**COMPORTAMENTO DE HÍBRIDOS DE MILHO TARDIO,
PRECOCE E SUPERPRECOCE, NA ÉPOCA DE
"SAFRINHA", SUBMETIDOS A DIFERENTES NÍVEIS DE
NITROGÊNIO**

**Ana Rita de Moraes Brandão Brito
Engenheira Agrônoma**

Orientador: Prof. Dr. Antonio Luiz Fancelli

**Dissertação apresentada à Escola
Superior de Agricultura "Luiz de
Queiroz", da Universidade de São
Paulo, para obtenção do Título de
Mestre em Agronomia, Área de
concentração: Fitotecnia**

**PIRACICABA
Estado de São Paulo - Brasil
Outubro - 1995**

CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - CAMPUS "LUIZ DE QUEIROZ"/USP

Brito, Ana Rita de Moraes Brandão

Comportamento de híbridos de milho tardio, precoce e superprecoce, na época de "safrinha", submetidos a diferentes níveis de nitrogênio. Piracicaba, 1995.

78p. ilus.

Diss.(Mestre) - ESALQ

Bibliografia.

1. Adubação nitrogenada 2. Milho híbrido - Nutrição 3. Nitrogênio em milho híbrido - Comportamento I. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba

CDD 633.15

COMPORTAMENTO DE HÍBRIDOS DE MILHO TARDIO, PRECOCE E SUPERPRECOCE, NA ÉPOCA DE “SAFRINHA”, SUBMETIDOS A DIFERENTES NÍVEIS DE NITROGÊNIO

Ana Rita de Moraes Brandão Brito

Aprovada em: 11/10/95

Comissão julgadora:

Prof. Dr. Antonio Luiz Fancelli

ESALQ/USP

Prof. Dr. Silvio Moure Cicero

ESALQ/USP

Dr. Frederico Ozanan Machado Durães

EMBRAPA/CNPMS

Prof. Dr. Antonio Luiz Fancelli

-Orientador-

A meus pais Luiz Paulo e
Maria Isaura e irmãos
ofereço

A meu esposo Gilberto e
a minha filha Luana (in memoriam)
dedico

AGRADECIMENTOS

- . Ao professor Dr. Antonio Luiz Fancelli, pela orientação, amizade e pelo profissionalismo demonstrado.
- . Aos Engenheiros Agrônomos Frederico Ozanan Machado Durães e Milcíades Gadelha de Lima, pelo apoio na condução do trabalho.
- . Ao colega Milton Cezar Ribeiro do Departamento de Ciências Florestais da ESALQ/USP, pelos auxílios nas análises estatísticas.
- . Aos professores e funcionários do Departamento de Agricultura da ESALQ/USP, pela colaboração prestada.
- . Aos estagiários Frederico Lopes Peres e Guilherme Juliano Braga da Rosa pela ajuda prestada na coleta de dados.
- . À Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária - IPA, pela oportunidade concedida.
- . À Coordenação de aperfeiçoamento de pessoal de nível superior (CAPES), pelo suporte financeiro.
- . Aos funcionários da biblioteca central da ESALQ, USP, pela amizade e colaboração.
- . À ESALQ/USP pelo curso oferecido.
- . Aos colegas de turma, pela amizade e convivência.
- . À todos que colaboraram para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS	viii
LISTA DE FIGURAS	x
RESUMO	xii
SUMMARY	xiv
1. INTRODUÇÃO	01
2. REVISÃO DE LITERATURA	03
2.1. Cultivo do milho safrinha	03
2.2. Influência do nitrogênio no período de enchimento do grão	07
2.3. Período de enchimento do grão	10
3. MATERIAL E MÉTODOS	19
3.1. Localização	19
3.2. Dados meteorológicos	19
3.3. Cultivares utilizados	20
3.4. Tratamentos	20
3.5. Procedimento experimental e colheita	21
3.6. Caracteres avaliados	24
3.6.1. Caracteres agronômicos	24
3.6.2. Componentes da produção	25
3.7. Análise estatística	28

	Página
4. RESULTADOS	29
4.1. Avaliações de campo	29
4.1.1. Altura de planta (ALT)	29
4.1.2. Índice de área foliar (IAF)	30
4.1.3. Graus-dia	31
4.2. Componentes da produção	32
4.2.1. Número de espigas por planta (NES)	32
4.2.2. Comprimento da espiga (CES)	33
4.2.3. Peso de espiga (PES)	34
4.2.4. Produção de grão (PG)	35
4.2.5. Acúmulo de matéria seca do grão	36
5. DISCUSSÃO	51
5.1. Crescimento de planta	51
5.1.1. Altura de plantas	51
5.1.2. Índice de área foliar	52
5.1.3. Somatória calórica	53
5.2. Componentes da produção	54
5.2.1. Acúmulo de matéria seca dos grãos	56
6. CONCLUSÕES	58
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	59

	Página
7. APÊNDICE	68
7.1. Apêndice I . Dados meteorológicos	69
7.2. Apêndice II Caracteres agronômicos estudados (valores médios)	75
7.3. Apêndice III. Valores médios da matéria seca do grão em cultivar de milho de ciclo normal (XL 380)	76
7.4. Apêndice IV. Valores médios da matéria seca do grão em cultivar de milho de ciclo precoce (BR 201)	77
7.5. Apêndice V. Valores médios da matéria seca do grão em cultivar de milho de ciclo superprecoce (P 3072)	78

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1: Características dos cultivares de milho.	20
Tabela 2: Resultados da análise química do solo	22
Tabela 3: Esquema de adubação nitrogenada empregada no experimento de milho safrinha. Piracicaba, SP.	22
Tabela 4: Graus-dia, para os três cultivares de milho de diferentes ciclos. Piracicaba, SP. 1993.	31
Tabela 5: Análise de variância (quadrado médio) dos resultados, referentes aos parâmetros avaliados, de três cultivares de milho de diferentes ciclos vegetativos (c1 = normal, c2 = precoce e c3 = superprecoce) em quatro níveis de nitrogênio (NO = 0 kg/ha, N1 = 50 kg/ha, N2 = 100 kg/ha e N3 = 150 kg/ha), média de três repetições. Piracicaba, SP. 1993.	38
Tabela 6. Média referente às características estudadas, obtidas para os três cultivares de milho de diferentes ciclos vegetativos (c1 = normal, c2 = precoce e c3 = superprecoce). Piracicaba, SP. 1993.	39
Tabela 7: Média referente às características estudadas, obtidas para os níveis de nitrogênio (NO = 0kg/ha, N1 = 50 kg/ha, N2 = 100 kg/ha e N3 = 150 kg/ha). Piracicaba, SP. 1993.	40

Tabela 8: Variação da matéria seca do grão (média de seis plantas) em g/m² de cultivares de milho de diferentes ciclos e quatro níveis de nitrogênio. Piracicaba, SP. 1993.

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Representação gráfica da equação de regressão que expressa os efeitos de cultivares e doses de nitrogênio sobre a altura.	42
Figura 2. Representação gráfica da equação de regressão que expressa os efeitos de cultivares e doses de nitrogênio sobre índice de área foliar	43
Figura 3. Representação gráfica da equação de regressão que expressa os efeitos de cultivares e doses de nitrogênio sobre o número médio de espiga por planta	44
Figura 4. Representação gráfica da equação de regressão que expressa os efeitos de cultivares e doses de nitrogênio sobre o comprimento da espiga	45
Figura 5. Representação gráfica da equação de regressão que expressa os efeitos de cultivares e doses de nitrogênio sobre o peso da espiga	46
Figura 6. Representação gráfica da equação de regressão que expressa os efeitos de cultivares e doses de nitrogênio sobre a produção	47
Figura 7. Acúmulo da matéria seca do grão em cultivar de milho de ciclo normal (c1 = XL 380) e quatro níveis de nitrogênio. Piracicaba, SP. 1993.	48

Figura 8. Acúmulo da matéria seca do grão em cultivar de milho de ciclo precoce (c2 = BR 201) e quatro níveis de nitrogênio. Piracicaba, SP. 1993.

49

Figura 9. Acúmulo da matéria seca do grão em cultivar de milho de ciclo superprecoce (c3 = P 3072) e quatro níveis de nitrogênio. Piracicaba, SP. 1993.

50

COMPORTAMENTO DE HÍBRIDOS DE MILHO TARDIO, PRECOCE E SUPERPRECOCE, NA ÉPOCA DE "SAFRINHA", SUBMETIDOS A DIFERENTES NÍVEIS DE NITROGÊNIO

Autora: Ana Rita de Moraes Brandão Brito

Orientador: Prof. Dr. Antonio Luiz Fancelli

RESUMO

Entre as alternativas de culturas temporárias, a cultura do milho "safrinha" vem apresentando bom resultado econômico nos últimos anos, em decorrência do comportamento favorável do clima e o baixo custo de produção. Os objetivos do presente trabalho referem-se à avaliação do comportamento de híbridos de milho de ciclos diferentes, semeados na época de "safrinha", bem como ao estudo do período de duração do enchimento de grãos, sob a influência de diferentes níveis de nitrogênio.

O experimento foi conduzido em área pertencente ao Departamento de Agricultura da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo, no período de janeiro a junho de 1993, em solo

classificado como Terra Roxa Estruturada eutrófica. Foram avaliados, três cultivares de milho de diferentes ciclos, ou seja, tardio, precoce e superprecoce, e quatro doses de nitrogênio, sendo 0, 50, 100 e 150 kg/ha de N.

A coleta de dados foi iniciada a partir do florescimento. Para os caracteres agrônômicos avaliaram-se: índice de área foliar, altura da planta e graus-dia, enquanto que para os caracteres de produção avaliaram-se: número de espigas por planta, comprimento da espiga, peso da espiga, produção de grãos e matéria seca do grão.

Pela análise dos resultados concluiu-se que: a) Para a semeadura do milho na época de “safrinha”, a interação genótipo-ambiente, assume acentuada importância; b) Na “safrinha”, híbridos que apresentam longo período de enchimento de grãos e acúmulo uniforme de matéria seca no período, proporcionam melhor rendimento e produção; c) A adubação nitrogenada em cobertura, em condições de “safrinha” não resulta em substancial acréscimo no índice de área foliar e no rendimento dos híbridos estudados, sobretudo para o cultivar superprecoce.

BEHAVIOR OF LATE, EARLY, AND VERY EARLY MAIZE HYBRIDS IN "SAFRINHA" SEASON SUBMITTED TO DIFFERENT NITROGEN LEVELS

Author: Ana Rita de Moraes Brandão Brito

Adviser: Prof. Dr. Antonio Luiz Fancelli

SUMMARY

Among temporary crop alternatives the "safrinha" maize culture has presented good economical results in the past years as a consequence of the favorable climatic behavior and low production cost. The goal of this work is to evaluate the behavior of different cycle maize hybrids, sown during the "safrinha" season as well as to study the duration of the grain filling period under the influence of different nitrogen levels.

The experiment was conducted within an area of the Agriculture Department of the Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", University of São Paulo, from January to June, 1993, in an Eutrophic Structured "Terra Roxa" soil. Three maize cultivars from different cycles, namely, late, early,

and very early, and four nitrogen doses at 0, 50, 100 and 150 kg/ha of N were evaluated.

Data began to be collected at flowering. The leaf area index, plant height, and degree-days were evaluated for agricultural features while number of ears per plant, ear length, ear weight, grain production, and dry matter of grain were evaluated for production features.

The analysis of results showed that the genotype-environment interaction for maize sowing during the "safrinha" season assumes a distinctive importance; During the "safrinha, long grain filling periods and uniform accumulation of dry matter during the period provide better yielding and production; Nitrogen manuring on topsoil under "safrinha" conditions does not represent a significant increase in the leaf area index nor in the yielding of the studied hybrids, especially for the very early cultivar.

1. INTRODUÇÃO

A cultura do milho é uma das mais difundidas no mundo. No Brasil, o milho é plantado de norte a sul do País, ocupando a maior área cultivada, ou seja aproximadamente 13 milhões de hectares.

Apesar de apresentar elevado potencial produtivo, o rendimento da cultura no Brasil é considerado baixo devido, principalmente, a extrema dificuldade evidenciada no processo de difusão e adoção de tecnologias mais avançadas dentro dessa cultura. Entre as tecnologias essenciais destaca-se a semeadura em épocas mais adequadas, escolha de cultivares mais adaptados às condições regionais, uso de sementes melhoradas, emprego de população correta de plantas e uso adequado de corretivos e fertilizantes, entre outras, com o intuito de proporcionar condições que permitam à cultura manifestar todo seu potencial produtivo (FANCELLI, 1986).

Uma das vantagens que a agricultura brasileira vem oferecendo, ultimamente, é a possibilidade da produção de mais de uma safra de milho por ano, ou seja, uma primeira que abrange todas as regiões do país e corresponde a 95% do total e uma segunda, que corresponde aos restantes 5% e que vem crescendo nos últimos anos. Essa segunda safra, que vem sendo convencionada de milho "safrinha", obteve produção estimada em 2,4 milhões de toneladas no ano agrícola de 1992/93, de acordo com a Companhia Nacional de Abastecimento (TSUNECHIRO, 1994).

No entanto, por se tratar de um sistema de exploração relativamente recente, ainda não existem informações técnicas suficientes para explorar todo o seu potencial produtivo. Por isso, há necessidade de conhecimentos básicos e indispensáveis, tais como: época de semeadura, recomendação de cultivares, espaçamento, densidade de plantas e adubação.

Visando discutir as diferenças de comportamento entre diferentes híbridos e épocas de semeadura, uma considerada atenção tem sido dispensada à produção de grãos, enquanto que o conhecimento da duração do período de formação do grão tem sido amplamente ignorado.

Assim, o objetivo do presente trabalho refere-se à avaliação do comportamento de híbridos de milho de ciclos diferentes semeados na época de safrinha, bem como ao estudo do período de duração do enchimento de grãos, sob a influência de diferentes níveis de nitrogênio.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Cultivo do milho safrinha

Entre as alternativas de culturas temporárias, a cultura do milho "safrinha", apesar do alto risco de produção em relação às condições climáticas, vem apresentando bom resultado econômico nos últimos anos, em decorrência do comportamento favorável do clima e o baixo custo de produção.

Iniciada há mais de quinze anos, a "safrinha" de milho tem alcançado aumentos expressivos nos últimos anos, ocupando mais de um milhão de hectares em 1993, conforme dados da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB). Embora considerando, ainda, certo grau de riscos e incertezas, característico da maioria dos cultivos de entressafra, a cultura do milho, em sucessão às de primavera-verão, e que vem sendo convencionada de

milho "safrinha", permite a colheita de uma segunda safra no mesmo ano agrícola. Também, protege o solo durante o outono-inverno; proporciona melhor utilização da terra, da maquinaria agrícola e da mão-de-obra e, ainda, possibilita uma rentabilidade adicional ao produtor rural, através da produção de forragem, grão e/ou milho verde (OLIVEIRA, 1994). Além disso, sua colheita coincide com a entressafra de oferta do produto, tornando-se, assim, o mercado plenamente comprador e com maiores oportunidades de o produtor obter preços mais compensadores.

O grande incremento da área da semeadura extemporânea, ficou por conta da Região Centro-Sul, destacando-se os Estados do Paraná, São Paulo e os Estados Centrais. À medida que a atividade foi se tornando economicamente atrativa, muitos agricultores, mormente os de médio e grande porte, passaram a investir na lavoura, iniciando pela aquisição de sementes melhoradas, adubação (principalmente nitrogênio em cobertura), controle químico de pragas e plantas daninhas, entre outras. Face a essa nova realidade de cultivo, a pesquisa oficial passou a ser solicitada no fornecimento de dados experimentais que embasassem melhor as informações a serem transferidas aos agricultores, uma vez que não havia conhecimentos básicos e indispensáveis, tais como: época de semeadura, recomendação de cultivares, espaçamento e densidade de plantas, adubação, ocorrência de pragas e doenças, entre outros (GERAGE & BIANCO, 1987).

Alguns trabalhos do cultivo de milho "safrinha", com relação a época de semeadura, densidades de plantas e recomendação de cultivares,

foram conduzidos com o objetivo de minimizar os riscos que são mais acentuados nesse período.

A avaliação de cultivares de milho possibilita a identificação e caracterização de cultivares para uma determinada região e/ou época de plantio. Assim sendo, foram conduzidos por SAWAZAKI et al. (1994), em São Paulo, um ensaio de adaptação e estabilidade de produção, onde verificaram altos rendimentos de grão, com rendimento acima de 4.000 kg/ha nas cidades de Votuporanga (5.532 kg/ha) e Ituverava (4.110 kg/ha) e que as condições climáticas, durante o ensaio foram mais favoráveis a produção do milho. Com o mesmo objetivo ESTEVES et al. (1994) verificaram que os cultivares de milho testados produziram pouco, em média 2491 kg/ha, devido ao estresse hídrico ocorrido, principalmente, após o florescimento.

Outros ensaios foram conduzidos em vários locais no Vale do Paranapanema, em São Paulo, por DUARTE et al. (1994), os quais verificaram que os cultivares mais adaptados e estáveis em todos os locais foram os de ciclo médio e precoce.

Estudos realizados com o intuito de observar o efeito de épocas de semeadura sobre o rendimento final e identificar o ciclo do cultivar mais adequado para a época da safrinha, foram realizados por OLIVEIRA et al. (1994), no Estado do Mato Grosso. Constou da avaliação, seis cultivares de diferentes ciclos (dois de ciclo superprecoce, dois de ciclo precoce e dois de ciclo normal), em cinco épocas de semeadura (10 de fevereiro a 11 de abril), a intervalos de 15 dias. Os resultados foram promissores, com rendimento de grãos

correspondente a 3301 e 3590 Kg/ha, para as épocas de 10 e 25/02/92, respectivamente. Concluíram, os autores que os cultivares de ciclo superprecoce e precoce mostraram melhor desempenho em relação às de ciclo normal, verificando assim, que a época de semeadura afeta, principalmente, o ciclo do cultivar e o rendimento de grão. Em outro estudo, TEIXEIRA (1994) verificou em Dourados, MS, que os rendimentos médios de grãos obtidos nas diferentes épocas foram de 2652, 2420 e 2175 Kg/ha, respectivamente para a semeadura de janeiro, fevereiro e março e que os cultivares que apresentaram os maiores rendimentos de grãos foram os cultivares de ciclo médio, incluindo o BR 201.

Trabalho recente, referente a densidade de plantas e a identificação do ciclo de cultivares, mais adequado ao cultivo de milho na entressafra, foi realizado por DURÃES (1993). Observou o autor que o rendimento de grãos variou entre os cultivares e entre as densidades de plantas utilizadas, sendo, significativamente superior nas maiores densidades de cultivos, para os três cultivares de diferentes ciclos vegetativos, ou seja, normal, precoce e superprecoce. Concluiu, ainda que as condições ambientais de cultivo de safrinha são subótimas para o desenvolvimento do milho, principalmente para os cultivares com características e comportamento de precocidade acentuada. Ainda, relata que para o cultivo de safrinha, deve-se dar preferência a genótipos que tenham larga capacidade de dreno e que acumulem rapidamente matéria seca em seus órgãos, continuando a acumular, paralelamente ao enchimento de grãos, matéria seca total.

2.2. Influência do nitrogênio no período de enchimento do grão

O nitrogênio, na agricultura moderna, tem sido um dos fatores mais limitantes no rendimento de grão. É o elemento que se encontra em maior quantidade na matéria seca total da planta de milho e, portanto, torna-se necessário provê-la em doses adequadas durante o período de desenvolvimento da cultura para a obtenção de altas produções de grãos (MEDEIROS & SILVA, 1975).

O conhecimento do acúmulo de matéria seca, por uma cultura, possibilita melhor entendimento dos fatores relacionados à nutrição mineral e, conseqüentemente, da adubação.

O primeiro trabalho expressivo sobre acúmulo e distribuição de matéria seca e nutrientes em relação ao ciclo da planta de milho foi realizado por SAYRE (1948), que observou ser o crescimento do milho função linear do tempo. A curva do peso de matéria seca da planta é ligeiramente sigmóide e a acumulação do nitrogênio aumenta nos tecidos verdes, para posteriormente sofrer intensa translocação para os grãos, cessando a absorção, aproximadamente, aos três meses de idade da planta, cujo ponto de máximo ocorre no embonecamento (espigas com estilo-estigmas receptivos).

HANWAY (1962) estudando a acumulação progressiva da matéria seca em plantas de milho, verificou que as variações na fertilidade do solo produziram diferentes níveis de acumulação. Notou, no entanto, que as mesmas não influíram notoriamente nas proporções relativas das diferentes partes da planta.

Estudos sobre a duração do período compreendido entre o florescimento até a maturidade fisiológica e a taxa de fertilizante sugerem diferenças entre híbridos de milho, e época de plantio.

Estudos desenvolvidos por Lee¹ citado por TSAI et al. (1984) indicam que altos níveis de fertilizante nitrogenado prolongam e aumentam a taxa de enchimento de grão, quando comparados com baixo suprimento desse elemento.

Todavia, PEASLEE (1977) não verificou efeito do adubo nitrogenado sobre a duração do período de enchimento de grão. Ainda, em outro estudo PEASLEE et al. (1971) observaram que para semeadura de milho mais cedo, as dosagens de fósforo tiveram pouco efeito sobre o período de enchimento de grão, ao contrário do que aconteceu para o plantio mais tardio. Para as duas datas de plantio, as dosagens de potássio foram positivamente correlacionadas com a duração do período de enchimento de grão.

¹ LEE, T.C. The relationship of nitrogen sink and Kernel sink strength on dry matter accumulation in *Lea mays* L. West Lafayette, 1981, 161p. (Ph D. Purdue University).

A resposta do milho à adição crescente de adubo nitrogenado difere consideravelmente. Alguns híbridos experimentais mostraram aumento no teor de proteína e/ou produção de grão, com o aumento na taxa de nitrogênio (WARREN et al., 1980).

BALKO & RUSSELL (1980) relataram que alguns cultivares de milho congênitos não mostraram nenhuma resposta, enquanto que outros apresentaram respostas linear ou quadrática à produção, com o aumento da adubação nitrogenada. Os mesmos autores também observaram que em alguns genótipos de milho, a resposta do adubo nitrogenado foi manifestada através do aumento do número de espiga, comprimento da espiga por planta ou número de grãos. Da mesma forma, KAMPRATH et al. (1982) obtiveram uma correlação linear entre taxa de adubo nitrogenado e número de espiga, em populações híbridas melhoradas, obtidas através da seleção recorrente.

Estudos realizados por TSAI et al. (1984) demonstraram que a produção de grãos em milho é variável entre os cultivares, em função da resposta à adubação nitrogenada. Acrescentam, ainda, que a produção de grão é afetada por vários fatores: a) diferença na taxa e duração de enchimento de grãos; b) na taxa de síntese da zeína e c) diferenças na capacidade dos híbridos em absorver o nitrogênio após a emissão dos estilo-estigmas da espiga.

Os acréscimos observados no rendimento de grãos em função da aplicação do nitrogênio, tem sido atribuído ao melhor desenvolvimento das plantas, expresso pelo incremento da área foliar (MEDEIROS & SILVA, 1975; PEREIRA et al. 1981).

2.3. Período de enchimento de grão

O período compreendido entre a fertilização e a maturidade fisiológica do milho é caracterizado por três fases distintas do desenvolvimento do grão (JOHNSON & TANNER, 1972). A primeira, fase corresponde ao período durante o qual a divisão celular é predominante, segundo REDDY & DAYNARD (1983) e o aumento no peso de matéria seca da semente é mínimo. A segunda, denominada fase linear de enchimento, é o período de rápido incremento do peso da matéria seca devido a conversão de substância solúveis (açúcares para amido, no endosperma). Durante este período mais de 90% da matéria seca do grão já se encontra acumulada (JOHNSON & TANNER, 1972). Durante a terceira fase, a taxa de acumulação do peso da matéria seca declina, culminando com a maturidade fisiológica.

O crescimento do milho para produção de grãos é função da taxa e duração do período de enchimento do grão (JOHNSON & TANNER, 1972 e TOLLENAAR, 1977). O período de enchimento do grão, no milho, inicia-se na antese e continua até a formação da camada negra ou maturidade fisiológica (DAYNARD & DUNCAN, 1969).

DAYNARD & KANNENBERG (1976) estudaram a relação existente entre a produção de grãos do milho e duas medidas do comprimento do

período de enchimento de grãos, ou seja, duração atual do período de enchimento de grão (número de dias de 50% do florescimento até a maturidade fisiológica) e duração do período efetivo de enchimento (peso final do grão dividido pela taxa média de acumulação do peso seco do grão, na metade do período de enchimento de grão). Pelos resultados obtidos, observaram que, geralmente, entre os híbridos estudados um prolongado período de enchimento de grão poderia resultar no aumento da produção.

Segundo JOHNSON & TANNER (1972), a duração do período de enchimento de grão pode ser calculado a partir da produção final acrescido de duas ou três datas de amostragem após o florescimento.

No entanto, SAYRE (1948); HANWAY (1962) e DUNCAN & HATFIELD (1964), relataram que considerável acúmulo de peso da matéria seca do grão é evidenciado, aproximadamente, entre 7 e 14 dias após 50% do florescimento e, o peso seco do grão de milho, obedece essencialmente uma taxa linear de acúmulo ao longo do tempo. Da mesma forma, JOHNSON & TANNER (1972) concluíram que, no mínimo, 90% do peso do grão acumulado linearmente foi iniciado duas semanas e meia após a emergência dos estílo-estigmas.

Um método simples da medição de duração do período de enchimento de grão pode envolver o uso de técnicas baseadas no desenvolvimento da camada negra. DAYNARD & DUNCAN (1969) verificaram que o período de duração de enchimento de grãos pode ser determinado pelo

intervalo de tempo compreendido entre a emergência dos estilo-estigmas até a formação da camada negra.

Dificuldades na identificação da data de maturidade do grão tem sido superado pelo reconhecimento da formação da camada negra na região placentária de sementes de milho, representando uma correta e simples indicação do máximo peso da matéria seca da semente (DAYNARD & DUNCAN, 1969). Assim, em estudo relativo a quatro híbridos até o alcance da maturidade, observou-se que o aparecimento da camada negra ocorreu em três dias ou menos, em relação ao momento exato da detecção do máximo peso da matéria seca da semente.

Da mesma forma, RENCH & SHAW (1971), visando determinar a afinidade entre o desenvolvimento da camada negra na semente, a acumulação de matéria seca e o grau de umidade, concluíram que a máxima acumulação da matéria seca da semente coincidiu com a ocorrência visual de formação da camada negra e, portanto, parece ser um método mais fácil de determinação da maturidade fisiológica, em comparação ao método de determinação de umidade. Observaram também que o teor de água das sementes, declinou significativamente durante o desenvolvimento da camada negra. Ainda, para os mesmos autores, a camada negra, em sementes maduras apresentaram graus de umidade que diferiram estatisticamente entre cultivares e dentro de cultivares semeados em datas diferentes.

Face ao exposto, mostra-se importante conhecer não somente o tempo necessário para cada híbrido de milho alcançar a maturidade fisiológica,

mas também a relação relativa da perda de umidade seguido da completa acumulação da matéria seca.

A medição do pico de acúmulo do peso da matéria seca tem sido extensamente usada como um método para se determinar a data da maturidade fisiológica, correspondente ao estágio 10, definido por Hanway² e, citado por FANCELLI (1986).

SHAW & THOM (1951) determinaram a data da maturidade fisiológica, através da medição de acumulação de matéria seca no grão. Em outro estudo, HANWAY & RUSSELL (1969) registraram que a taxa de acumulação de matéria seca no grão foi relativamente constante entre híbridos avaliados.

JOHNSON & TANNER (1972) verificaram que a produção de grão no milho é função da taxa e duração de acumulação de matéria seca no grão.

Ainda, diferenças substanciais na duração do período de enchimento de grão ocorrem em diferentes híbridos de milho, com e entre maturidade relativa (DAYNARD, et al. 1971; DAYNARD 1972). A duração do período de enchimento de grão, pode ser resultado do florescimento antecipado, da formação retardada da camada negra, ou da combinação dos dois fatores.

Assim, visando estudar a maturidade do grão de milho, foram avaliados três diferentes híbridos por SHAW & THOM (1951), sendo que para os

² . HANWAY, J.J. Growth stages of corn (*Zea mays* L.) Agronomy Journal, Madison, 55: 487-492, 1963.

quatro anos de experimento, a média do período de tempo do surgimento dos estilo-estigmas até a maturidade, para os três cultivares, foram correspondentes a 50, 51 e 52 dias. Os autores verificaram, também, que foi relativamente constante o intervalo de tempo de, aproximadamente, 51 dias para completar este período.

No estudo de duas linhas congênicas de milho e seus híbridos F_1 , HALLAUER & RUSSELL (1962) verificaram que os seus respectivos períodos de enchimento de grão foram relativamente constante, em torno de 60 dias. A umidade do grão na maturidade fisiológica do material estudado variou de 28,8% a 39,8%, enfatizando que o teor de água do grão, isoladamente, não poderia ser considerado como exata indicação da maturidade.

Em contrapartida, HILLSON & PENNY (1965) identificaram diferenças de oito dias ou mais entre os híbridos de milho, com relação à duração do período de enchimento de grão.

Em estudo realizado com milho, destinando-se obter informações a respeito de maturidade fisiológica e sua relação de secagem, GUNN & CHRISTENSEN (1965) constataram que, híbridos precoces alcançaram a maturidade fisiológica em menor número de dias, em comparação aos híbridos tardios, apresentando sementes maduras de mais baixo peso. Os híbridos tardios seriam caracterizados por apresentarem um período mais longo de enchimento de grãos.

HANWAY & RUSSELL (1969) estabeleceram correlação estreita entre a produção e duração do período de enchimento de grão, em favor de alguns híbridos; quando comparado por um ano a uma população estabilizada de plantas. Foi constatada, também, diferença significativa (8 dias ou mais) entre os híbridos avaliados, quanto ao comprimento do período de enchimento de grãos.

CARTER & PONELEIT (1973) evidenciaram grande diferença entre linhagens congênicas de milho, durante o desenvolvimento inicial e no comprimento do período de enchimento do grão. A divergência entre esses resultados é atribuída pela diferença na definição de maturidade.

Em trabalhos mais antigos, a maturidade foi muitas vezes determinada em função do teor de água da espiga, enquanto que em trabalhos mais recentes a maturidade fisiológica é definida como o estágio de máximo peso seco do grão.

Um estudo realizado em Indiana, EUA, mostrou que a duração do período da emergência das plantas até a maturidade fisiológica do grão de milho, teria aumentado nos últimos 30 anos, no período correspondido entre o ano de 1961 até 1980. Entretanto, segundo McGARRAHAN & DALE (1984) o comprimento do período da emergência dos estilo-estigmas até a maturidade fisiológica, teve um aumento de menos de 50 dias antes de 1961 até próximo de 60 dias em 1980 ou menos de 550 MGDD (crescimento modificado pelos graus-dia), antes de 1961 até próximo de 700 MGDD em 1980, referindo-se a quantidade térmica. Durante esse tempo, o melhoramento genético de milho

para resistência a doenças e elevada produção, inconscientemente, pode ter prolongado o período de enchimento de grão.

DAYNARD (1972), estudou no milho, a relação entre umidade de grão e o desenvolvimento da camada negra, bem como o efeito do ambiente sobre o comprimento do intervalo da emergência ao florescimento até a formação da camada negra, calculado em graus-dia. Verificou que o atraso na semeadura resultou na redução do número de dias da emergência até o florescimento e o aumento no número de dias do florescimento até a maturidade. O atraso da semeadura resultou no aumento do número de unidades de calor acumulado do plantio até o florescimento e uma redução nas unidades de calor acumulada do florescimento até a maturidade fisiológica.

A avaliação da duração do ciclo da cultura do milho com base nos dias do calendário, apesar de ser bastante utilizada, tem-se mostrado como um método bastante impreciso.

De acordo com Hanna³, citado por GILMORE & ROGERS (1958), apesar do conjunto de fatores do meio ambiente influir no desenvolvimento da cultura do milho, a temperatura do ar é a variável climática mais importante, estando acentuadamente correlacionada com o desenvolvimento da planta.

A temperatura do ar vem sendo bastante utilizada sob a forma de índices bioclimáticos na caracterização da ocorrência de estádios fenológicos

³ HANNA, W.F. The nature of the growth rate in plants Science Agronomy, 5: 133-138. 1925.

das culturas (GILMORE & ROGERS, 1958). Dentre esses índices, destaca-se o conceito de graus-dia que consiste na somatória da temperatura diária do ar acima de um valor-base, abaixo do qual cessa o desenvolvimento desta cultura. A duração dos estádios fenológicos, avaliada pelo método de graus-dia, tem-se mostrado superior à estimativa baseada nos dias do calendário (COSTA et al., 1986). Isto se explica pelo fato de o crescimento e o desenvolvimento da cultura estarem mais relacionados com a temperatura do ar do que com os dias do calendário.

GUNN & CHRISTENSEN (1965) verificaram a correta eficiência na determinação em graus-dia do período da semeadura até a emergência dos estilo-estigmas em várias localidades e anos. A correlação mostrou-se positiva entre a eficiência em graus-dia para a emergência dos estilo-estigmas e a porcentagem de umidade em todos os estádios de desenvolvimento.

DUNCAN et al. (1965) e RAGLAND et al. (1965), verificaram o efeito da temperatura no desenvolvimento de linhagens e híbridos de milho, sendo o comprimento do período de enchimento de grãos, bem como o número de dias, calculado em termos de unidade de calor e expresso em graus-dia.

DAYNARD et al. (1971); DAYNARD & DUNCAN (1969); HANWAY & RUSSELL (1969); PEASLEE et al. (1971) e CROSBIE & MOCK (1981) mostraram que o período de enchimento de grão no milho está altamente correlacionado com a produção dessa cultura. Deste modo, o aumento na produção de milho mostraria, em parte, uma tendência da longevidade do

período de enchimento, talvez compensado pelo aumento na densidade de plantio e acentuado aumento na taxa de P e K.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Localização

O experimento foi conduzido em área pertencente ao Departamento de Agricultura da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo (ESALQ/USP), no município de Piracicaba, SP.

3.2. Dados Meteorológicos

Os dados meteorológicos, foram fornecidos pelo Posto Agrometeorológico do Departamento de Física e Meteorologia da ESALQ/USP, sendo referentes à precipitação pluvial e às temperaturas máximas e mínimas, ocorridas durante o período experimental, conforme apresentado no apêndice I.

3.3. Cultivares utilizados

Os cultivares de milho utilizados foram XL 380, BR 201 e Pioneer 3072, de diferentes ciclos, ou seja, normal, precoce e superprecoce, respectivamente.

As características de cada cultivar, encontram-se discriminadas na Tabela 1:

Tabela 1. Características dos cultivares de milho avaliados(*).

Nome Comercial	Tipo de híbrido	Ciclo e unidades de calor	Florescimento	Altura das plantas	População (Pl/ha)
XL 380	Híbrido triplo Normal	Normal/915 U.C.	60-65 dias	Média (2,05-2,30 m)	50.000 - 55.000
BR 201	Híbrido duplo	Precoce/855 U.C.	62 dias	2,33 m	40.000 - 60.000
P3072	Híbrido simples modificado	Superprecoce 807 U.C.	55 dias	2,00 m	55.000 - 70.000

(*) Dados fornecidos pelas Empresas produtoras dos híbridos.

3.4. Tratamentos

Foram utilizados para os três cultivares, quatro níveis de N, sendo 0, 50, 100 e 150 kg/ha (N0, N1, N2 e N3) na forma de uréia, totalizando doze tratamentos, conforme visualizados a seguir:

Cultivares/ciclo	Níveis de Nitrogênio			
	0	50	100	150
XL 380 (Normal)	c1N0	c1N1	c1N2	c1N3
BR 201 (Precoce)	c2N0	c2N1	c2N2	c2N3
P 3072 (Superprecoce)	c3N0	c3N1	c3N2	c3N3

3.5. Procedimento experimental e colheita

O experimento foi conduzido em esquema de parcelas subdivididas, obedecendo o delineamento de blocos ao acaso, com três repetições, onde as parcelas foram constituídas pelos cultivares e as subparcelas pelos níveis de nitrogênio (cultivar = c1, c2 e c3; nível = N0, N1, N2 e N3).

Cada parcela foi constituída de quatro linhas de 6 m de comprimento, espaçadas entre si de 0,90 m, apresentando 5 plantas por metro linear de sulco, obtidas após desbaste, sendo consideradas úteis apenas as duas linhas centrais.

Os resultados da análise química do solo, classificado como Terra Roxa estruturada eutrófica relativo ao local de instalação do experimento são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Resultados da análise química do solo

pH CaCl ₂	Matéria Orgânica %	P resina ppm	K	Ca	Mg	H+Al	S	T	V %
meq/100 cm ³									
5,4	2,8	46	0,63	8,5	2,6	3,8	11,7	15,5	75

As quantidades de uréia ministradas bem como o esquema de fracionamento utilizado, encontram-se descritos na Tabela 3.

Tabela 3. Esquema de adubação nitrogenada empregada no experimento de milho safrinha. Piracicaba, SP.

Nível de Nitrogênio	Kg/ha de N	Semeadura	1ª Cobertura (35 DAE)	2ª Cobertura (49 DAE)
N0	0	0	0	0
N1	50	20	15	15
N2	100	20	40	40
N3	150	20	65	65

DAE: Dias Após Emergência

Em todos os tratamentos foram aplicados, 100 kg/ha de P₂O₅ e 75 kg/ha de K₂O, sob as formas de superfosfato simples e cloreto de potássio, respectivamente. Cumpre ressaltar que o adubo potássico foi parcelado (50 kg/ha na semeadura e 25 kg/ha em cobertura, 35 dias após a emergência das plantas), ao passo que o fósforo foi totalmente fornecido por ocasião da

semeadura. Salienta-se que as adubações de fundação e cobertura foram realizadas manualmente.

A semeadura foi efetuada no dia 13 de janeiro de 1993, sendo o desbaste efetuado 21 dias após a emergência, deixando-se o número desejado de plantas em cada unidade experimental, ou seja, 5 plantas/m. O controle de plantas daninhas foi efetuado com o herbicida 2,4-D, na dosagem de 0,8 l/ha, mediante pulverizador de barra acoplado em trator, 28 dias após a emergência das plantas.

Foram realizadas 9 (nove) amostragens, efetuadas durante o período de enchimento de grãos, através das quais foi determinada a taxa de acúmulo de matéria seca. Para tanto foram coletadas as espigas de duas plantas por subparcelas, colhidas das duas fileiras centrais (uma por fileira), em intervalos de 7 dias, durante oito semanas consecutivas. Foram colhidas 18 plantas da área útil e as demais foram utilizadas na determinação da produção final.

A colheita foi realizada no dia 16 de junho de 1993, para determinação da produção final, coletando todas as espigas presentes na área útil para produção de grãos das parcelas.

3.6. Caracteres Avaliados

Para fins de avaliação, os caracteres estudados foram divididos em dois grupos:

3.6.1. Caracteres agronômicos

Foram considerados como caracteres agronômicos aqueles avaliados desde a emergência até a colheita, ou seja;

a) Altura da planta (cm)

O referido componente consistiu na média aritmética simples das alturas de três plantas avaliadas em cada, subparcela; considerando-se a distância da superfície do solo à curvatura da folha bandeira, quando as plantas já haviam emitido o pendão (MAGALHÃES et al., 1993).

b) Índice de área foliar

Inicialmente a área foliar total da planta foi determinada através do cálculo da superfície da área foliar mediante o uso da seguinte expressão matemática: comprimento foliar x largura máxima x 0,75, conforme proposto por FRANCIS et al. (1969). O cálculo do IAF foi obtido pelo valor do

quociente da área foliar total da planta pela área do terreno disponível para a planta, ou seja:

$$IAF = AF/S, (\text{cm}^2 \text{ área foliar}/\text{cm}^2 \text{ área terreno})$$

c) Graus-dia ou somatória calórica

Para obtenção das unidades de calor ou graus-dia, foi utilizada a seguinte fórmula:

$$GD = \sum \{(T_{\min} + T_{\max})/2\} - T_{\text{base}} \text{ onde,}$$

$$T_{\min} \geq 10^{\circ}\text{C}$$

$$T_{\max} \leq 30^{\circ}\text{C}$$

$$T_{\text{base}} = 10$$

Os períodos avaliados foram: da emergência ao início do período de enchimento de grãos (Fase 1) e (Fase 2) período de enchimento de grãos (50% de florescimento até maturidade fisiológica).

3.6.2. Componentes da produção

Dentro dessas variáveis foram englobados todos os caracteres avaliados após a colheita.

a) Número de espigas por planta

No momento da colheita determinou-se o número de plantas estéreis e aquelas apresentando uma ou mais espigas. Assim, obteve-se o número de espigas por planta, dividindo-se o número de espigas colhidas pelo total de plantas presentes na área útil da parcela.

b) Comprimento da espiga (cm)

Todas as espigas colhidas foram conduzidas ao laboratório, onde foi determinado o comprimento das mesmas mediante amostra composta por dez espigas coletadas ao acaso, por subparcela.

c) Peso de espiga

Após a colheita manual, todas as espigas foram pesadas com palha, sendo os valores transformados em kg/ha.

d) Produção de grãos

Foi obtida de plantas colhidas nas duas fileiras centrais de cada subparcela. Ainda, após a debulha manual de todas as espigas, uma amostra de grãos foi separada para a determinação do grau de umidade no aparelho de marca STEINLITE, possibilitando a correção do peso de grãos para 14% de água. Assim, após a determinação do teor de água, foi efetuada a correção dos valores de produção, em kg/ha.

e) Acúmulo de matéria seca dos grãos

Quando 50% das plantas encontraram-se na fase de florescimento foram iniciadas as amostragens de plantas. Para tal determinação, espigas de duas plantas por subparcela foram colhidas e cada grupo de espigas foi individualizada em suas partes (palha + sabugo + grão) e encaminhadas ao laboratório. O material recebeu o tratamento necessário para análises dessa natureza, sendo colocado para secar em estufa a 70°C até obtenção do peso constante. Após o resfriamento do material, procedeu-se sua pesagem.

No total, foram coletadas nove amostras, a partir de 75 dias após a emergência (DAE), até todos os tratamentos atingirem 50% de formação da camada negra; o que foi evidenciado, aos 130, 123 e 111 DAE, para os cultivares c1 = XL 380, c2 = BR 201 e c3 = P 3072, respectivamente.

3.7. Análise estatística

Os dados observados foram submetidos à análise de variância pelo teste F, sendo as diferenças de médias entre tratamentos comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. Ainda, salienta-se que os dados obtidos para número de espigas por planta, foram transformados para $\text{arc sen } \sqrt{x/100}$.

Para as características estudadas foi efetuada a análise estatística fundamentada no esquema de variância apresentado a seguir:

Causas de variação	Grau de Liberdade
Blocos	2
Cultivares	2
Resíduo (A)	4
Parcelas	8
Doses N	3
C x D	6
Resíduo (B)	18
Total	35

4. RESULTADOS

4.1. Avaliações de campo

4.1.1. Altura de planta

A análise de variância dos dados altura de planta (ALT), revelou valor de F significativo ($P < 0,01$) para os cultivares e doses de nitrogênio; entretanto não foi significativo para a interação cultivar x doses (0,38; $P > 0,05$), conforme observado na tabela 5.

Pode-se observar na tabela 6, que a maior altura foi verificada no cultivar de ciclo normal (média de 197 cm), enquanto que a menor altura foi observado no cultivar precoce (média de 178 cm).

Com relação as doses de nitrogênio, constatou-se que o valor de F foi significativo, pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). Pelas médias, verificou-se

que a menor altura ficou com a dose 0 (173 cm), não diferindo das doses 50 e 100 kg/ha de N com 185 e 190 cm, respectivamente. A maior altura foi obtida para a dose 150 kg/ha de N, (197 cm), conforme visualizado na tabela 7.

O comportamento da altura de planta em função do acréscimo de nitrogênio ao solo, pode ser evidenciado na figura 1. Verifica-se que a altura aumenta com as doses crescentes de nitrogênio e que o cultivar de ciclo normal comportou-se melhor em todas as doses de N aplicadas ao solo.

4.1.2. Índice de área foliar

A análise dos dados referente ao índice de área foliar (IAF), apresentou valor de F significativo ($P < 0,01$), para os fatores cultivares e doses de nitrogênio, contudo não foi constatado significância na interação cultivar x doses, conforme observado na tabela 5.

As médias dos cultivares, através do teste de Tukey ($P < 0,05$), mostraram diferenças significativas entre si. Verificou-se na tabela 6 que o IAF do cultivar de ciclo normal, apresentou o maior valor, em relação ao menor valor apresentado pelo cultivar superprecoce. Porém não se constatou efeito significativo para o cultivar precoce.

Pela análise da tabela 7, observou-se que o valor do F, foi significativo, indicando que as doses de nitrogênio, influíram no IAF das plantas. Pelas médias, verificou-se que a dose de 150 kg/ha de N, apresentou valor

médio do IAF (3,23) superior a dose zero (2,31), entretanto não houve diferença significativa entre 50 e 100 kg/ha de N.

O comportamento do IAF em função do acréscimo de N ao solo, pode ser observado na figura 2. Evidenciou-se uma tendência do IAF aumentar com o acréscimo do N ao solo, e que o cultivar de ciclo normal, comportou-se melhor em todas as doses de N, adicionado ao solo.

4.1.3. Graus-dia

O número de graus-dia durante o período entre a emergência e o florescimento variou com a época de semeadura considerada "safrinha" e entre os cultivares, tendo sido obtidos 892, 838 e 812, respectivamente para os cultivares XL 380, BR 201 e P 3072. (Tabela 4).

Tabela 4. Graus-dia, para os três cultivares de milho de diferentes ciclos.

Piracicaba, SP. 1993.

Cultivares	Emergência ao florescimento	Florescimento à maturidade fisiológica
XL 380	891,8	775,1
BR 201	838,4	771,3
P 3072	812,0	752,6

4.2. Componentes da produção

4.2.1. Número de espigas por planta

A análise de variância, para o componente número de espigas por planta (NES), apresentou valor do F (8,42) significativo ($P < 0,01$) apenas para o fator doses de nitrogênio. Com relação ao fator cultivares, verificou-se que não foi significativo ($P > 0,05$), indicando a sua não influência neste parâmetro. Os dados da interação cultivar x doses, pelo teste F (0,37) revelou não apresentar diferenças significativas ($P > 0,05$), conforme observado na tabela 5.

Analisando as médias destes materiais (tabela 6), observou-se que o cultivar precoce, apresentou de modo geral, valor superior, quando comparado aos demais cultivares.

Pode-se constatar na tabela 7, que o valor de F foi significativo, com relação as doses de nitrogênio. Pelas médias, o maior número de espigas encontrado, foi relacionado a dose de 150 kg/ha de N (NES = 1,8889), não diferindo das doses 50 e 100 kg/ha de N, avaliado pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

O efeito de cultivares e doses de nitrogênio sobre o NES, pode ser evidenciado na figura 3. O NES aumentou com os acréscimos nas

doses de nitrogênio e o cultivar precoce, comportou-se melhor em todas as doses de N adicionado ao solo.

4.2.2. Comprimento da espiga

A análise de variância, referente ao comprimento da espiga (CES), revelou valor de F significativo ($P < 0,01$) para os cultivares e doses de nitrogênio. Com relação a interação cultivar x doses, verificou-se que não foram significativos, conforme observado na tabela 5.

Entre os híbridos (tabela 6), observou-se que houve diferença significativa, através do teste de Tukey ($P < 0,05$), com o valor médio alcançado pelos cultivares normal (16,65 cm) e precoce (16,58 cm) superior ao do cultivar superprecoce (15,28 cm).

Pela análise da tabela 7, constatou-se que as doses 100 e 150 kg/ha de N, apresentaram valor médio superiores (16,68 cm e 17,04 cm) as demais, pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Analisando o comportamento da variável (CES), verifica-se que existe uma tendência da mesma, aumentar com o acréscimo de nitrogênio ao solo, conforme representação gráfica da curva apresentando na Figura 4. O cultivar de ciclo normal, comportou-se melhor em todas as doses de N aplicado ao solo.

4.2.3. Peso de espiga

Os dados correspondentes ao peso de espiga (PES), submetidos à análise de variância, mostraram que o valor de F (137,38) foi estatisticamente significativo ($P < 0,01$) para todos os cultivares, o mesmo não ocorrendo para as doses de nitrogênio que apresentaram valor F de 2,92 ($P > 0,05$). Os dados da interação cultivar x doses, pelo Teste F, revelaram não existir diferenças significativas, conforme observado na tabela 5.

As medias dos cultivares (tabela 6), através do teste de Tukey, mostraram diferenças significativas entre si para $P < 0,05$. Assim o PES foi maior para o cultivar precoce obtendo-se produção de 11.551 kg/ha, enquanto que o menor foi verificado para a produção do cultivar superprecoce, ou seja, 4.292 kg/ha.

Analisando as médias das diferentes doses de nitrogênio, verificou-se que a dose 150 kg/ha de N apresentou de modo geral, valor superior, quando comparado com as demais doses, conforme evidenciando na tabela 7.

A representação gráfica da equação de regressão que expressa os efeitos de cultivares e de doses de nitrogênio sobre o PES, pode ser observado na figura 5. O cultivar precoce, comportou-se melhor em todas as doses de N, existindo tendência do PES aumentar com doses crescentes de nitrogênio adicionado ao solo.

4.2.4. Produção de grãos

Estudando o comportamento da variável produção de grão (PG), verificou-se pela análise de variância (tabela 5), que o valor de F (75,78) foi estatisticamente significativo ($P < 0,01$) para os cultivares, o mesmo não ocorrendo para as doses de nitrogênio apresentando valor de F de 2,89 ($P > 0,05$). Para a produção foi verificado também que não existiu interação entre cultivar x doses ($F = 0,87$; $P > 0,05$).

Através do teste de Tukey, constatou-se efeito significativo entre os cultivares. Pode-se verificar na tabela 6, que a produção de grãos foi maior para o cultivar precoce, (6.275 kg/ha), enquanto que o menor rendimento foi verificado no cultivar superprecoce, (2.872 kg/ha)

Pela análise da tabela 7, verificou-se que o valor de F (2,89) não foi significativo, com relação as doses de nitrogênio. Analisando as médias destes materiais, observou-se que a dose 150 kg/ha de N apresentou, de modo geral, valor superior, quando comparado com as demais.

O comportamento da PG, em função do acréscimo de nitrogênio ao solo, pode ser observado na Figura 6. Constatou-se a existência da nítida tendência de aumento da produção com doses crescentes de nitrogênio ao solo, e que o cultivar precoce, comportou-se melhor em todas as doses de N avaliadas.

4.2.5. Acúmulo de matéria seca dos grãos

Os valores referentes ao peso de matéria seca dos grãos (média de seis plantas) encontram-se apresentados na tabela 8.

A análise de regressão mostrou que o acúmulo de matéria seca dos grãos é melhor representado por equações lineares ou quadrática. A representação gráfica das curvas e as equações correspondentes para cada cultivar e níveis de nitrogênio, encontram-se nas figuras 7, 8 e 9.

Variação nas doses de nitrogênio, resultou em diferentes níveis de acumulação de matéria seca do grão; observando-se que os maiores índices de acúmulos de matéria seca dos grãos, foram correlacionados as maiores doses de nitrogênio, para os três cultivares de diferentes ciclos.(Figuras 7, 8 e 9). Para efeito de melhor visualização do acúmulo de matéria seca do grão foram utilizados gráficos de colunas, conforme verificado nos apêndices III, IV e V.

Verificou-se na Tabela 8, que na dose 150 kg/ha de N, o ponto de máximo acúmulo de matéria seca do grão foi obtido 130 DAE (683,22 g/m²) no cultivar de ciclo normal, 116 DAE (758,72 g/m²) no cultivar precoce e 109 DAE (387,5 g/m²) no cultivar superprecoce, correspondente ao ponto de maturidade fisiológica.

A duração do período de enchimento de grão (PEG), foi calculado a partir do número de dias relacionado a ocorrência de 50% do florescimento das plantas presentes na área até a maturidade fisiológica (DAYNARD & KANNENBERG, 1976). Entretanto nas condições do experimento, não se verificou diferenças significativas para formação da camada negra (50% dos grãos) em função dos diferentes níveis de nitrogênio estudados.

Assim, o número de dias obtido entre o florescimento e o aparecimento da camada negra na maioria dos grãos das espigas foram 65, 62 e 54 dias, respectivamente para os cultivares XL 380, BR 201 e P 3072.

Tabela 5. Análise de variância (quadrado médio) dos resultados, referentes aos parâmetros avaliados, de três cultivares de milho de diferentes ciclos vegetativos (c1 = normal, c2 = precoce e c3 = superprecoce) em quatro níveis de nitrogênio (N0 = 0 kg/ha, N1 = 50 kg/ha, N2 = 100 kg/ha e N3 = 150 kg/ha), média de três repetições. Piracicaba, SP, 1993.

QUADRADO MÉDIO (Q.M)							
C.V.	G.L	ALT	IAF	NES ⁽¹⁾	CES	PES	PG
Blocos	2	18,7778	0,1190111	0,0003336	0,126944	3003748	618030
Cultivares	2	1186,0278**	1,3267861**	0,000477 NS	7,124444**	158119298**	35350648**
Resíduo(A)	4	374,9444	0,7407736	0,0001906	1,686111	2203440	302164
Parcelas	8						
Doses N	3	857,6574**	1,4084259**	0,0025418**	8,016667**	3360789NS	1346231NS
C x D	6	59,1019NS	0,0563120NS	0,0001112NS	0,828889NS	328015NS	405177NS
Resíduo(B)	18	157,2593	0,160831	0,0003018	0,985648	1150974	466494
Total	35						
X		186,81	2,7494	1,44	16,17	7962,1	4443,0
CV%(A)		5,97	18,07	8,47	4,68	10,76	7,14
CV%(B)		6,71		14,67	6,14	13,47	15,37

NS Não significativo

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade ($P < 0,05$) para o teste F

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade ($P < 0,01$) para o Teste F

(1) Valores transformados em $\arcsin \sqrt{x/100}$

Parâmetros avaliados (ALT = altura de planta; IAF = índice de área foliar; NES = número de espigas por planta; CES = comprimento da espiga; PES = peso de espiga; PG = produção de grão).

Tabela 6. Médias referentes às características estudadas, obtidas para os três cultivares de milho de diferentes ciclos (c1 = normal, c2 = precoce e c3 = superprecoce). Piracicaba, SP, 1993.

Cultivares	ALT (cm)	IAF	NES(1)	CES (cm)	PES Kg/ha	PG Kg/ha
XL 380	197,750a	3,0583a	1,4167a	16,6500a	8042,5b	4181,7b
BR 201	178,333b	2,7925ab	1,5000a	16,5833a	11551,2a	6275,0a
P 3072	184,333ab	2,3875b	1,4167a	15,2833b	4292,6c	2872,3c
x	186,81	2,7494	1,44	16,172	7962,1	4443,0
CV	6,71	14,58	14,67	6,14	13,47	15,37
F	2,56*	3,81**	1,91*	3,00**	17,54**	10,04**

Valores com a mesma letra em cada coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade ($P < 0,05$) para o teste de Tukey.

NS Não significativo

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade ($P < 0,05$) para o teste F.

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade ($P < 0,01$) para o teste F.

(1) Valores transformados em $\arcsen \sqrt{x/100}$.

Tabela 7. Médias referentes às características estudadas, obtidas para os níveis de nitrogênio (N0 = 0 kg/ha de N; N1 = 50 kg/ha de N; N2 = 100 kg/ha de N e N3 = 150 kg/ha de N). Piracicaba, SP, 1993.

Doses de N	ALT (cm)	IAF	NES(1)	CES (cm)	PES Kg/ha	PG Kg/ha
0	173,889b	2,3189c	1,0000c	14,8889b	7172,4a	3906,3a
50	185,778ab	2,5633bc	1,2222bc	16,0778ab	7846,2a	4437,4a
100	190,556ab	2,8856ab	1,6667ab	16,6778a	8223,3a	4631,1a
150	197,000a	3,2300a	1,8889a	17,0444a	8606,3a	4797,0a
x	186,81	2,7494	1,44	16,172	7962,1	4443,0
CV	6,71	14,58	14,67	6,14	13,47	15,37
F	2,56*	3,81**	1,91*	3,00**	17,54**	10,04**

Valores com a mesma letra em cada coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade ($P < 0,05$) para o teste de Tukey.

NS Não significativo

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade ($P < 0,05$) para o teste F

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade ($P < 0,01$) para o teste F

(1) Valores transformados em $\arcsen \sqrt{x/100}$.

Tabela 8 - Variação da matéria seca dos grãos (média de seis plantas), em g/m², de cultivares de milho de diferentes ciclos e quatro níveis de nitrogênio. Piracicaba, SP, 1993.

Tratamento	DIAS APÓS A EMERGÊNCIA											
	75	81	88	94	102	109	116	123	130			
C1N0	10,30	42,53	89,86	242,22	287,22	369,69	441,41	428,11	397,20			
C1N1	14,16	58,27	150,47	311,52	313,88	399,41	492,36	522,66	446,52			
C1N2	19,0	69,97	223,08	317,22	363,55	427,97	494,80	572,66	558,33			
C1N3	22,25	72,69	223,19	276,38	478,69	470,33	653,88	675,91	683,22			
C2N0	17,86	77,61	241,44	244,72	366,47	419,94	410,69	423,22	-			
C2N1	33,61	103,5	258,61	299,72	396,11	550,0	534,69	514,16	-			
C2N2	66,25	89,02	290,69	289,44	406,94	573,11	705,71	693,05	-			
C2N3	59,22	101,66	324,91	459,72	507,22	586,8	758,72	735,44	-			
C3N0	18,11	71,47	141,94	161,38	174,91	220,75	-	-	-			
C3N1	24,5	65,25	164,63	179,44	235,27	237,65	-	-	-			
C3N2	29,11	73,55	194,72	260,83	292,22	293,55	-	-	-			
C3N3	77,36	93,97	313,69	341,69	345,72	387,5	-	-	-			

C = Cultivares (c1 = XL380; c2 = BR201 e c3 = P3072)

N = Doses de nitrogênio (N0 = 0 kg/ha; N1 = 50 kg/ha; N2 = 100 Kg/ha e N3 = 150 Kg/ha)

Figura 1. Representação gráfica da equação de regressão que expressa os efeitos de cultivares e doses de nitrogênio sobre a altura.

Figura 2. Representação gráfica da equação de regressão que expressa os efeitos de cultivares e doses de nitrogênio sobre índice de área foliar

Figura 3. Representação gráfica da equação de regressão que expressa os efeitos de cultivares e doses de nitrogênio sobre o número médio de espiga por planta

Figura 4. Representação gráfica da equação de regressão que expressa os efeitos de cultivares e doses de nitrogênio sobre o comprimento da espiga

Figura 5. Representação gráfica da equação de regressão que expressa os efeitos de cultivares e doses de nitrogênio sobre o peso da espiga.

Figura 6. Representação gráfica da equação de regressão que expressa os efeitos de cultivares e doses de nitrogênio sobre a produção

Figura 7. Acúmulo da matéria seca do grão em cultivar de milho de ciclo normal (cl = XL 380) e quatro níveis de nitrogênio. Piracicaba, SP, 1993.

Figura 8. Acúmulo da matéria seca do grão em cultivar de milho de ciclo precoce (c2 = BR 201) e quatro níveis de nitrogênio. Piracicaba, SP. 1993.

Figura 9. Acúmulo da matéria seca do grão em cultivar de milho de ciclo superprecoce (c3 = P 3072) e quatro níveis de nitrogênio. Piracicaba, SP. 1993.

5. DISCUSSÃO

Para efeito de discussão, os parâmetros serão apresentados em dois grupos, ou seja, aqueles relacionados ao crescimento de plantas e outros relativos à produção.

5.1. Crescimento de plantas

5.1.1. Altura de plantas

Pelas médias dos cultivares, verificou-se quanto a altura das plantas, que os maiores incrementos no desenvolvimento deste parâmetro, foram observados, no tratamento correspondente a maior dose de nitrogênio.

O comportamento diferencial entre os cultivares, quanto a resposta ao nitrogênio, pode ser atribuído, em parte pela época de aplicação

deste nutriente, a qual foi coincidente com menor disponibilidade de água, sobretudo no que concerne à segunda aplicação (Apêndice I).

Constatou-se que, mesmo nas doses mais altas, os valores médios obtidos para altura da planta foram inferiores aos que têm sido apresentados pelos híbridos XL 380, BR 201 e P3072. No entanto, apesar das condições climáticas não muito favoráveis, observou-se satisfatório crescimento das plantas, tendo em vista que os híbridos apresentaram uma altura média de 1,87 m; com exceção feita ao cultivar superprecoce.

5.1.2. Índice de área foliar (IAF)

As observações referentes a este parâmetro, foram realizadas no período de florescimento de cada cultivar, no qual o IAF é considerado máximo, segundo (TOLLENAAR, 1977).

Para o índice de área foliar, o cultivar de ciclo normal (c1) apresentou melhor resposta (3,05), seguido dos cultivares precoce e superprecoce com 2,79 e 2,39, respectivamente. O baixo valor verificado da área foliar, provavelmente, foi devido, ao cultivo do milho em época apresentando condições adversas, ou seja, época designada de “safrinha”, objeto de estudo do presente experimento. Tal fato corrobora as afirmações emitidas por DURÃES (1993) o qual verificou semelhante comportamento entre os híbridos estudados.

Ainda, o incremento dos níveis de nitrogênio propiciou o aumento do índice de área foliar, ratificando os resultados obtidos por PEREIRA et al. (1981). Esses autores evidenciaram, que a incorporação de nitrogênio ao solo, determinou melhor desenvolvimento das plantas, refletindo significativamente no aumento do IAF.

5.1.3. Somatória calórica

Nas condições adversas em que o milho foi semeado, verificou-se redução do número das unidades de calor, da emergência até o florescimento; valores estes inferiores aos que tem sido apresentados para os cultivares XL380, BR201, ou seja, 915 e 855 U.C., respectivamente. Contudo, ligeiro aumento no acúmulo de unidades de calor foi verificada para o P3072, que apresentou 812 U.C., nas condições do experimento. Tal comportamento foi verificado por DAYNARD (1972) examinando o efeito do ambiente sobre o comprimento do intervalo da emergência e florescimento até a formação da camada negra, calculado em graus-dia. Esse mesmo autor, constatou que o atraso da semeadura resultou no aumento do número da unidade de calor acumulado da semeadura até o florescimento e uma redução na unidade de calor acumulada do florescimento até a maturidade fisiológica.

5.2. Componentes da produção

A produção de grãos aumentou em função das doses crescentes de nitrogênio, o que confirma os resultados obtidos por WARREN et al (1980), BALKO & RUSSELL (1980) e TSAI et al. (1984), que verificaram o incremento na produção de grãos em decorrência do acréscimo nas doses de nitrogênio.

Assim, estando o peso de espiga, relacionado diretamente com a produção de grãos, verificou-se que as maiores produções de espigas e de grãos, foram obtidas nas parcelas com maior quantidade de nitrogênio aplicada (150 kg/ha de N), nos três cultivares avaliados.

Entre os cultivares, o de ciclo precoce (c2) produziu maior rendimento de grãos, que o superprecoce (c3) ocupando posição intermediária, o cultivar de ciclo normal (c1). Estes resultados apresentam concordância com os obtidos no ensaio realizado por DURÃES (1993), em condições semelhantes de clima e solo. Da mesma forma, corroboram as observações de GERAGE & BIANCO (1987), os quais relataram que os germoplasmas tidos como superprecoce, devem ser evitados no cultivo do milho na época da "safrinha".

Analisando a variável doses de N, verificou-se que a mesma não diferiu estatisticamente, devido ao período desfavorável ao uso da adubação nitrogenada, apresentando a disponibilidade de água como fator limitante. Assim,

evidencia-se no apêndice II que o peso de grãos, no nível 3 de nitrogênio (150 kg/ha) foram piores para os cultivares tardio e superprecoce, quando comparado com o nível 0 de nitrogênio para o cultivar precoce, mostrando-se que na época de safrinha a interação genótipo-ambiente assume acentuada importância.

Com relação ao número de espigas por planta, em todas as doses de nitrogênio, o cultivar precoce (c2), mostrou-se mais prolífero e, portanto, mais tolerante às condições adversas de semeadura, principalmente estresse hídrico, alta temperatura e ocorrência de pragas e doenças. Na ausência de nitrogênio em cobertura, os cultivares que apresentaram maior exigência por esse nutriente resultaram em menor número de espigas por planta, sendo menor para o cultivar superprecoce (c3) e, intermediário, para o cultivar de ciclo normal (c1).

Quanto ao parâmetro comprimento da espiga (CES), os cultivares de ciclo normal (c1) e precoce (c2), apresentaram maior tamanho de espiga, em função do aumento das doses de nitrogênio aplicadas. Todavia, o maior incremento absoluto ocorreu no intervalo de 0 a 50 kg/ha de nitrogênio.

Os maiores índices de rendimento proporcionado pelo uso do nitrogênio pode ser, também, reflexo do efeito deste nutriente sobre o aumento do comprimento da espigas e do número de espigas por plantas, conforme relatado por BALKO & RUSSELL (1980) e KAMPRATH et al. (1982).

5.2.1. Acúmulo de matéria seca dos grãos

Para obtenção da duração do período de enchimento de grãos, procurou-se confrontar com os resultados obtidos por DAYNARD et al. (1971) o qual considerou o período de formação do grão, começando entre 7 e 14 dias aproximadamente, após o florescimento. A determinação da formação da camada negra, foi obtida mediante observações periódicas, nos 40 dias após o florescimento, destacando-se grãos da parte mediana da espiga, conforme metodologia descrita por KOLLER (1972).

Ao se comparar o número de dias entre o florescimento e a formação da camada negra, verificou-se relativa constância, mesmo entre cultivares distintos, confirmando as afirmações de FANCELLI (1986).

Todavia, na literatura estrangeira, diversos trabalhos mostraram que genótipos de milho diferiram na duração da fase reprodutiva, sendo obtidos por alguns pesquisadores os seguintes períodos: 54 a 64 dias, HALLAUER & RUSSELL (1962); 53 a 61 dias, HILLSON & PENNY (1965) e 49,2 a 62,6 dias, DAYNARD & DUNCAN (1969).

Assim, analisando o comportamento das respostas a doses de nitrogênio, constatou-se uma tendência do peso da matéria seca do grão aumentar, com o acréscimo do nitrogênio ao solo. Esse incremento foi mais marcante no cultivar de ciclo precoce (c2), sendo menor no cultivar superprecoce

(c3) e, intermediário, no cultivar normal (c1). Esta resposta da aplicação do nitrogênio, provavelmente ocorreu devido ao parcelamento da adubação nitrogenada em cobertura.

6. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos permitiram concluir que:

- a) Para a semeadura do milho na época de “safrinha”, a interação genótipo-ambiente, assume acentuada importância.
- b) Na “safrinha”, híbridos que apresentam longo período de enchimento de grãos e acúmulo uniforme de matéria seca no período, proporcionam melhor rendimento e produção.
- c) A adubação nitrogenada em cobertura, em condições de “safrinha” não resulta em substancial acréscimo no índice de área foliar e no rendimento dos híbridos estudados, sobretudo para o cultivar superprecoce.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BALKO, L.G. & RUSSELL, W.A. Response of maize inbred lines to N fertilizer. **Agronomy Journal**, Madison, **72**:723-8, Sept./Oct. 1980.

CARTER, M.W. & PONELEIT, C.G. Black layer maturity and filling period variation among inbred lines of corn (*Zea mays* L). **Crop Science**, Madison, **13**:436-9, July/Aug. 1973.

COSTA, J.M.N. da; ANTUNES, F.Z.; SANTANA, D.P. Zoneamento agroclimático e planejamento agrícola. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, **12**(138):14-7, jun. 1986.

CROSBIE & MOCK, J.J. Changes in physiological traits associated with grain yield improvement in three maize breeding programs. **Crop Science**, Madison, 21:255-8, 1981.

DAYNARD, T.B. Relationships among black layer formation, grain moisture percentage, and heat unit accumulation in corn. **Agronomy Journal**, Madison, 64:716-9, Nov/Dec. 1972.

DAYNARD, T.B. & DUNCAN, W.G. The black layer and grain maturity in corn. **Crop Science**, Madison, 9:473-6, July/Aug. 1969.

DAYNARD, T.B. & KANNENBERG, L.W. Relationships between length of the actual and effective grain filling periods and the grain yield of corn. **Canadian Journal of Plant Science**, Ottawa, 56: 237-42, Apr. 1976.

DAYNARD, T.B.; TANNER, J.W.; DUNCAN, W.G. Duration of the grain filling period and its relations to grain yield in corn *Zea mays* L. **Crop Science**, Madison, 11:45-8, Jan./Feb. 1971.

DUARTE, A.P.; ALLIPRANDINI, L.F.; SAWAZAKI, E.; KANTHACK, R.A.D.

Avaliação de cultivares de milho "safrinha" no vale Paranapanema. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 20., Goiânia, 1994.

Resumos. Goiânia, Associação de Milho e Sorgo, 1994. p.91.

DUNCAN, W.G. & HATFIELD, A.L. A method for measuring the daily growth of corn kernels. **Crop Science**, Madison, 4:550-1, 1964.

DUNCAN, W.G.; HATFIELD, A.L.; RAGLAND, J.L. The growth and yield of corn. II. Daily growth of corn kernels. **Agronomy Journal**, Madison, 57:221-3, 1965.

DURÃES, F.O.M. Fatores ecofisiológicos afetando o comportamento de milho em semeadura tardia (safrinha) no Brasil Central. Piracicaba, 1993. 91p. (Doutorado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).

ESTEVES, A.; PEREIRA, E.B.C.; RUSCHEL, R. Avaliação de características agrônomicas em cultivares de milho (*Zea Mays*) introduzidas, no plantio de safrinha. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 20., Goiânia, 1994. **Resumos.** Goiânia, Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 1994. p.36.

FANCELLI, A.L. & LIMA, U.A. **Milho**; produção, pré-processamento e transformação agroindustrial. São Paulo, Secretaria da Indústria, Comércio, Ciência e Tecnologia, 1986. 112p. (Extensão Agroindustrial, 5).

FRANCIS, C.A.; RUTGER, J.N.; PALMER, A.F.E. A rapid method for plant leaf area estimation in maize (*Zea Mays* L.). **Crop Science** , Madison, 9:537-9, 1969.

GILMORE, E.C. & ROGERS, J.S. Heat units as a method of measuring maturity in corn. **Agronomy Journal**, Madison, 50:611-5, 1958.

GUNN, R.B. & CHRISTENSEN, R. Maturity relationships among early to late hybrids of corn (*Zea mays* L.). **Crop Science**, Madison, 5:299-302, 1965.

HALLAUER, A.R. & RUSSELL, W.A. Estimates of maturity and its inheritance in maize. **Crop Science**, Madison, 2:289-94, 1962.

HANWAY, J.J. Corn growth and composition in relation to soil fertility: I. Growth of different plant parts and relation between leaf weight and grain yield. **Agronomy Journal**, Madison, 54:145-8, 1962.

HANWAY, J.J. & RUSSELL, W.A. Dry-matter accumulation in corn (*Zea mays* L.) plants: comparisons among single-cross hybrids. **Agronomy Journal**, Madison, **61**: 947-51, Nov./Dec. 1969.

HILLSON, M.T. & PENNY, L.H. Dry matter accumulation and moisture loss during maturation of corn grain. **Agronomy Journal**, Madison, **57**:150-3, 1965.

JOHNSON, D.R. & TANNER, J.W. Calculation of the rate and duration of grain filling in corn (*Zea mays* L.). **Crop Science**, Madison, **12**:485-6, July/Aug. 1972.

KAMPRATH, E.J.; MOLL, R.H.; RODRIGUEZ, N. Effects of nitrogen fertilization and recurrent selection on performance of hybrid populations of corn. **Agronomy Journal**, Madison, **74**:955-8, 1982.

KOLLER, O.L. Maturação fisiológica e variações de matéria seca e umidade, durante o período de formação dos grãos, em seis cultivares de milho. Porto Alegre, 1972. 138p. (Mestrado - Faculdade de Agronomia/Universidade Federal do Rio Grande do Sul).

MAGALHÃES, P.C.; RESENDE, M.; OLIVEIRA, A.C. de; DURÃES, F.O.M.; SANS, L.M.A. Caracterização da planta de milho. In: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo. **Relatório técnico anual 1992-1993**. Sete Lagoas, 1994. p.156-7.

McGARRAHAN, J.P. & DALE, R.F. A trend toward a longer grain filling period for corn: A case study in Indiana. **Agronomy Journal**, Madison, 76:518-22, July/Aug. 1984.

MEDEIROS, J.B. de & SILVA, P.R.F. de. Efeitos de níveis de nitrogênio e densidades de plantas sobre o rendimento de grãos e outras características agrônômicas de duas cultivares de milho (*Zea mays* L.). **Agronomia Sulriograndense**, Porto Alegre, 11(2): 227-49, 1975.

OLIVEIRA, M.D.X. de; ANDRADE, J.A.C.; ARF, O.; PASTANA, A.K.M.P. Estudos de épocas de semeadura e ciclo de cultivar de milho safrinha na região Sudeste do Mato Grosso de Sul. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 20., Goiânia, 1994. **Resumos**. Goiânia, Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 1994. p.177.

PEASLEE, D.E.; RAGLAND, J.L.; DUNCAN, W.G. Grain filling period for corn as influenced by phosphorus, potassium, and the time of planting. **Agronomy Journal**, Madison, **63**:561-3, July/Aug. 1971.

PEASLEE, D.E. Effects of nitrogen, phosphorus, and potassium nutrition on yield, rates of kernel growth and grain filling periods of two corn hybrids. **Communication in Soil Science & Plant Analysis**, New York, **8**(5):373-89, 1977.

PEREIRA, P.A.A.; BALDANI, J.I.; BLANA, R.A.G.; NEYRA, C.A. Assimilação e translocação de nitrogênio em relação à produção de grãos e proteínas em milho (*Zea mays* L.). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, **5**: 28-31, 1981.

RAGLAND, J.L.; HATFIELD, A.L.; BENOIT, G.R. The growth and yield of corn. I. Microclimatic effects on the growth rate. **Agronomy Journal**, Madison, **57**:217-20, 1965.

REDDY, V.M. & DAYNARD, T.B. Endosperm characteristics associated with rate of grain filling and kernel size in corn. **Maydica**, Bergamo, **28**:339-55, 1983.

RENCH, W.E. & SHAW, R.H. Black layer development in corn. **Agronomy Journal**, Madison, **63**:303-5, Mar./Apr. 1971.

SAWAZAKI, E; DUARTE, A.P.; MARUNO, J.; BORTOLETTO, N.; GALLO, P.B.; GARCIA, L.L.C.; VONTINHO, R.G.; SILVA, J.G.M.; BIANCHIBI, M.T.; SALZEDAS, M.L.V.M; DONA, S. Avaliação de cultivares de milho "safrinha" no Estado de São Paulo. In: SEMINÁRIO SOBRE A CULTURA DO MILHO "SAFRINHA, 2., Assis, 1994. **Resumos**. Assis, IAC, 1994. p.41-8.

SAYRE, J.D. Mineral accumulation in corn. **Plant Physiology**, Bethesda, **23**(3): 267-81, 1948.

SHAW, R.H. & THOM, H.C.S. On the phenology of field corn, silking to maturity. **Agronomy Journal**, Madison, **43**: 541-6, 1951.

TEIXEIRA, M. do R. de O. Comportamento de cultivares de milho semeadas após o período normal. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 20., Goiânia, 1994. **Resumos**. Goiânia, Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 1994. p.238.

TOLLENAAR, M. Sink-source relationships during reproductive development in maize. A review. **Maydica**, Bergamo, 22(2):49-75, 1977.

TSAI, C.Y.; HUBER, D.M.; GLOVER, D.V.; WARREN, H.L. Relationship of N deposition to grain yield and N response of three maize hybrids. **Crop Science**, Madison, 24:277-81, Mar./Apr. 1984.

TSUNECHIRO, A. Produção e comercialização de milho. In: SEMINÁRIO SOBRE A CULTURA DO MILHO "SAFRINHA", 2., Assis, 1994. **Resumos**. Assis, IAC, 1994. p.1-5.

WARREN, H.L.; HUBER, D.M.; TSAI, C.Y.; NELSON, D.W. Effect of nitrapyrin and N fertilizer on yield and mineral composition of corn. **Agronomy Journal**, Madison, 72:729-32, 1980.

APÊNDICE

Apêndice I. Dados meteorológicos, obtidos durante o período experimental, referente ao período de Janeiro a Junho de 1993.

NO	ANO	DIA	MES	R.GLOBAL 2 cal/cm.d	INSO- LACAO h/d	PRECIPI- TACAO mm/alt	UNIDADE RELATIVA %	VENTO MAXIMO m/s	VENTO MEDIO km/h	TEMPER. MAXIMA grau C	TEMPER. MINIMA grau C	TEMPER. MEDIA grau C	EVAPO- RACAO
1	1993	1	JAN	461.00	9.80	0.00	65.00	5.00	5.50	34.80	22.20	28.50	7.92
2	1993	2	JAN	551.00	10.30	2.30	66.00	5.70	5.80	36.40	20.80	28.60	8.32
3	1993	3	JAN	455.00	8.20	3.40	80.00	11.70	6.90	34.40	21.50	27.95	6.77
4	1993	4	JAN	467.00	7.20	0.30	81.00	6.70	5.90	32.40	20.30	26.35	6.19
5	1993	5	JAN	381.00	5.60	1.10	86.00	18.80	9.00	30.80	20.50	25.65	5.46
6	1993	6	JAN	399.00	6.80	3.20	81.00	8.60	7.00	31.80	20.00	25.90	5.75
7	1993	7	JAN	516.00	10.00	0.90	80.00	8.60	8.80	33.00	19.40	26.20	4.16
8	1993	8	JAN	246.00	1.10	7.80	94.00	9.30	8.30	28.60	20.20	24.40	4.20
9	1993	9	JAN	233.00	2.20	11.00	92.00	9.40	8.10	29.80	20.80	25.30	4.48
10	1993	10	JAN	177.00	0.00	23.36	96.00	7.40	5.80	24.60	20.00	22.30	2.46
11	1993	11	JAN	84.00	0.00	28.40	98.00	5.00	8.70	21.50	19.20	20.35	
12	1993	12	JAN	215.00	1.10	39.40	95.00	4.80	7.10	26.90	19.00	22.95	
13	1993	13	JAN	489.00	6.60	0.20	82.00	10.50	7.50	31.10	18.80	24.95	5.92
14	1993	14	JAN	365.00	3.30	2.60	81.00	8.90	5.50	31.20	18.00	24.60	4.64
15	1993	15	JAN	500.00	8.30	0.00	75.00	7.70	6.20	32.60	18.90	25.75	6.30
16	1993	16	JAN	473.00	7.30	0.00	72.00	5.00	7.30	33.20	21.90	27.10	7.32
17	1993	17	JAN	449.00	5.20	0.00	73.00	14.00	12.10	33.00	19.50	26.25	7.98
18	1993	18	JAN	374.00	4.10	2.00	87.00	9.70	8.30	30.00	20.40	25.20	5.14
19	1993	19	JAN	353.00	1.50	1.20	82.00	7.60	5.00	27.80	18.20	23.00	3.66
20	1993	20	JAN	401.00	6.20	5.90	83.00	9.30	5.40	30.50	18.20	24.35	6.08
21	1993	21	JAN	510.00	10.20	0.00	76.00	9.90	10.60	30.80	18.10	24.45	7.20
22	1993	22	JAN	584.00	11.00	0.00	66.00	7.70	11.60	31.40	18.80	25.10	8.46
23	1993	23	JAN	336.00	3.70	5.40	85.00	5.50	5.00	31.00	18.90	24.95	3.76
24	1993	24	JAN	432.00	6.50	4.50	85.00	11.50	6.00	30.60	19.00	24.80	4.89
25	1993	25	JAN	647.00	5.50	19.30	85.00	21.90	8.30	31.90	19.50	25.70	7.07
26	1993	26	JAN	285.00	1.20	7.10	90.00	4.90	5.90	31.60	19.40	25.50	2.74
27	1993	27	JAN	278.00	0.10	1.50	87.00	4.80	4.50	26.60	19.50	23.05	2.34
28	1993	28	JAN	506.00	9.60	0.00	80.00	9.00	5.80	32.20	19.40	25.80	6.94
29	1993	29	JAN	546.00	10.60	0.00	71.00	4.60	5.00	33.60	19.20	26.40	7.16
30	1993	30	JAN	507.00	9.10	0.00	73.00	9.30	7.70	34.20	20.60	27.40	7.58

Apêndice I. Dados meteorológicos, obtidos durante o período experimental, referente ao período de Janeiro a Junho de 1993 . (Continua)

[illegible][illegible]

Apêndice I. Dados meteorológicos, obtidos durante o período experimental, referente ao período de Janeiro a Junho de 1993 . (Continua)

NO	ANO	DIA	MES	R.GLOBAL 2 cal/cm.d	INSO- LACAO h/d	PRECIPI- TACAO mm/alt	UMIDADE RELATIVA %	VENTO MAXIMO m/s	VENTO MEDIO km/h	TEMPER. MAXIMA grau C	TEMPER. MINIMA grau C	TEMPER. MEDIA grau C	EVAPO- RACAO
92	1993	1	ABR	129.00	0.20	2.30	95.00	3.40	4.80	24.80	19.20	22.00	0.56
93	1993	2	ABR	141.00	1.20	0.90	93.00	2.00	4.00	26.20	19.30	22.75	1.58
94	1993	3	ABR	275.00	4.80	1.30	91.00	5.40	4.00	28.70	18.60	23.65	2.82
95	1993	4	ABR	399.00	8.70	0.00	79.00	2.90	4.70	30.50	17.30	23.90	4.84
96	1993	5	ABR	405.00	8.70	0.00	82.00	5.30	7.30	31.80	18.20	25.00	5.30
97	1993	6	ABR	320.00	8.90	0.00	82.00	6.10	6.30	31.00	18.70	24.85	4.29
98	1993	7	ABR	381.00	9.80	0.00	77.00	5.00	6.10	32.60	19.10	25.65	5.40
99	1993	8	ABR	195.00	4.10	39.50	94.00	21.20	8.20	29.40	19.40	24.40	7.71
100	1993	9	ABR	383.00	8.80	0.00	83.00	5.60	8.30	26.00	16.90	21.45	4.86
101	1993	10	ABR	413.00	8.90	0.00	77.00	7.60	7.50	27.30	15.20	21.25	4.74
102	1993	11	ABR	389.00	8.80	0.00	77.00	5.20	7.20	29.80	13.40	21.60	4.20
103	1993	12	ABR	378.00	8.20	1.40	79.00	5.00	6.50	29.80	18.10	23.95	4.50
104	1993	13	ABR	351.00	7.40	0.00	85.00	3.50	5.00	30.20	17.40	23.80	3.96
105	1993	14	ABR	363.00	6.10	0.00	81.00	2.00	4.00	31.80	16.50	24.15	4.09
106	1993	15	ABR	401.00	9.10	0.00	78.00	3.20	5.90	31.80	16.90	24.35	4.93
107	1993	16	ABR	308.00	9.70	0.00	73.00	7.00	5.70	31.40	15.80	23.60	6.00
108	1993	17	ABR	419.00	10.10	0.00	80.00	6.20	5.50	31.20	14.80	23.00	4.20
109	1993	18	ABR	399.00	10.00	0.00	79.00	5.00	4.40	31.00	16.40	23.70	4.00
110	1993	19	ABR	402.00	9.90	0.00	77.00	3.70	4.10	31.40	16.50	23.95	4.48
111	1993	20	ABR	356.00	8.40	0.00	79.00	4.70	5.50	31.30	18.30	24.80	4.26
112	1993	21	ABR	339.00	7.40	0.00	77.00	5.30	7.20	31.80	17.50	24.65	4.78
113	1993	22	ABR	348.00	9.30	0.00	78.00	5.30	10.80	28.70	18.60	23.65	5.26
114	1993	23	ABR	275.00	4.10	12.30	85.00	4.30	4.90	28.80	17.10	22.95	3.56
115	1993	24	ABR	371.00	7.30	0.00	84.00	5.10	5.40	27.00	17.50	22.25	3.92
116	1993	25	ABR	374.00	8.50	0.00	80.00	2.70	4.90	28.20	14.40	21.30	4.12
117	1993	26	ABR	351.00	8.70	0.00	76.00	4.40	5.30	29.30	13.60	21.45	3.95
118	1993	27	ABR	389.00	9.80	0.00	69.00	7.20	7.10	29.60	14.60	22.10	5.03
119	1993	28	ABR	366.00	9.40	0.00	76.00	4.40	5.30	30.00	14.40	22.20	3.72
120	1993	29	ABR	378.00	8.50	0.00	77.00	7.70	7.50	30.00	15.20	22.60	4.67
121	1993	30	ABR	371.00	8.70	0.00	74.00	4.80	6.10	30.10	15.20	22.65	4.33
=====													
MEDIA				345.63	7.78	1.92	80.57	5.37	5.98	29.72	16.60	23.26	4.34
TOTAL				10369.00	233.50	57.70	2417.00	161.20	179.50	891.50	504.10	697.80	130.06
DESVIO PADRAO				73.13	2.47	7.33	6.03	3.28	1.53	1.91	1.76	1.23	1.22
VARIANCIA				5348.57	6.10	53.68	36.31	10.78	2.35	3.65	3.10	1.52	1.49
VALOR MAXIMO				419.00	10.10	39.50	95.00	21.20	10.80	32.60	19.40	25.85	7.71
VALOR MINIMO				129.00	0.20	0.00	69.00	2.00	4.00	24.80	13.40	21.25	0.56
DIAS DE CHUVA: 6													

Apêndice I. Dados meteorológicos, obtidos durante o período experimental, referente ao período de Janeiro a Junho de 1993 .

NO ANO	DIA	MES	R.GLOBAL 2 cal/cm.d	INSO- LACAO h/d	PRECIPI- TACAO mm/alt	UNIDADE RELATIVA %	VENTO MAXIMO m/s	VENTO MEDIO km/h	TEMPER. MAXIMA grau C	TEMPER. MINIMA grau C	TEMPER. MEDIA grau C	EVAPO- RACAO
153 1993	1 JUN		144.00	0.60	0.00	87.00	8.00	11.80	20.80	16.00	18.40	2.66
154 1993	2 JUN		263.00	6.00	0.00	87.00	5.60	7.70	23.00	10.60	16.80	2.32
155 1993	3 JUN		272.00	8.20	0.00	85.00	4.80	8.80	25.80	12.20	19.00	2.16
156 1993	4 JUN		312.00	8.40	12.40	81.00	9.80	11.80	27.40	13.00	20.20	3.95
157 1993	5 JUN		113.00	1.10	1.20	95.00	4.10	5.20	22.60	16.00	19.30	0.63
158 1993	6 JUN		248.00	6.00	0.00	89.00	4.00	4.60	25.40	17.00	21.20	2.47
159 1993	7 JUN		273.00	6.50	0.00	87.00	1.00	5.10	27.00	14.20	20.60	2.42
160 1993	8 JUN		356.00	7.40	0.00	82.00	5.20	8.80	27.50	13.80	20.65	2.69
161 1993	9 JUN		285.00	9.00	0.00	78.00	4.60	6.80	28.50	14.10	21.30	3.06
162 1993	10 JUN		113.00	0.10	2.00	92.00	4.80	9.70	21.40	17.50	19.45	1.66
163 1993	11 JUN		143.00	1.20	0.20	87.00	4.70	12.20	19.60	13.70	16.65	1.92
164 1993	12 JUN		300.00	9.60	0.00	80.00	9.10	12.50	23.80	13.80	18.80	3.92
165 1993	13 JUN		332.00	9.80	0.00	78.00	8.30	9.30	24.80	10.90	17.85	3.88
166 1993	14 JUN		329.00	9.50	0.00	77.00	4.70	7.90	24.20	8.90	16.55	3.22
167 1993	15 JUN		293.00	7.30	0.00	73.00	5.20	8.90	24.20	7.80	16.00	2.57
168 1993	16 JUN		318.00	8.30	0.00	73.00	11.00	10.40	24.20	10.90	17.55	3.95
169 1993	17 JUN		228.00	1.20	9.80	76.00	11.40	8.00	24.20	12.50	18.35	2.76
170 1993	18 JUN		30.00	0.00	21.40	97.00	6.00	12.00	16.20	14.60	15.40	1.59
171 1993	19 JUN		284.00	6.50	0.00	83.00	2.00	5.10	20.60	11.90	16.25	2.45
172 1993	20 JUN		288.00	6.40	0.00	85.00	2.40	4.80	21.50	6.10	13.80	1.58
173 1993	21 JUN		312.00	7.60	0.00	80.00	2.50	6.50	25.60	5.50	15.55	2.57
174 1993	22 JUN		318.00	9.70	0.00	78.00	3.50	7.50	27.00	7.90	17.45	2.55
175 1993	23 JUN		302.00	8.90	0.00	80.00	4.80	7.40	26.50	9.40	17.95	3.08
176 1993	24 JUN		314.00	9.60	0.00	73.00	4.50	9.20	27.40	10.10	18.75	3.84
177 1993	25 JUN		300.00	9.20	0.00	76.00	2.50	6.00	27.60	10.00	18.80	2.48
178 1993	26 JUN		321.00	8.50	0.00	75.00	5.90	8.00	26.80	9.20	18.00	3.48
179 1993	27 JUN		332.00	9.20	0.00	70.00	6.70	10.50	26.80	9.60	18.20	3.98
180 1993	28 JUN		314.00	9.50	0.00	67.00	5.80	8.10	27.10	9.40	18.25	3.80
181 1993	29 JUN		248.00	6.80	0.00	69.00	4.70	7.10	27.30	9.80	18.55	2.22
182 1993	30 JUN		227.00	4.90	0.00	81.00	3.40	7.50	26.80	12.80	19.80	2.39
MEDIA			263.73	6.57	1.57	80.77	5.37	8.31	24.72	11.64	18.18	

Apêndice II. Valores médios das características agrônômicas estudadas (média de três repetições) em cultivares de milho de diferentes ciclos (c1 = normal; c2 = precoce e c3 = superprecoce), e quatro níveis de nitrogênio (NO = 0 kg/ha; N1 = 50 kg/ha; N2 = 100 kg/ha e N3 = 150 kg/ha). Piracicaba, SP, 1993.

Tratamentos	Altura (cm)	IAF	No Espiga(1) Planta	Comprimento de espiga (cm)	Peso de Espiga (kg/ha)	Peso de grão (kg/ha)
c1NO	182	2,65	1,00	15,4	7.432	4.029
c1N1	197	2,85	1,00	16,5	7.891	4.129
c1N2	203	3,25	1,67	17,0	8.062	4.173
c1N3	210	3,49	2,00	17,7	8.784	4.396
c2NO	162	2,31	1,00	14,8	10.269	5.114
c2N1	179	2,69	1,33	16,2	11.716	6.448
c2N2	185	3,03	1,67	17,6	12.077	6.690
c2N3	187	3,13	2,00	17,8	12.144	6.848
c3NO	178	1,99	1,00	14,5	3.816	2.576
c3N1	181	2,15	1,33	15,6	3.932	2.736
c3N2	184	2,38	1,67	15,4	4.531	3.030
c3N3	194	3,07	1,67	15,6	4.891	3.148

Cultivares (c1 = normal; c2 = precoce; c3 = superprecoce).

Doses de nitrogênio (NO = 0 kg/ha; N1 = 50 kg/ha; N2 = 100 kg/ha e N3 = 150 kg/ha)

(1) Os dados foram transformados para $\sqrt{x/100}$, para obtenção da equação de regressão.

Apêndice III. Valores médios da matéria seca do grão (média de seis plantas) em cultivar de milho de ciclo normal (c1= XL380) e quatro níveis de nitrogênio. Piracicaba, SP. 1993.

Apêndice IV. Valores médios da matéria seca do grão (média de seis plantas) em cultivar de milho de ciclo normal (c2 = BR201) e quatro níveis de nitrogênio. Piracicaba, SP. 1993.

Apêndice V . Valores médios da matéria seca do grão (média de seis plantas) em cultivar de milho de ciclo superprecoce (c3 = P3072) e quatro níveis de nitrogênio. Piracicaba, SP. 1993.