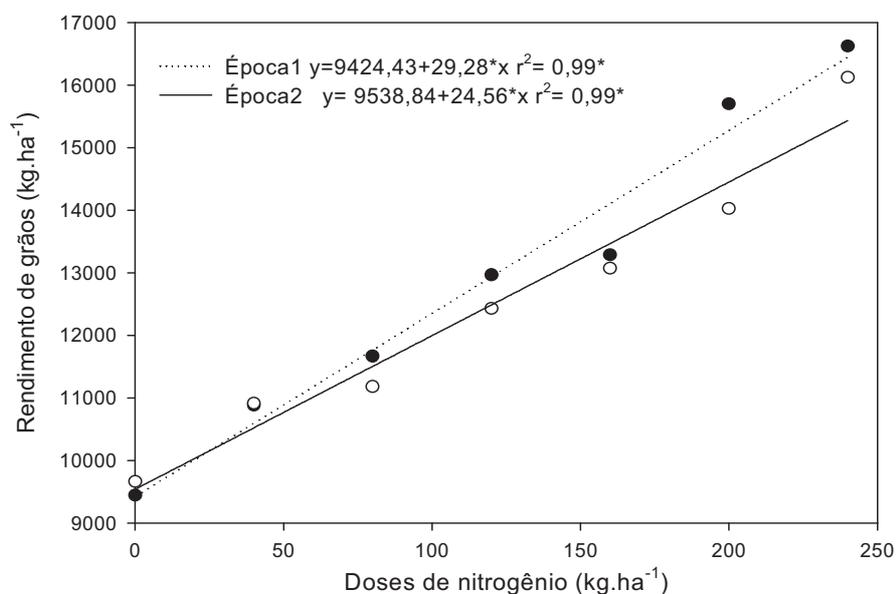


Figura 9 - Rendimento de grãos de milho em função das doses de nitrogênio em duas épocas de semeadura. Centro de pesquisa Pioneer Sementes, Coxilha - RS, (Época 1= 29/09/2006; Época 2= 29/10/2006).

Melgar et al., (1991), constataram que o rendimento do milho se comportou de forma linear, em função das dosagens de nitrogênio (40, 80 e 120 kg ha⁻¹ de N) aplicadas ao solo.

Como podemos observar na Tabela 8, a interação híbridos, relacionada com o número de grãos por espiga, não foi estatisticamente. Porém, pode-se afirmar que na primeira época, houve um aumento número de grãos por espiga do que a segunda época de plantio que

rendimento de grãos, onde as condições climáticas foram melhores na primeira época de semeadura.

Estudos realizados por Forsthofer et. Al., (2004), obtiveram resultados distintos dos citados acima. Para esses autores, o número de grãos por espiga foi maior na semeadura de outubro, com exceção do híbrido de ciclo superprecoce semeado em agosto e do híbrido de ciclo normal que teve maior peso de grãos na semeadura de janeiro. Porém estes resultados podem ser alterados de região para região em função das diferenças climáticas.

Tabela 8 - Número de grãos por espiga de três híbridos de milho, em duas épocas de semeadura. Centro de pesquisa Pioneer Sementes, Coxilha - RS, 2005/06.

| Híbridos | Datas de semeadura | | Média |
|----------|--------------------|------------|-------|
| | 29/09/2005 | 20/10/2005 | |
| 32R21 | 520 | 476 | 498 a |
| 30P34 | 545 | 463 | 490 b |
| 30F53 | 520 | 476 | 498 a |
| Média | A 518 | B 472 | |

Médias antecedidas de mesma letra maiúscula na linha e seguidas de mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade do erro.

Para o número de grãos por espiga em relação às datas de semeadura, ocorreu diferença significativa em todas as doses de N, com exceção 240 kg ha⁻¹ de N. Essas diferenças entre as épocas de semeadura devem ter ocorrido devido às condições climáticas para o milho que foram melhor nos mês de outubro e novembro momento em que o milho começa

a definir os componentes de rendimento, e no momento de formação dos grãos coincidem as temperaturas mais amenas e que ajuda na formação dos grãos. Já na segunda época os híbridos têm melhores condições de temperatura para desenvolvimento inicial na sua fase vegetativa, porém o momento de formação dos grãos coincide com as temperaturas mais altas, o que pode desfavorecer a formação dos grãos.

A interação doses de N e número de grãos por espiga foram crescentes, ou seja, quanto maior a dose de N, maior o número de grãos por espiga de milho. Exatamente igual ao que ocorreu no rendimento de grãos; quanto maior as dose de nitrogênio maior as quantidades de grãos por espigas (Figura 11).

No segundo experimento, quando foi comparado número de grãos por espiga, dose e época de semeadura, novamente foram constatadas que as condições climáticas foram importantes na fase de formação dos grãos. Conforme Stone et al., (1999), para cada 1 °C de elevação na temperatura do ar há a redução de cinco a seis dias na duração do período compreendido entre emergência e espigamento. Entre híbridos verificou-se que a duração dos sub-períodos de desenvolvimento foi maior no de ciclo normal em relação ao de ciclo precoce e deste para o superprecoce nas três épocas de semeadura.

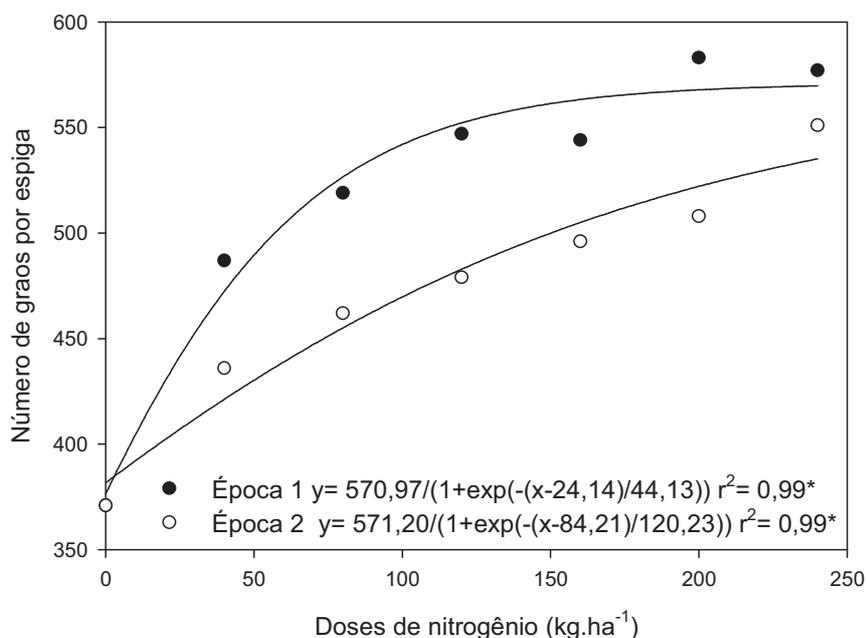


Figura 10 - Número de grãos por espiga de milho em função das doses de nitrogênio em duas épocas de semeadura. Centro de pesquisa Pioneer Sementes, Coxilha - RS, (Época 1= 29/09/2005; Época 2= 20/10/2005).

Sendo que a diferença de temperatura pode ser responsável pelo aumento no número de grãos por espiga na época de semeadura mais favorável. Conforme igual ocorrido no primeiro experimento, o aumento das doses de N contribuiu para o aumento do número de grãos por espiga (Figura 11).

Os resultados dos experimentos nos dois anos (2005 e 2006) (Figura 12) quando comparados aos resultados obtidos por Escosteguy et

al., (1997), foram semelhantes. Os autores estudando doses de nitrogênio e diferentes épocas de semeadura para milho também comprovam que o número de grãos por espiga aumenta conforme se aumenta a dose de N, indiferentemente da época de semeadura ser em agosto ou outubro.

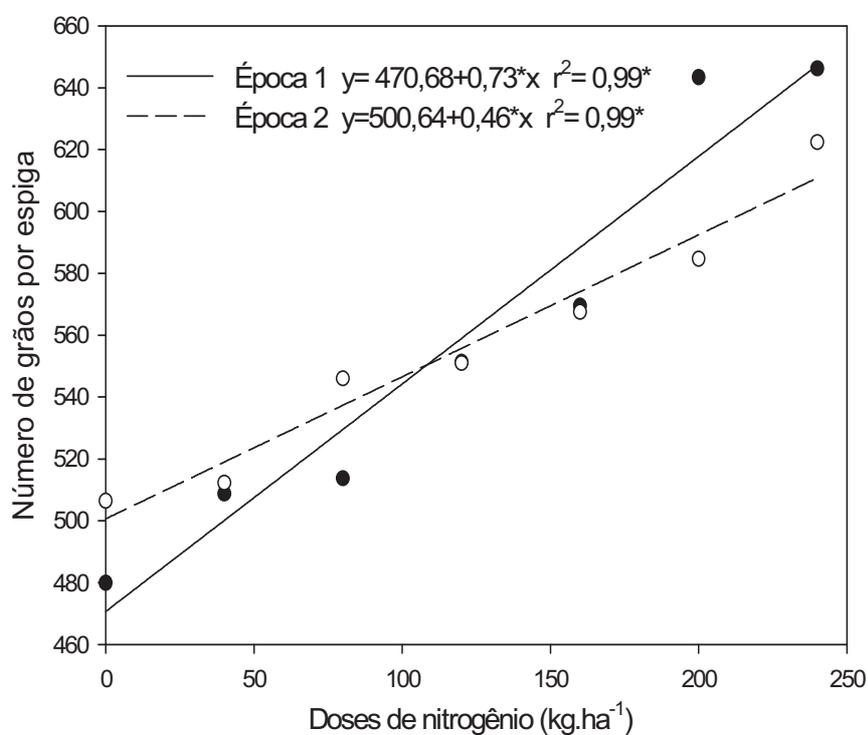


Figura 11 - Número de grãos por espiga de milho em função das doses de nitrogênio em duas épocas de semeadura. Centro de pesquisa Pioneer Sementes, Coxilha - RS, (Época 1= 29/09/2005; Época 2= 20/10/2005).

Para número de grãos por espiga em função de doses de N, os híbridos de milho não diferiram entre si. No entanto, conforme o já citado anteriormente, à medida que foi aumentada a dose de N aumentou também nos três híbridos.

Coelho (1976), estudando nitrogênio em arroz verificou aumentos no número de espiguetas por panículas, assim como no número de grãos, com a aplicação de N. No entanto, Santos et al. (1986) aplicaram N na semeadura e verificaram redução no número de grãos por panícula, Stone et al. (1979) não verificaram efeito no número de grãos por panícula, quando doses de N foram testadas.

Os resultados obtidos por Stone et al. (2000) em estudos a cultura do arroz se assemelham aos obtidos nesse trabalho para cultura do milho. As diferenças de respostas encontradas nos trabalhos relacionaram-se às cultivares estudadas, ao clima e aos manejos da água e do solo.

Os resultados obtidos com peso de mil grãos com relação aos três genótipos e as duas épocas de semeadura tiveram diferença significativa com ($p < 0,07$), onde o híbrido com maior peso de grãos foi 32R21 o que confirma o seu maior rendimento de grão já que este híbrido também possui o maior número de grãos por espigas, e seguida temos o 30F53 com o maior peso de grãos, o que também é esperado pelo seu potencial genético, seguido pelo 30P34. Na comparação com a época de semeadura houve diferenças significativas o que deve ter acontecido em

função das condições climáticas foi mais desfavoráveis no momento de formação dos grãos (Tabela 9).

Conforme Sangoi (1993), a semeadura tardia propicia a formação de grãos mais leves, em relação às demais épocas de semeadura. Isto é atribuído ao fato de na semeadura tardia, em relação à antecipada, a maior parte do enchimento de grãos ocorreu nos meses onde há redução expressiva na temperatura do ar e na radiação solar incidente, o que limita a atividade fotossintética e a translocação de carboidratos das frações vegetativas da planta aos grãos.

Tabela 9 - Peso de mil grãos (g) em três híbridos de milho em duas épocas de semeadura. Centro de pesquisa Pioneer Sementes, Coxilha - RS, 2005/06.

| | | Peso de mil grãos (g) | | | | | |
|----------|---|-----------------------|---|---|------------|---|--|
| | | Data de semeadura | | | | | |
| Híbridos | | 29/09/2005 | | | 20/10/2005 | | |
| 32R21 | A | 399 | a | B | 384 | a | |
| 30P34 | A | 359 | c | A | 360 | b | |
| 30F53 | A | 387 | b | B | 365 | b | |
| C.V. (%) | | 5,60 | | | 5,60 | | |

Médias antecedidas de mesma letra maiúscula na linha e seguidas de mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade do erro.

Os resultados de peso de mil grãos em função de doses de nitrogênio e épocas de semeaduras tiveram diferença significativa com $p < 0,06$, pois na primeira época o peso foi maior do que o semeado posteriormente, isso se deve as melhores condições climáticas no

desenvolvimento e período de enchimento de grãos da primeira época (Figura 13).

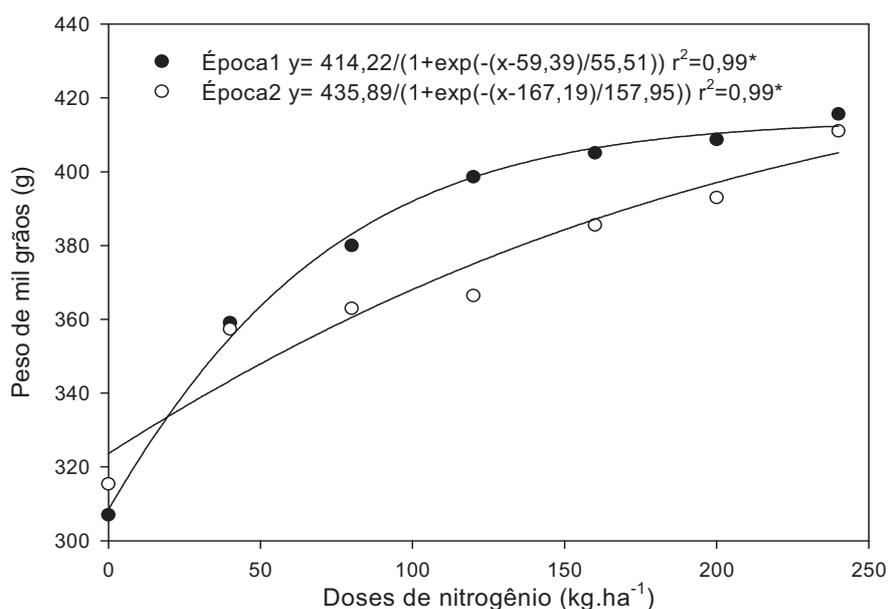


Figura 12 - Peso de mil grãos (g) de milho em função de doses de nitrogênio em duas épocas de semeadura. Centro de pesquisa Pioneer Sementes, Coxilha - RS, (Época 1= 29/09/2005; Época 2= 20/10/2005).

Para peso de mil grãos em função de doses de nitrogênio e épocas de semeaduras ocorreu diferença estatística significativa. Na primeira época o peso de mil grãos teve maior peso de grãos do que da segunda época de semeadura, isso ocorreu, devido a condições climáticas. Quanto às doses de N, à medida que essas são aumentadas, aumenta o peso de mil grãos de milho (Figura 14).

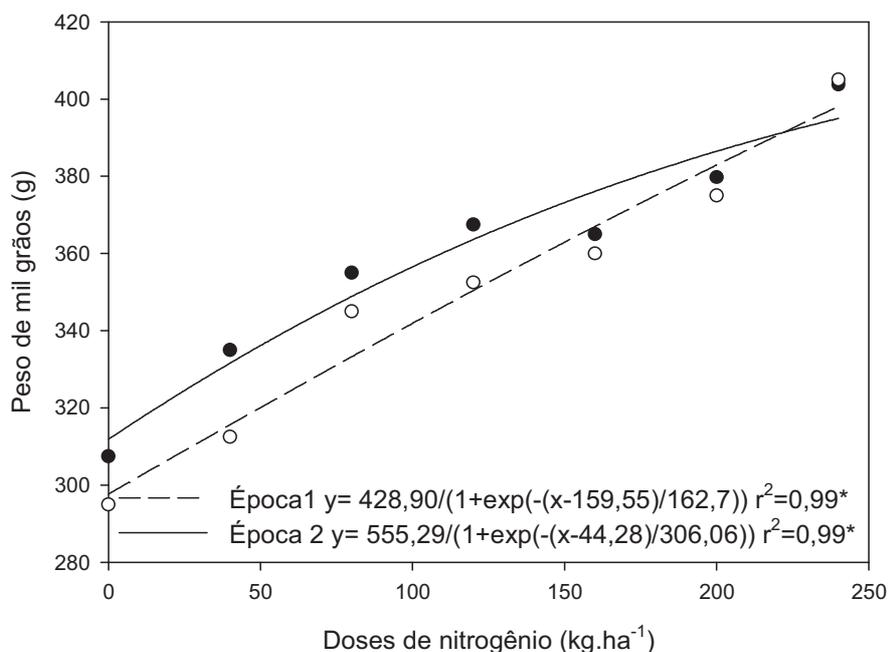


Figura 13 - Peso de mil grãos (g) em função de doses de nitrogênio em duas épocas de semeadura. Centro de pesquisa Pioneer Sementes, Coxilha - RS, (Época 1= 29/09/2006; Época 2= 29/10/2006).

Os resultados sobre peso de mil grãos nos dois experimentos realizados (2005 e 2006) corroboram com dados obtidos por Ferreira et. al., (2001), em um trabalho sobre características agrônomicas e nutricionais do milho adubado com nitrogênio, molibdênio e zinco. Nesse trabalho, os autores concluíram que o peso de mil grãos foi influenciado positivamente pelo incremento nas doses de N. Esse fato pode ter ocorrido principalmente pelas diferenças no período efetivo de enchimento dos

grãos. Os resultados de peso de mil grãos em função de doses de nitrogênio para três genótipos de milho tiveram diferença significativa, dentre os híbridos o genótipo com maior peso 32R21 e em seguida 30F53 e 30P34, (Figura 15). Esses dados discordam dos resultados de Silva et al., (2003) em um estudo de doses de N na cultura do milho com diferentes híbridos, aonde os autores não observaram efeito significativo no peso de 100 grãos, assim como discordam também dos resultados de Gomes et al. (2007) que concluíram que o aumento da quantidade de N fornecido via adubação não foi eficiente em aumentar o peso de mil grãos.

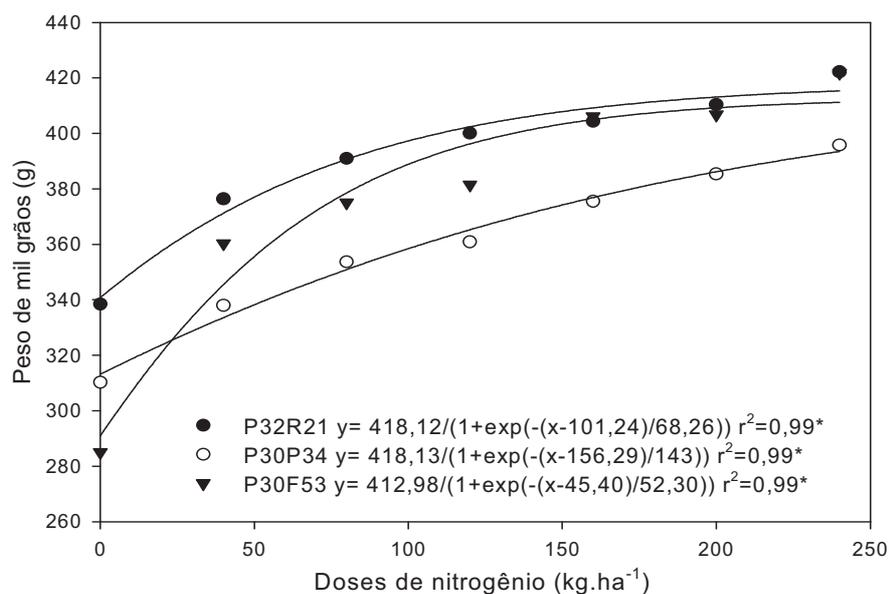


Figura 14 - Peso de mil grãos (g) em três híbridos de milho em função de doses de nitrogênio. Centro de pesquisa Pioneer Sementes, Coxilha - RS, 2005/06.

A porcentagem de nitrogênio no grão com relação aos três genótipos, em função das duas épocas de semeadura, na interação não apresentou diferença significativa. Argenta et al., (1999), estudando manejo do nitrogênio no milho, afirmaram que falta de resposta à época de semeadura após a dessecação da aveia pode ser atribuída à maior capacidade do solo em suprir N, sendo suficiente para atender à demanda dos microorganismos e da planta. Isso refletiu na quantidade de N acumulada nos grãos, que não diferiu entre as épocas de semeadura.

Contudo os híbridos 32R21 e 30F53 não diferiram entre si com a porcentagem de nitrogênio no grão, porém os dois híbridos apresentam um valor maior híbrido 30P34, isso pode ser obtido em função das características intrínsecas de cada genótipo, pois as diferenças genéticas são importantes. Alguns híbridos têm a capacidade de acumular diferentes teores de N em função do tipo de grão que cada um produz (Tabela 10).

Tabela 10 - Porcentagem de N nos grãos de três genótipos de milho em duas épocas de semeadura. Centro de pesquisa Pioneer Sementes, Coxilha - RS, 2005/06.

| Híbridos | Porcentagem de N no grão | | | |
|----------|--------------------------|------------|-------|---|
| | Datas de semeadura | | Média | |
| | 29/09/2005 | 20/10/2005 | | |
| 32R21 | 1,64 | 1,64 | 1,64 | a |
| 30P34 | 1,54 | 1,54 | 1,54 | b |
| 30F53 | 1,65 | 1,64 | 1,65 | a |
| Média | A 1,61 | A 1,61 | | |

Médias antecedidas de mesma letra maiúscula na linha e seguidas de mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade do erro.

As doses 240, 200 e 160 kg ha⁻¹ de N foram significativas no aumento da porcentagem de nitrogênio no grão de milho, porém doses de 120 e 80 kg de nitrogênio por hectare não tiveram diferença significativa nesse aumento. A dose 40 kg ha⁻¹ também não difere da aplicação de 80 e 120 kg ha⁻¹. Somente aonde não foi realizada a aplicação de nitrogênio houve uma diferença significativa na porcentagem de N nos grãos de milho, ou seja, esta porcentagem foi menor, devido à falta de nitrogênio ser o principal fator neste momento, visto que este é o limitante e não a época de semeadura, do híbrido e sim a falta de N (Figura 16).

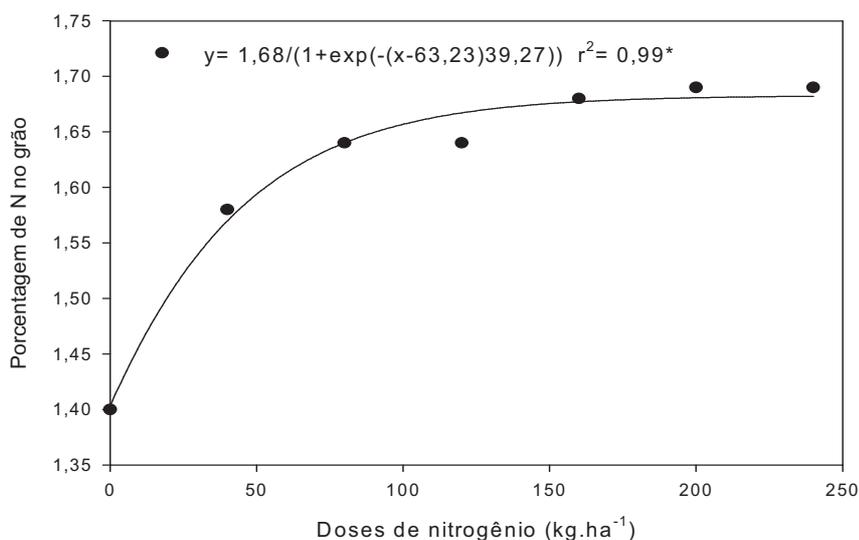


Figura 15 - Porcentagem de N nos grãos em função de doses de nitrogênio na média de três híbridos de milho em duas época de semeadura. Centro de pesquisa Pioneer Sementes, Coxilha - RS, 2005/06.

Na figura 17 pode-se visualizar que não ocorreu diferença estatística significativa em relação às datas de semeadura para a porcentagem de N nos grãos. No entanto, quanto maiores as doses de N aplicadas, maior foi o teor de N no grão.

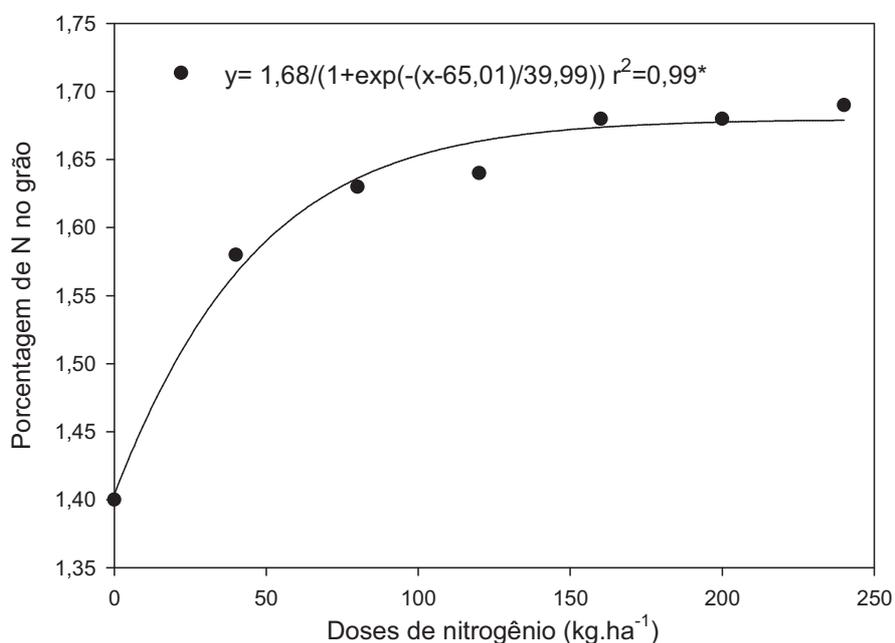


Figura 16 - Porcentagem de N nos grãos em função de doses de nitrogênio na média de três híbridos de milho em duas épocas de semeadura. Centro de pesquisa Pioneer Sementes, Coxilha - RS, 2006/07.

Analisando a porcentagem de N nos grão nos dois anos de experimento, houve resultados distintos. No primeiro ano (2005) podemos comparar os resultados com os obtidos por Wolschick (2000), onde a

porcentagem de N nos sabugos, palha de espiga e grãos das plantas de milho foi semelhante para todos os tratamentos, somente nas folhas mais colmos que a porcentagem de N foi maior nas plantas submetidas a 90 kg ha⁻¹.

No ano de 2006, os resultados não foram iguais aos de 2005, porém corroboram com dados obtidos por Araújo et al. (2004), quando analisaram o teor de N nos grãos. Esses autores também não obtiveram diferenças significativas estatisticamente para os teores de N nos grãos em relação às doses, no entanto, a quantidade de N nos grãos aumentou com o aumento do N.

A Figura 18 mostra que à medida que se aumenta a dose de N, aumenta-se à porcentagem de N no grão. Esses dados diferem dos de Araújo et al. (2004), em um trabalho sobre adubação nitrogenada na cultura do milho, no qual os resultados da porcentagem de N nos grãos não aumentaram em relação à medida que houve um incremento na adubação nitrogenada.

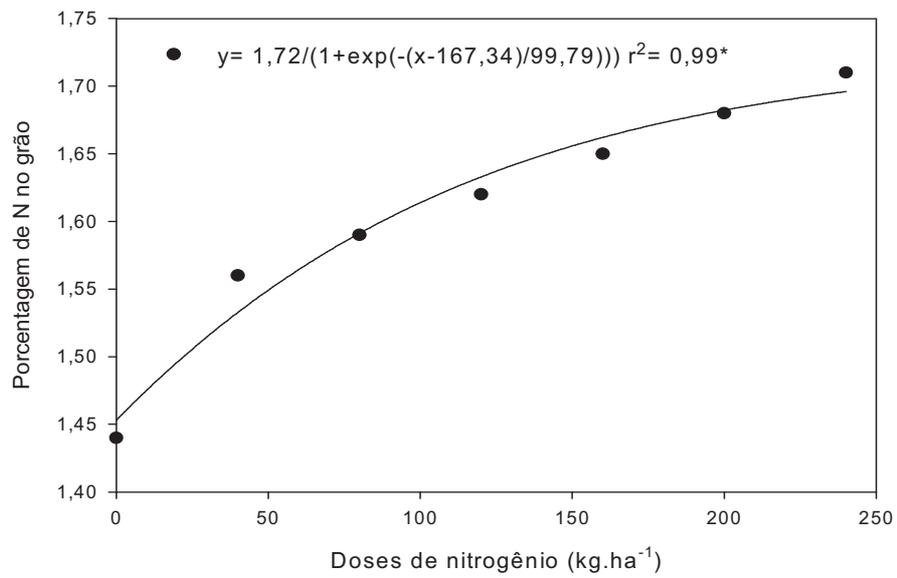


Figura 17 - Porcentagem de N nos grãos de três híbridos de milho em função das doses de nitrogênio em duas épocas de semeadura. Centro de pesquisa Pioneer Sementes, Coxilha - RS, 2006/07.

5 CONCLUSÕES

O rendimento de grãos de milho na primeira época de semeadura foi maior em relação a segunda para os dois anos em que foram conduzidos os experimentos.

O comportamento da curva no rendimento de grãos de milho para o híbrido superprecoce obteve um comportamento linear e com respostas para todas as doses de N.

Para a primeira data de semeadura todos os híbridos responderam melhor aos tratamentos isso é provavelmente pelo efeito das condições climáticas serem mais favoreis para o desenvolvimento da cultura neste período.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMADO, T.J.C. *Disponibilidade de nitrogênio para o milho em sistemas de cultura e preparo do solo*. 1997. Tese (Doutorado)- Programa de Pós-graduação em Agronomia. Faculdade de agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1997.

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 plantio direto. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v.26, p.241-248, 2002.

ANDRADE, F.H.; ANDRADE, F.H; CIRILO, A.; UHART, S.; OTEGUI, M. *Ecofisiología Del cultivo de maíz*. Buenos Aires, La Barrosa, 1996. 292 p.

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

ARGENTA, G. *Monitoramento do nível de nitrogênio na planta como indicador da adubação nitrogenada em milho*. 2001. Tese (Doutorado)- Programa de Pós-graduação em Fitotecnia. Faculdade de agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

ARGENTA, G.; SANGOI, L.; SILVA, P. R. F. da; RAMPAZZO, C.; GRACIETTI L.C.; STRIEDER M.; FORSTHOFER, E. L.; SUHRE, E. Potencial de rendimento de grãos de milho em dois ambientes e cinco sistemas de produção. *Scientia Agrária*, Piracicaba, v. 4, n. 1-2, p. 27-34, 2003 a.

ARGENTA, G.; SILVA, P. R. F.; FORSTHOFER, E.J.; STRIEDER, M. L.; SUHRE, E. TEICHMANN, L. L. Adubação nitrogenada em milho pelo monitoramento do nível de nitrogênio na planta por meio do clorofilômetro. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v.27, p. 108-119, 2003 b.

ARGENTA, G.; SILVA, P. R. F.; RIZZARDI, M. A.; BARUFFI, M. J.; LOPES M. C. B. Manejo do nitrogênio no milho em semeadura direta em sucessão a espécies de cobertura de solo no inverno e em dois locais. II - efeito sobre o rendimento de grãos. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 29, n. 4, p. 587-593, 1999.

ASSMANN, T. S. *Rendimento de milho em área de integração lavoura-pecuária sob sistema de plantio direto, em presença e ausência de trevo branco, pastejo e nitrogênio*. Curitiba, 2001. 59 p. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Departamento de fitotecnia e fitossanitarismo, setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

BALKO, L.G.; RUSSEL, W.A. Response of maize inbred line to N fertilizer. *Agronomy Journal*, Madison, v.72, p.723-728, Sept./Oct. 1980.

BALL, D.A.; WYSOCKI, D.J.; CHASTAIN, T.G. Nitrogen application timing effects on downy brome (*Bromus tectorum*) and winter wheat (*Triticum aestivum*) growth and yield. *Weed Technology*, Champaign, v.10, p. 305- 310, 1996.

BORGER, P. Crop productivity in the light of basic photpsynthesis research. *Plant Research and Development*, Tiibinger, v.3, n.1, p. 60-75, 1976.

BORTOLINI, C. G.; SILVA, P.R.F.; ARGENTA, G. Sistema consorciados de aveia preta e ervilhaca comum como cobertura de solo e seus efeitos na cultura do milho em sucessão. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*, v 24, p. 897-903, 2000.

BORTOLINI, C.G.; SILVA, P.R.F.da; ARGENTA, G.; FORSTHOFER, E.L. Sistemas de aplicação de nitrogênio e seus efeitos sobre o acúmulo de N na planta de milho. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.26, p.361-366, 2002.

BULL, L. T. Nutrição mineral do milho. In: BULL, L. T.; CANTARELLA, H. Cultura do milho: fatores que afetam a produtividade. Piracicaba: POTAFOS, 1993. p 63-145.

BREDEMEIER, C. *Predição da necessidade de nitrogênio em cobertura em trigo e aveia. 1999.* Dissertação (Mestrado) Programa de Pós-graduação em Agronomia. Faculdade de agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1999.

CABEZAS, W. A. R. L.; TRIVELIN, P. C. O.; KONDORFER, G.H.; PEREIRA, S. Balanço da adubação nitrogenada sólida e fluida de cobertura na cultura de milho, em sistema plantio direto no triângulo mineiro. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, V. 24 p. 363-376, 2000.

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

CAMPOS, A. X. Fertilização com sulfato de amônio na cultura do milho em um solo do cerrado de Brasília sob pastagem de *Brachiaria decumbens*. Piracicaba, 2004. 131p. *Tese (Doutorado)* – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

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: UFV, 2004, P. 139-182.

CERETTA, C. A. *Produtividade de grãos de milho com doses de nitrogênio e potássio sob irrigação.* Disponível em: <<http://w3.ufsm.br/ppgcs/congressos/LINKS%20DO%20CBCS%202003/CBCS2003%20EM%20PDF/05.pdf>>. Acesso em 16 junho 2008.

COELHO, M.B. *Efeito da água disponível no solo e de níveis de nitrogênio sobre duas variedades de arroz*. 1976. 42p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

COELHO, A.M.; CRUZ, J.C.; PEREIRA FILHO, I.A. Rendimento do milho no Brasil: chegamos ao máximo? Piracicaba: *Informações Agronômicas*. POTAFOS, Piracicaba, n.101, p.1-12, 2003.

CONAB (Brasília, DF). *Safra 2003/2004: quinto levantamento Junho/2004*, Disponível em: <www.conab.gov.br> Acesso em: 30 julho 2004.

DUARTE, A.P. *Resposta de cultivares de milho ao nitrogênio no sistema de plantio direto e sua influência na qualidade de grãos*. 2003. Tese (Doutorado em Fitotecnia). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

EMBRAPA. Situação atual, estratégias e recomendações. In: SIMPÓSIO SOBRE DOENÇAS EM MILHO, 1993, São Paulo. *Documento final*. São Paulo: USP/Embrapa-CNPMS/APPS, 20p., 1993.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). *Sistema brasileiro de classificação de solos*. Rio de Janeiro: Embrapa – CNPS; Brasília: Embrapa – SCT, 1999. 412p.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGRUPECUÁRIA. 2002. Disponível em: <<http://www.embrapa.br/publicacoes/milho/importancia.htm>> Acesso em: 30 maio 2008.

EMYGDIO, B. M.; IGNACZAK, J. C.; FILHO, A. C. Potencial de rendimento de grãos de híbridos comerciais simples, triplos e duplos de milho. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*. Sete Lagoas v.6, n.1, p.95-103, 2007

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

FANCELLI, A.L.; DOURADO NETO, D. Fenologia do milho. *Informações Agronômicas POTAFOS*, Piracicaba, n.78, p.1-13, 1997.

FANCELLI, A.L.; DOURADO NETO, D. *Produção de milho*. Guaíba: Agropecuária, 2000. 360p.

FERREIRA, A.C.B.; ARAUJO, G.A.A.; PEREIRA, P.R.G.; CARDOSO, A.A. Efeito da aplicação de N, Mo e Zn sobre a cultura de milho. In: *CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 21., 1996*. Londrina. Resumos...Londrina: IAPAR, 1996. p.149.

FERREIRA, A.C.B.; ARAUJO, G.A.A.; PEREIRA, P.R.G.; CARDOSO, A.A. Características agronômicas e nutricionais do milho adubado com nitrogênio, molibdênio e zinco. *Scientia Agrícola*, Piracicaba, v. 58, n.1, p.131-138, 2001

FLECK, N.G; NEVES, R.; SILVEIRA, C. A. Avaliação do crescimento inicial de milho semeados em restevas de aveia-preta e ervilhaca manejadas com e sem herbicidas. *Pesquisa Agropecuária Gaúcha*, Porto Alegre, v.3, n.1, p.35-40, 1997.

FORSTHOFER, E. L. *Potencial de rendimento de grãos e desempenho econômico do milho em cinco níveis de manejo, em três épocas de semeadura*. 2004. 94 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

FORSTHOFER, É.L. ; SILVA, P.R.F. da ; ARGENTA, G. ; STRIEDER, M.L. ; SUHRE, E. ; RAMBO, L. . Desenvolvimento fenológico e agronômico de três híbridos de milho em três épocas de semeadura. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 34, n. 5, p. 1341-1348, 2004.

FOX, R. H.; ROTH, G. W.; IVERSEN, K. V.; PEKIELEK, W. P. Soil and tissue nitrate tests compared for predicting soil nitrogen availability to corn. *Agronomy Journal*, Madison, v. 81, p. 971-974, 1989.

FRANÇA, G.E. ; COELHO, A.M. ; RESENDE, M. ; BAHIA FILHO, A. F. C. *Acumulação de massa seca e de nitrogênio na cultura de milho irrigado*. In: RELATÓRIO ANUAL DO CENTRO NACIONAL DE PESQUISA DE MILHO E SORGO, 1992 – 1993. Sete Lagoas: EMBRAPA/ CNPMS, 1994. P. 29-30.

FRANCIS, D. D.; SCHEPERS, J. S.; VIGIL, M. S. Post-antesis nitrogen loss from corn. *Agronomy Journal*, Madison, v. 85, p. 653-659, 1993.

FRATTINI, J.A. *Cultura do milho: intuições sumáris*. Campinas CATI/COT, 1975. 26p. Mimeografado.

GALINAT, W.C. The origin of maize: grain of humanity. New York: *New York Botanical Garden Journal*, v. 44, p.3-12, 1995.

GOMES, R. F.; SILVA, A. G.; ASSIS, R. L.; PIRES, F. R. Efeito de doses e da época de aplicação de nitrogênio nos caracteres agronômicos da cultura do milho sob plantio direto. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*, Campinas, v. 31, 931-938, 2007

GUIDELI, C.; FAVORETTO, V.; MALHEIROS E. B. Produção e qualidade do milheto semeado em duas épocas e adubado com nitrogênio. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.35 n.10 Brasília, 2000.

GUIMARÃES, P. S. *Desempenho de híbridos simples de milho (Zea mays L.) e correlação entre heterose e divergência genética entre as linhagens parentais*. 4f. Dissertação (mestrado) – Instituto Agrônomo. Campinas, 2007.

INDICAÇÕES Técnicas para a cultura do milho e do sorgo no Rio Grande do Sul – Embrapa Trigo, 2006. 184p.

KITUR, B. K.; SMITH, M. S.; BLEVINS, R. L.; FRYE, W. W. Fate of ¹⁵N-depleted ammonium nitrate applied to no-tillage and conventional maize. *Agronomy Journal*, Madison, v. 76, p. 240-242, 1984.

LARA CABEZAS, W.A.R.; ALVES, B.J.R.; URQUIAGA, S.; SANTANA, D.G.de. Influência da cultura antecessora e da adubação nitrogenada na produtividade de milho em sistema plantio direto e solo preparado. *Revista Ciência Rural*, v.34, p.1005-1013, 2004.

LEMAIRE, G.; GASTAL, F.N. N uptake and distribution in plant canopies. In: LEMAIER, G. (Ed.). *Diagnosis of the nitrogen status in crops*. Berlin: Springer, 1997. p.1-56.

LOLPES, S.A.; WIETHÖLTER, S.; GUILHERME, L.R.G.; SILVA, C.A. *Sistema de plantio direto: bases para o manejo da fertilidade do solo*. São Paulo: ANDA, 2004. 110p.

LOOMIS, R.S., AMTHOR, J.S. Yield potential, plant assimilatory capacity, and metabolic efficiencies. *Crop Science*, Madison, v.39, p.1584-1596, 1999.

LOZADA, B. I.; ANGELOCCI, L. R. Efeito da temperatura do ar e da disponibilidade hídrica no solo na saturação de subperíodos e na produtividade de um híbrido de milho. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, Santa Maria, v.7, n.1, p.37-43, 1999.

MAGALHÃES, J. V. *Absorção e translocação de nitrogênio por plantas de milho (Zea mays L.) submetidos a períodos crescentes de omissão de fósforo em solução nutritiva*. 1996. 76f. Tese (Doutorado)- Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1996.

MAIA, M. C. C.; SILVA, P. S. L. Parcelamento da adubação nitrogenada e matéria seca do milho. *Revista da Caatinga*, Mossoró-RN v.14, 53-63, 2001.

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

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

MEISINGER, J. J.; BANDEL, V. A.; STANFORD, G.; LEGG, J. O. Nitrogen utilization of maize under minimal tillage and moldboard plow tillage: I four-year results using labeled N fertilizer an Atlantic coastal plain soil. *Agronomy journal*, Madison, v. 77, p. 602-611, 1985.

MELGAR, R J.; SMYTH, T.J.; CRAVO, M.S.; SÁNCHEZ, P.A. Doses e épocas de aplicação de fertilizantes nitrogenados para o milho em Latossolo da Amazônia Central. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*. Campinas, v.15, p.196-289. 1991.

MENDONÇA, E. S.; OLIVEIRA, F. H. T. Fornecimento de nutrientes pela matéria orgânica dos solos. In: SIMPÓSIO SOBRE FERTILIDADE DO SOLO NUTRIÇÃO DE PLANTAS NO SISTEMA PLANTIO DIRETO, *Anais...* Ponta Grossa: Associação de Engenheiros Agrônomos dos Campos Gerais, 2000. p. 70-81.

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

NEPTUNE, A.M.L.; NAKAGAWA, J.; SCOTTON, L.C.; SOUZA, E.A. Efeitos de doses não equidistantes de N, P e K nas concentrações destes macronutrientes na folha e na produção do milho (*Zea mays*). *Anais ...*, Piracicaba, v.39, p.917-941, 1982.

NIED, A.H.; HELDWEIN, A.B.; ESTEFANEL, V.; SILVA, J.C. & ALBERTO, C.M. Épocas de semeadura de milho com menor risco de ocorrência de deficiência hídrica no município de Santa Maria, RS, Brasil. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.35, n.5, p.995-1002, 2005.

NOVAIS, R. F.; SMITH, T. J. *Fósforo em solo e planta em condições tropicais*. Viçosa. UFV, 1999. 399p.

OLIVEIRA, F. H. T.; NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V, V. H.; CANTARUTTI, V. R. B.; BARROS, N. F. Fertilidade do solo no sistema plantio direto. In: ALVAREZ V, V. H.; SCHAEFER, C. E. G. E.; BARROS, N. F.; MELLO, J. W. V.; COSTA, L. M. (Ed.) *Tópicos em Ciência do solo*. Viçosa: SBCS, 2002. v. 2, p. 393-486.

SÁ, J. C. M. *Manejo da fertilidade do solo no plantio direto*. Castro: Fundação ABC, 1993. 96 p.

SÁ, J. C. M. *Manejo de nitrogênio na cultura de milho no sistema plantio direto*. Passo Fundo: Aldeia Norte, 1996. 23 p.

SANGOI, L. Aptidão dos campos de Lages (SC) para produção de milho em diferentes épocas de semeadura. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.28, p.51-63, 1993.

SANGOI, L.; ARGENTA, G.; SILVA, P. R. F. da.; MINETTO, T. J.; BISOTO, V. Níveis de manejo na cultura do milho em dois ambientes contrastantes: análise técnico-econômica. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 33, p. 1021-1029. 2003

SANGOI, L. ; SILVA, Paulo Regis Ferreira da ; SILVA, Adriano Alves da ; HORN, Delson ; ERNANI, Paulo Roberto ; SCHMITT, Amauri ; STRIEDER, Mercio Luiz ; SCHWEITZER, Cleber . Desempenho agrônômico de cultivares de milho em quatro sistemas de manejo. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, Brasília, v. 5, n. 2, p. 218-231, 2006.

SANGOI, L. ; SILVA, P. R. F. ; ARGENTA, Gilber ; RAMBO, Lisandro. *Desenvolvimento e exigências climáticas da planta de milho para altos rendimentos*. 1. ed. Lages: Graphel, 2007. v. 1. 95 p.

SANTOS, A.B.; PRABHU, A.S.; AQUINO, A.R.L.; CARVALHO, J.R.T. Épocas, modos de aplicação e níveis de nitrogênio sobre brusone e produção de arroz de sequeiro. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.21, p.679-707, 1986.

SAWAZAKI, E.; PATERNIANI, M. E. A. G. Z. Evolução dos cultivares de milho no Brasil. In: GALVÃO, J. C. C.; MIRANDA, G. V. *Tecnologias de produção do milho*. 20. ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, v. 1, p. 13-53, 2004.

SCIVITTARO, W.B.; MURAOKA, T.; BOARETTO, A.E.; TRIVELIN, P.C.O. Utilização de nitrogênio de adubos verde e mineral pelo milho. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.24, p.917-926, 2000.

SCHRÖDER, J.J.; NEETESON, J.J.; OENEMA, O.; STRUIK, P.C. Does the crop or the soil indicate how to save nitrogen in maize production? Reviewing the state of the art. *Field Crops Research*, Amsterdam, v.66, n.2, p.151-64, 2000

SILVA, P. R. F. da; ARGENTA, G. Ecofisiologia e fenologia das culturas do milho e do sorgo. In: PARFITT, J. M. B. (Ed.). *Produção de milho e sorgo na várzea*. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2000. p. 7-18

SILVA, P. S.; OLIVEIRA, F. H. T. de; 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, p 454-457, 2003.

SIMS, J.T.; VASILAS, B.L.; GARTLEY, K.L. et al. Evaluation of soil and plant nitrogen tests for maize on manured soils of the Atlantic coast plain. *Agronomy Journal*, Madison, v.87, n.2, p.213-222, 1995.

STATUT, L. A. *Adubação nitrogenada na cultura do milho safrinha*. Disponível em: <<http://www.portaldoagronegocio.com.br/conteudo.php?id=23445>>. Acesso em 16 junho 2007.

STONE, L.F.; OLIVEIRA, A.B.; STEINNETZ, S. Deficiência hídrica e resposta de cultivares de arroz de sequeiro ao nitrogênio. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.14, p.295-301, 1979.

STONE, P. J.; SORENSEN, I. B.; JAMIESON, P. D. Effect of soil temperature on phenology, canopy development, biomass and yield of maize in a cool-temperate climate. *Field Crops Research*, Hastings, v.63, p.169-178, 1999.

TEDESCO, M. J.; GIANELLO, W. E.; BISSANI, C.A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S.J.; *Análise de solo, plantas e outros materiais*. Porto Alegre, 1995. Boletim técnico N° 5, 2ª edição revisada e ampliada. Departamento de Solos, UFRGS. 174.p.

TIMMONS, D.R.; BAKER, J.L. Fertilizer management effect on recovery of labeled nitrogen by continuous no-till. *Agronomy Journal*, v.84, p.490-496, 1992.

TOLLENNAR, M. *Is low density a stress in maize? Maydica*, Bergamo, v. 37, n. 2, p. 305-311, 1992.

TOLLENAAR, M.; LEE, E. Yield potential, yield stability and stress tolerance in maize. *Field Crop Research*, Amsterdam, v. 75, p. 161-169, 2002.

VARVEL, G.E.; SCHEPERS, J.S.; FRANCIS, D.D. Ability for in-season correction of nitrogen deficiency in corn using chlorophyll meters. *Soil Science Society of America Journal*, Madison, v.61, n.4, p.1233-1239, 1997.

WARNENCKE, D.; BARBER, S. Ammonium and nitrate uptake by corn (*Zea mays* L.) as influenced by nitrogen concentrations and NH_4^+ / NO_3^- ratio. *Agronomy Journal*, Madison, v. 65, p.950-974, 1973.

WASKOM, R.M.; WESTFALL, D.G.; SPELLMAN, D.E.; SOLTANPOUR, P.N. Monitoring nitrogen status of corn with a portable chlorophyll meter. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, New York, v.27, n.3, p.545-560, 1996.

WOLSCHIK, D. *Perdas de nitrogênio por lixiviação durante o ciclo de desenvolvimento da cultura do milho em condições de excesso hídrico* 2004. 45 F. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal de Santa Maria, 2004.

YAMANDA, T. Adubação nitrogenada do milho: como melhorar a eficiência? *Informações Agronômicas POTAFOS*, Piracicaba, 1995. 3 p.

YAMANDA, T. Adubação nitrogenada do milho: quanto, como e quando aplicar. Piracicaba: *Informações Agronômicas POTAFOS*, n. 74, 5 p. 1996. 5 p.