

EDUARDO EUSTÁQUIO MESQUITA

**EFEITO DE DOSES DE NITROGÊNIO E MÉTODOS DE SEMEADURA
NO RENDIMENTO DE SEMENTES E DE FORRAGEM DE MILHETO**

[*Pennisetum americanum* (L.) Leeke]

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Pós-graduação em Zootecnia, área de concentração Forragicultura e Pastagens, para obtenção do grau de "Mestre".

ORIENTADOR
Prof. José Cardoso Pinto

LAVRAS - MINAS GERAIS

JULHO - 1996

Ficha Catalográfica preparada pela Seção de Classificação e Catalogação da
Biblioteca Central da UFLA

Mesquita, Eduardo Eustáquio

Efeito de doses de nitrogênio e métodos de semeadura no rendimento de sementes e de forragem de milheto (*Pennisetum americanum*, (L.) Leeke) / Eduardo Eustáquio Mesquita. -- Lavras : UFLA, 1996.

86p. : il.

Orientador: José Cardoso Pinto.

Dissertação (Mestrado) - UFLA.

Bibliografia

1. Milheto - Semente. 2. Nitrogênio - Adubação. 3. Semeadura. 4. forragem. 5. Semente - Qualidade. 6. Matéria seca. 7. Proteína. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

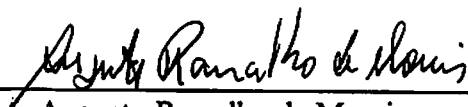
CDD-633.25714

EDUARDO EUSTÁQUIO MESQUITA

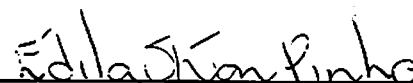
**EFEITO DE DOSES DE NITROGÊNIO E MÉTODOS DE SEMEADURA
NO RENDIMENTO DE SEMENTES E DE FORRAGEM DE MILHETO**
[*Pennisetum americanum* (L.) Leeke]

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Pós-graduação em Zootecnia, área de concentração Forragicultura e Pastagens, para obtenção do grau de "Mestre".

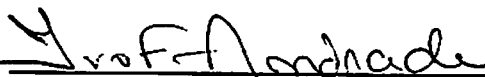
Aprovada: em 16 de julho de 1996



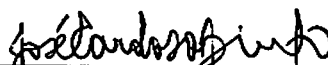
Augusto Ramalho de Moraes



Édila Vilela de Rezende von Pinho



Ivo Francisco de Andrade



José Cardoso Pinto
Orientador

À minha esposa, Maria do Carmo
Aos meus filhos, Leonardo e Luciana

OFEREÇO

À memória de meu pai,
Antônio Mesquita

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras pela oportunidade de realização do curso.

À Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)
pela concessão da bolsa de estudo.

Ao Professor José Cardoso Pinto pela orientação e amizade constantes.

Ao conselheiro Prof. Augusto Ramalho de Moraes.

Ao Professor Igor M.E.V.von Tiesenhausen, pelo incentivo durante o curso.

Ao colega de mestrado Jorge Luiz Schirmer de Mattos.

Ao estudante de Zootecnia Marco Antônio de Oliveira.

Aos funcionários da Zootecnia, pela valiosa contribuição nos trabalhos de
campo.

Aos funcionários do Laboratório de Sementes do Departamento de Agricultura
da UFLA.

Ao Eng^o Agr^o Jairo E.P. da Silva - EMATER-MG.

Aos meus pais pela minha formação moral e profissional.

À minha família, Maria do Carmo, Leonardo e Luciana, pelo carinho, incentivo e
compreensão.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	vii
LISTA DE FIGURAS	x
RESUMO	xii
SUMMARY	xiv
1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	3
2.1 Aspectos gerais relacionados com a espécie <i>Pennisetum americanum</i> (L.) Leeke ...	3
2.2 Influência do nitrogênio nos componentes da produção, no rendimento e na qualidade de sementes de gramíneas forrageiras, com ênfase para as anuais	4
2.3 Influência do método de semeadura nos componentes da produção, no rendimento e na qualidade de sementes de gramíneas forrageiras, com ênfase para as anuais....	12
2.4 Influência do nitrogênio e métodos de semeadura sobre o rendimento e a qualidade da forragem no pós-colheita de sementes, com ênfase para as gramíneas anuais	20
2.4.1 Considerações sobre a composição mineral da forragem de milheto	23
3 MATERIAL E MÉTODOS	25
3.1 Localização do experimento	25
3.2 Caracterização edafo-climática	25
3.3 Experimento	26

3.3.1 Tratamentos	26
3.3.2 Delineamento experimental e dimensões das parcelas	26
3.3.3 Instalação e condução do experimento	27
3.3.3.1 Preparo, correção e adubação do solo	27
3.3.3.2 Semeadura	28
3.3.3.3 Controle de plantas daninhas e tratos culturais	28
3.3.4 Avaliações por ocasião da colheita	29
3.3.4.1 Determinação da altura de planta	29
3.3.4.2 Determinação do nº total de perfilhos/m ² (NTP/m ²)	29
3.3.4.3 Colheita de sementes e da forragem	29
3.3.4.4 Determinação das características das panículas	30
3.3.4.5 Determinação do rendimento de matéria seca (RMS)	31
3.3.4.6 Determinação do N total para estimativa de proteína bruta (PB)	31
3.3.5 Trilha e limpeza das sementes	32
3.3.6 Variáveis relacionadas com a qualidade das sementes	32
3.3.6.1 Pureza física das sementes (PZF)	32
3.3.6.2 Germinação (GER)	33
3.3.6.3 Peso de mil sementes (PMS)	33
3.4 Análise estatística	34
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	35
4.1 Variáveis relacionadas com o rendimento de sementes aparentes	35
4.1.1 Número de panículas/ha	35
4.1.2 Comprimento das panículas	38

4.1.3	Peso médio de grãos/panícula	41
4.1.4	Número total de perfilhos/ m ²	41
4.1.5	Número de perfilhos férteis / m ²	44
4.1.6	Rendimento de sementes aparentes	47
4.2	Qualidade das sementes	51
4.2.1	Pureza física das sementes	51
4.2.2	Percentagem de germinação	52
4.2.3	Valor cultural	53
4.2.4	Peso de mil sementes	54
4.2.5	Rendimento de sementes puras viáveis	56
4.3	Variáveis relacionadas com a produção e qualidade da forragem no pós-colheita de sementes	58
4.3.1	Rendimento de matéria seca	58
4.3.2	Rendimento e teor de proteína bruta	62
4.3.3	Teores de P, K, Ca e Mg	65
4.4	Considerações finais	69
5	CONCLUSÕES	70
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	72
	APÊNDICE	85

LISTA DE TABELAS

Tabela		Página
1	Precipitação pluviométrica e temperaturas médias, máximas e mínimas no período experimental	26
2	Análise de variância do número de panículas de milho/ha, de acordo com o delineamento experimental e os tratamentos utilizados	36
3	Número de panículas de milho/ha em função de métodos de semeadura	37
4	Análise de variância do comprimento das panículas de milho, de acordo com o delineamento experimental e os tratamentos utilizados	38
5	Comprimento de panículas de milho (cm) em função de métodos de semeadura e doses de N	40
6	Análise de variância do número total de perfilhos de milho de acordo com o delineamento experimental e os tratamentos utilizados	42

Tabela		Página
7	Número total de perfilhos de milho/m ² em função de métodos de semeadura e doses de N	43
8	Análise de variância do número de perfilhos férteis/m ² de milho, de acordo com o delineamento experimental e os tratamentos utilizados	44
9	Número de perfilhos férteis/m ² de milho em função de métodos de semeadura e doses de N	46
10	Análise de variância do rendimento de sementes aparentes de milho, de acordo com o delineamento experimental e os tratamentos utilizados	47
11	Análise de variância do peso de mil sementes de milho, de acordo com o delineamento experimental e os tratamentos utilizados	54
12	Peso de mil sementes de milho em função de métodos de semeadura	55
13	Análise de variância do rendimento de sementes puras viáveis de milho de acordo com o delineamento experimental e os tratamentos utilizados	56

Tabela		Página
14	Análise de variância do rendimento de matéria seca de milho, de acordo com o delineamento experimental e os tratamentos utilizados	59
15	Rendimento de matéria seca (RMS) de milho em função de métodos de semeadura	61
16	Análise de variância do rendimento de proteína bruta de milho, de acordo com o delineamento experimental e os tratamentos utilizados	62
17	Análise de variância do teor de proteína bruta na MS de milho, de acordo com o delineamento experimental e os tratamentos utilizados	63
18	Teores de proteína bruta (% PB) na MS de milho em função de métodos de semeadura e doses de N	63
19	Análise de variância do teor de Mg na MS de milho, de acordo com o delineamento experimental e os tratamentos utilizados	67

LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
1	Número de panículas de milho/ha em função de doses de N	36
2	Comprimento de panículas de milho em função de doses de N	39
3	Número total de perfilhos de milho/m ² em função de doses de N	43
4	Número de perfilhos férteis/m ² de milho em função de doses de N	45
5	Rendimento de sementes aparentes (RSA) de milho em função de doses de N	48
6	Rendimento de sementes puras viáveis(RSPV)de milho em função de doses de N	57
7	Rendimento de matéria seca (RMS) de milho em função de doses de N	60

Figura		Página
8	Rendimento de proteína bruta (RPB) de milho em função de doses de N	62
9	Porcentagem de proteína bruta (PB) na MS de milho em função de doses de N	64
10	Teor de magnésio (Mg) na MS da forragem no pós-colheita de sementes de milho, em função de doses de N	68

RESUMO

MESQUITA, Eduardo Eustáquio. **Efeito de doses de nitrogênio e métodos de semeadura no rendimento de sementes e de forragem de milho [*Pennisetum americanum* (L.) Leeke]**. Lavras: UFLA, 1996. 86p. (Dissertação - Mestrado em Zootecnia).*

Um experimento de campo foi conduzido na Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras - MG (21°14'30" LS e 45°00'10" O 910 m de altitude), avaliando-se o efeito de doses de nitrogênio (N) (0, 60, 120 e 180 kg/ha) e métodos de semeadura (a lanço; 0,40; 0,80 e 1,20 m entre linhas) sobre os componentes da produção, rendimento e qualidade das sementes e da forragem no pós-colheita de sementes de milho. As doses crescentes de N provocaram aumento no número de panículas (NP/ha), comprimento de panículas (CP) e número de perfilhos totais e férteis por m². O aumento do espaçamento entre linhas resultou no menor NP/ha e no maior peso de mil sementes. O método a lanço proporcionou o maior NP/ha dentre os métodos testados. O NP/ha e o CP estiveram forte e positivamente correlacionados com o rendimento de sementes aparentes (RSA) e rendimento de sementes puras viáveis (RSPV). O maior RSPV (2353 kg/ha) foi alcançado com a aplicação de 120 kg N/ha, porém entre os métodos de semeadura testados não ocorreram diferenças significativas nos RSPV e RSA. As doses de N e os métodos de semeadura não influenciaram a pureza física, a

* Orientador: José Cardoso Pinto; Membros da Banca: Augusto Ramalho de Moraes, Édila Vilela de Rezende von Pinho e Ivo Francisco de Andrade.

germinação e o valor cultural das sementes de milho. A aplicação de doses crescentes de N aumentou os rendimentos de matéria seca (MS) e proteína bruta (PB) da forragem no pós-colheita de sementes, sendo que o maior rendimento de MS (8872 kg/ha) foi obtido com a dose de 120 kg N/ha e o maior rendimento de PB (688,8 kg/ha), com a dose de 180 kg N/ha. O plantio em linhas espaçadas de 0,40 m apresentou o maior rendimento de MS. Sugere-se o plantio em linhas espaçadas de 0,40 m e a aplicação de 120 kg N/ha, como sendo a melhor combinação para a produção de sementes e para o aproveitamento da forragem no pós-colheita de sementes de milho.

SUMMARY

THE EFFECT OF NITROGEN DOSES AND SEEDING METHODS ON THE YIELD OF FORAGE AND SEEDS OF MILLET [*Pennisetum americanum* (L.) LEEKE]

A field trial was carried out at the Universidade Federal de Lavras, located at 21°14'30 SL and 45°00'10''W, 910 m above sea level in Lavras MG, Brazil. The objective of the experiment was to evaluate the effect of four nitrogen (N) doses (0, 60, 120 e 180 kg/ha) and four planting methods (broadcast and rows 0.40; 0.80 and 1.20 m apart) on the production of forage and seeds of millet. The increased N doses caused an increase in the inflorescence density (ID/m²), panicle length (PL), and number of total and fertile tillers per m². The increased row spacing led to the lowest ID/m² and the highest weight per 1,000 seeds. The broadcast seeding method gave the highest ID/m² among the seeding methods studied. The ID/m² and PL were strongly and positively correlated with the yield of clean seeds (YCS) and of viable pure seeds (YVPS). The highest YVPS (2,353 kg/ha) was observed with the application of 120 kg/ha of N, but there was no differences for planting methods. The N doses and seeding methods did not affect physical purity and seed viability of millet. Dry matter (DM) and crude protein (CP) production from the forage produced increased with nitrogen doses. The highest amount of DM produced (8,872 kg/ha) was obtained with 120 kg of N applied, and the highest amount of CP produced (668.8 kg/ha), with the application of 180 kg/ha of N.

The planting of millet in rows spaced of 0.40 m resulted in the highest DM production per ha. The combination of planting in rows spaced 0.40 m and the application of 120 kg of N per ha were indicated as being the best for seed production and for utilization of forage produced after seed harvesting.

1 INTRODUÇÃO

O sistema de produção de sementes de gramíneas forrageiras no Centro Sul do Brasil é baseado em poucas inovações tecnológicas, dentre estas cita-se o problema de falta de equipamentos adequados para a colheita de sementes, conduzindo a elevadas perdas durante o processo. Normalmente, a utilização de colheitadeiras de cereais adaptadas é prática pouco comum na maioria das empresas produtoras de sementes. Este tipo de equipamento colhe e efetua a trilha das sementes, porém a sua eficiência é muito baixa e as perdas podem ser elevadas e as sementes colhidas podem apresentar também um grau elevado de impurezas. A utilização de mecanização ou de outras técnicas depende das condições econômicas e sociais da região considerada. A prática da colheita manual permite a colheita em várias etapas e o aproveitamento do material de pós-colheita de sementes como fonte alternativa na alimentação dos animais. No entanto, essa prática requer muita mão-de-obra, majorando o custo final do produto.

Várias pesquisas tem sido conduzidas com o objetivo de gerar tecnologias apropriadas para produção, manejo e conservação das plantas forrageiras. Qualquer esforço no sentido de melhorar as pastagens pressupõe a disponibilidade de sementes e mudas de boa qualidade. Neste sentido, a diversificação de espécies de gramíneas é altamente benéfica pois proporciona a oportunidade de avaliar aquelas mais promissoras.

Dentro do gênero *Pennisetum*, a espécie *Pennisetum americanum* (L.) Leeke, destaca-se como promissora pela sua ampla adaptação a vários tipos de clima, alta produção de sementes e forragem e alta capacidade de retenção das sementes.

A grande variabilidade genética e morfológica dentro do gênero *Pennisetum* evidencia o grau de dificuldade em estabelecer práticas comuns para todas as cultivares. Entretanto, a literatura aponta a correta adubação mineral e o estabelecimento adequado da cultura como sendo os fatores que mais contribuem no rendimento de sementes de espécies de gramíneas forrageiras. Neste aspecto o nitrogênio (N) é muito importante, não só pelo efeito benéfico na produtividade como na sincronização do florescimento, favorecendo a uniformidade de maturação das sementes. O milheto, por ser uma espécie com alto potencial produtivo de sementes e de forragem, requer o estudo das suas necessidades nutricionais e de manejo.

No intuito de contribuir na avaliação do comportamento de milheto na região Sul do estado de Minas Gerais, estudou-se o efeito de doses de N e métodos de semeadura sobre a produção, qualidade e componentes da produção de sementes e o rendimento e a qualidade da forragem no pós-colheita de sementes.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Aspectos gerais relacionados com a espécie *Pennisetum americanum* (L.) Leeke

O milheto é uma gramínea anual de estação quente, amplamente cultivado em locais onde a precipitação média anual varia de 200 a 800 mm, pertencente à seção Penicilaria da tribo Paniceae (Norman, Pearson e Searle, 1984). Quanto ao nome científico, segundo estes autores, é correntemente aceito como *Pennisetum americanum* (L.) Leeke. Após sua domesticação, ocorrida a mais de 4000 - 5000 anos, o milheto distribuiu-se nas áreas tropicais semi-áridas da África e Ásia (Kumar e Niamey, 1989). No Brasil iniciou-se o seu cultivo no Rio Grande do Sul em 1929 (Araújo, 1972). Para Thorne e Carlaw (1992), o milheto produz grãos para o consumo humano e o material de pós-colheita de grãos pode ser utilizado na alimentação animal.

Segundo Bogdan (1977), o milheto é anual, cespitoso, às vezes pode apresentar um simples caule ereto com 1 - 3 m, ocasionalmente atingindo a 4 m de altura. Os caules são sólidos, exceto abaixo da panícula e nos nós, os quais são pilosos. As folhas medem de 20 a 100 cm de comprimento e de 5 a 50 mm de largura. A inflorescência é uma panícula densa ou contraída com 10 - 50 cm de comprimento e 0,5 - 4,0 cm de diâmetro. O eixo piloso da espiguetas pode conter inúmeras cerdas, com 2 - 25 mm de comprimento; cada espiguetas contém 25 - 90 cerdas ou pêlos; algumas podem ser plumosas. As espiguetas medem 4 mm de

comprimento. A espécie *P. americanum* é de polinização cruzada e acredita-se que os primeiros cultivos foram realizados no Norte e Oeste da África.

A espécie *P. americanum* é de dias curtos, facultativa, sendo que sob um fotoperíodo de 12 horas a maioria dos genótipos não atrasa o florescimento, porém em alguns o florescimento atrasa sob 14 - 16 horas de fotoperíodo. Geralmente, o milheto requer de 10 a 12 semanas após a emergência para o aparecimento das primeiras panículas e as plantas são marcadamente protogínicas, isto é, o estigma/estilete aparecem primeiro.

Para Martin, Leonard e Stamp (1976), a maturação da panícula é caracterizada por uma coloração acastanhada e cada espiguetta possui duas flores, sendo que a flor inferior é estéril e a superior é fértil. Em alguns casos a espiguetta pode conter duas flores férteis. Segundo estes autores, a cultura geralmente é plantada em linhas espaçadas de 0,40 a 0,90 m, com distância entre plantas de 0,10 a 0,15 m. O plantio adensado é utilizado quando o objetivo é a produção de feno, sendo a melhor qualidade do feno obtida quando a colheita é realizada na época de aparecimento das primeiras inflorescências.

2.2 Influência do nitrogênio nos componentes da produção, no rendimento e na qualidade de sementes de gramíneas forrageiras, com ênfase para as anuais

O nitrogênio (N) é um elemento de crucial importância na formação das sementes. Respostas positivas ao N têm sido relatadas para quase todas as gramíneas tropicais (Humphreys e Riveros, 1986).

Quando se faz a fertilização nitrogenada visando a produção de sementes, uma parte significativa do N é carregada para os grãos, para a formação de vários compostos na

semente. Powel e Fussell (1993), em trabalho com milho comum na Nigéria, constatou que do total de N absorvido pela cultura (33,4 kg/ha), 32% foram recuperados nos grãos. Em trabalho similar, resultados de um cultivo de milho (*Zea mays* L.) obtidos por Coelho, França e Guedes (1991) em Sete Lagoas (MG), mostraram que 56% do N (33,6 kg/ha) aplicado na forma de uréia foram absorvidos pela planta e que a remoção via grãos foi de 40 a 44%, de acordo com o modo de aplicação.

O N exerce marcada influência na produção de sementes de gramíneas forrageiras, entretanto a dificuldade está em estimar o nível ótimo e a época de sua aplicação. Humphreys e Riveros (1986) enfatizam que a época e o nível de fertilização, juntamente com a cultivar utilizada, irão determinar quais os componentes do rendimento serão aumentados e, às vezes, até mesmo reduzidos. Segundo Carámbula (1981), inicialmente o principal efeito deste nutriente é promover o aparecimento de novos perfilhos e o fortalecimento daqueles já existentes. Posteriormente, na iniciação floral, o efeito do N é o de aumentar o número de perfilhos férteis; além disso, o N exerce outras influências importantes tais como a aceleração da iniciação floral, o aumento na velocidade de diferenciação floral e o aumento na velocidade de crescimento da inflorescência.

O N influencia positivamente os componentes da produção e, conseqüentemente, o rendimento de sementes. Subba Reddy et al. (1991), em trabalho em casa de vegetação na Índia, verificaram aumentos na produção de grãos de sorgo de 94, 181 e 229%, nas doses de 20, 40 e 80 kg N/ha, respectivamente, quando comparado com a testemunha. Os principais componentes que afetaram a produção foram: a) peso de panícula; b) comprimento de panícula; c) número de espiguetas/planta; d) peso de 100 sementes. Mahendra e Kaushik (1973) observaram que aplicações acima de 75 kg N/ha aumentaram

significativamente a produção de grãos de milho em dois anos de estudos. Entretanto, doses acima de 150 kg N/ha proporcionaram um significativo declínio na produção, provavelmente ocasionado pelo acamamento de plantas. O maior rendimento de grãos foi de 3216 kg/ha, quando se aplicou 150 kg N/ha. Quanto ao número de perfilhos/planta, este foi maior na dose de 225 kg N/ha, o que não refletiu em maior produção de sementes. Resultados semelhantes foram obtidos por Deosthale, Rao e Pant (1972), quando o máximo rendimento de sementes de milho foi conseguido com a dose de 120 kg N/ha, ou seja, 21,33 kg de sementes para cada kg de N aplicado.

A aplicação de N aumenta a produção de grãos até um determinado nível do elemento; a partir daí, são observados decréscimos no rendimento, em híbridos de milho. Lal (1979) obteve maior rendimento de grãos com a aplicação de 120 kg N/ha (3600 kg/ha), sendo que na dose de 180 kg N/ha foi constatado um decréscimo na produção (3420 kg/ha). Reduções na produção de sementes com aplicações mais elevadas de N foram relatadas em outros trabalhos com milho (Singh e Maurya, 1969 e Deosthale, Rao e Pant, 1974). Singh e Thakare (1986), avaliando cinco diferentes híbridos de milho na Nigéria, constataram respostas quadráticas do tipo $y = a + bx + cx^2$, onde y é a produção de grãos (kg/ha) e x é a dose de N (kg/ha). Aumentos na produção de grãos foram significativos com a aplicação de até 75 kg N/ha; acima desta dose não houve resposta significativa. Comportamento semelhante no rendimento de grãos de milho também foi observado por Swamy et al. (1993) na Índia. Em região de baixa precipitação (603 e 473 mm em 1989 e 1990, respectivamente), a dose de 80 kg N/ha proporcionou a produção de 1324 kg grãos/ha e quando se aplicou 120 kg N/ha a produção de 1720 kg grãos/ha refletiu um pequeno decréscimo, em kg de sementes por kg N aplicado. Em trabalho recente na Índia, Lal, Kaushik e Gautam (1992) constataram que a

aplicação de N melhorou a produtividade de milho. Entretanto, a resposta foi significativa apenas para a dose de 40 kg N/ha (1930 kg grãos/ha); a aplicação de 80 kg N/ha resultou na produção de 2010 kg grãos/ha, refletindo um pequeno acréscimo no rendimento, em relação a 40 kg N/ha. Segundo esses autores, a aplicação de N aumentou a altura de plantas, número de perfilhos/planta e peso de 1000 sementes (PMS) até a dose de 80 kg N/ha.

A fertilização nitrogenada quase sempre é rentável na atividade de produção de sementes de gramíneas tropicais, entretanto efeitos negativos ocorrem quando níveis tóxicos de N são empregados, resultando no desbalanço de outros nutrientes, estresse ambiental (seca e geadas) e ainda quando ocorre problemas na recuperação de sementes, em função do acamamento (Humphreys e Riveros, 1986). Alguns autores têm demonstrado o efeito negativo do N na produção de grãos, ocasionado por períodos de seca durante o ciclo da cultura de milho (Bationo, Christianson e Baethgen, 1990; Powel e Fussell, 1993). Quando o N é aplicado em doses altas durante o crescimento da cultura, o volume excessivo de forragem provoca uma grande competição por nutrientes, luz e água, proporcionando um estresse severo que leva à morte de perfilhos reprodutivos (Carámbula, 1981). Chadhokar e Humphreys (1973), em Queensland, constataram que a produção de sementes de *Paspalum plicatulum* Michx. cv. Rodds Bay foi influenciada negativamente pelo estresse de umidade, especialmente nas parcelas que receberam altas doses de N. Myers (1978), trabalhando durante três anos com híbridos de sorgo Pioneer 846 na Austrália, observou que a produção de grãos foi altamente influenciada pelas condições climáticas e aplicações de N. No primeiro ano, ou seja na primeira estação de crescimento, a máxima produção (2280 kg/ha) foi obtida com a aplicação de 22,4 kg N/ha e rendimentos mais baixos foram registrados com doses elevadas do elemento. O baixo rendimento com altas doses de N provavelmente foi decorrente do exuberante crescimento

vegetativo e, subsequentemente, menor disponibilidade de água durante a formação de grãos. O primeiro ano foi caracterizado por longos períodos sem chuva entre a emergência das plântulas e a iniciação floral e também entre a antese e a maturação de grãos. Nos anos seguintes, com melhores condições pluviométricas, onde a falta de chuva ocorreu somente entre a emergência e a iniciação floral, houve resposta da produção de grãos nos tratamentos que receberam altas doses de N (7730 e 4440 kg/ha nas doses de 150 e 200 kg N/ha, respectivamente). O número de panículas/ha não foi influenciado pela aplicação de N, provavelmente pela ausência de perfilhamento do híbrido Pioneer 846. No entanto, houve uma interação positiva entre N e fósforo (P), no sentido de aumentar o número de panículas. Mohammed e Clegg (1993) avaliaram doses de N (0, 45 e 90 kg/ha) em experimentos conduzidos durante dois anos com a cultura de milho, em Nebraska (EUA), obtendo respostas lineares da produção de grãos com o aumento das doses do elemento. Ainda, esses mesmos autores constataram menores produções no segundo ano, sendo que as chuvas nos meses de junho e julho foram menos intensas em relação ao ano anterior. Neste período de menor precipitação ocorreu a diferenciação floral. Respostas lineares na produção de grãos de milho também foram encontradas por Clark e Myers (1994), frente as doses de N de 0, 56 e 112 kg/ha.

O comprimento da panícula é um importante critério usado pelos produtores quando selecionam panículas para o uso das sementes no plantio seguinte. Quendeba et al. (1993), trabalhando com vários cruzamentos de milho comum na Nigéria, obtiveram 33,24 cm para o comprimento médio de panícula. A altura média de plantas e o peso de 1000 sementes foram 222,55 cm e 9,99 g, respectivamente. Nesse experimento todas as parcelas receberam 23 kg N/ha em cobertura. Carámbula (1981) considera que o principal benefício do N na época de iniciação floral é promover um aumento no número de perfilhos férteis.

Posteriormente, este nutriente exerce uma influência muito importante nas etapas avançadas do desenvolvimento das inflorescências, tornando-as maiores. Scheffer (1981), no Rio Grande do Sul, obteve um aumento linear no comprimento das panículas de milho com a aplicação de doses crescentes de N (0, 100 e 200 kg/ha). Myers (1978), na Austrália, verificou que a aplicação de N aumentou o número de sementes/panícula e, conseqüentemente, ocasionou um aumento no tamanho das panículas de sorgo. Com relação a altura de plantas, Mahendra e Kaushik (1973) observaram que as plantas mais altas de milho (190 - 200 cm) desenvolveram nas parcelas que receberam 225 kg N/ha. Também, na Índia, Lal, Kaushik e Gautam (1992) obtiveram alturas de plantas de milho de 137,3; 150,1 e 155,0 cm, nas doses de 0, 40 e 80 kg N/ha, respectivamente.

Resultados de pesquisa têm mostrado dados inconsistentes no PMS de milho em resposta à doses crescentes de N (Lal, Kaushik e Gautam, 1992; Scheffer, 1981). O aumento no PMS pode refletir em maiores produções de sementes. Scheffer (1981) constatou que o PMS de milho mostrou-se indiferente às doses de N no espaçamento de 0,50 m entre linhas. O comportamento indiferente do PMS também foi observado por Azeredo, Fontes e Cardoso (1975) em sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). Com aplicações de 0 a 100 kg N/ha, Kichel et al. (1984) encontraram acréscimos significativos no PMS e número de grãos por panícula (NGP), aumentando a produção de grãos do sorgo AG 1002. Por outro lado, o aumento na produção dos sorgos BR 300 e Pioneer B815 resultou do aumento do NGP. Em trabalho semelhante, na Índia, Roy e Wright (1973) registraram 55,5% e 44,5% de aumento, sobre a testemunha, na produção de grãos de sorgo com a dose de 60 kg N/ha, nos dois anos de estudo. Não houve resposta ao N acima de 60 kg/ha, porém o peso de grãos por panícula (PGP) e o NGP aumentaram, e o PMS permaneceu indiferente, em resposta às aplicações de

N. Já o comprimento de panícula aumentou com a elevação das doses de N, sugerindo maior NGP. Estes resultados estão de acordo com os obtidos por Azeredo, Fontes e Cardoso (1975), através dos quais ficou clara a falta de resposta ao N no peso de 100 grãos (PCG), no segundo ano do estudo. No primeiro ano observou-se uma redução no PCG com o aumento das doses de N até 100 kg/ha. Para estes autores o fato da adubação nitrogenada não proporcionar efeito marcante na produção de grãos e nos componentes da produção, do segundo ano, foi, possivelmente, decorrente da existência de matéria orgânica e N no solo em níveis adequados. Gautam e Kaushik (1982), trabalhando com híbridos e seus progenitores de milho sob quatro doses de N (0, 40, 80 e 120 kg/ha), constataram aumento linear na produção até a dose de 80 kg N/ha no primeiro ano, com ausência de resposta para doses acima de 40 kg N/ha no segundo plantio. A aplicação de 40 kg N/ha proporcionou aumentos significativos da altura de plantas, número de perfilhos/m linear e PMS. No entanto, a maior produção de grãos foi atribuída ao maior número de perfilhos/m linear. Estas observações foram posteriormente confirmadas por Lal, Kaushik e Gautam (1992).

Para Humphreys e Riveros (1986) não é possível prognosticar com segurança o efeito de altas aplicações de N sobre a qualidade de sementes de plantas forrageiras, mas esta questão é de menor importância, segundo os autores. Boonman (1972b) em trabalho com capim-setária 'Nandi II' (*Setaria anceps* Stapf ex Massey), verificou que a dose máxima de N (200 kg/ha) ocasionou decréscimos na percentagem de sementes puras viáveis. Ao contrário, Chadhokar e Humphreys (1973) registraram aumento progressivo na germinação de sementes (GS) de *Paspalum plicatulum* Michx. cv. Rodds Bay, com doses de N variando de zero (13% GS) a 400 kg/ha (40% GS), com o maior efeito do N quando este foi aplicado na iniciação floral e/ou na emissão de inflorescências. O peso individual da semente foi muito influenciado

pelas doses de N, quando aplicadas no estágio de emissão de inflorescência. Aqueles autores constataram também o acamamento das plantas em doses elevadas de N (200 e 400 kg/ha), no ano mais chuvoso, levando a uma menor recuperação de sementes na colheita. Todavia, no período mais seco, com estresse de umidade, houve melhoria na viabilidade de sementes. Nos espaçamentos de 45 e 135 cm entre linhas de *Paspalum guenoarum* Arech., a germinação aumentou até a dose de 150 kg N/ha, onde foi máxima, reduzindo, em seguida, com a aplicação de 300 kg N/ha (Pinto, 1982). Condé e Garcia (1988) obtiveram efeitos quadráticos para germinação e valor cultural de sementes de capim-colonião (*Panicum maximum* Jacq.), sendo que a máxima germinação (40,29%) e maior valor cultural (17,19%) foram alcançados com a aplicação de 135 e 120 kg/ha de N, respectivamente. Com relação à qualidade fisiológica das sementes de milho, Scheffer (1981) observou que os efeitos dos métodos de semeadura e do N sobre a taxa de germinação não foram significativos. Nesse experimento, a aplicação de doses crescentes de N ocasionou um aumento linear no vigor das sementes. Esta resposta foi dependente do método de semeadura. Segundo o autor, não se tem uma explicação plausível para o fato do espaçamento de 0,50 m entre linhas apresentar as sementes mais vigorosas. Rezende (1988), em trabalho com capim-colonião, concluiu que o N foi responsável pela maior produção de sementes, sem, contudo, favorecer o seu valor cultural.

2.3 Influência do método de semeadura nos componentes da produção, no rendimento e na qualidade de sementes de gramíneas forrageiras, com ênfase para as anuais.

A distribuição espacial das plantas na área está relacionada com os métodos de estabelecimento da cultura. A literatura relata que o arranjo adequado das plantas favorece o aproveitamento de água, luz e nutrientes pela cultura. As plantas forrageiras cultivadas para a produção de sementes podem ser estabelecidas pelos métodos a lanço, em linha e em covas, nas mais variadas densidades de semeadura.

Segundo Humphreys e Riveros (1986), elevadas densidades de plantas usualmente aumentam a produção total de forragem. Pelo contrário, densidades muito baixas ou muito elevadas reduzem a produção de sementes. Para estes autores, os principais benefícios da cultura estabelecida em linhas são os seguintes:

1º) Reduzidas taxas de semeadura proporcionam a utilização de maiores áreas, a partir de uma quantidade limitada de semente genética ou básica.

2º) A inspeção da cultura fica facilitada, permitindo a identificação e arranquio das plantas atípicas.

3º) O controle de plantas daninhas é facilitado.

4º) Fica garantido um suprimento mais regular de nutrientes, luz e umidade para a cultura.

5º) Baixas densidades de plantas, com um espaçamento entre linhas apropriado, pode-se proporcionar melhores condições de luminosidade para os perfilhos férteis.

Para manter a população de plantas quando se aumenta o espaçamento entre linhas de uma determinada cultura, eleva-se também o número de plantas na linha, dentro de

uma mesma densidade de semeadura. Nos EUA, M'Khaitir e Vanderlip (1992) não constataram efeito da população de plantas de milho sobre a produção de sementes. Entretanto, a produção de grãos de sorgo foi aumentada com a elevação do número de plantas/ha. Esses autores relataram que o principal componente afetado pela população de plantas de milho foi o número de perfilhos/planta. O maior número de panículas/planta compensou a produção de sementes de milho nas baixas populações de plantas. Contudo, em populações elevadas, quando se aumenta o número de plantas na linha ou o espaçamento entre linhas, o número de panículas/planta tende a diminuir.

Para Humphreys e Riveros (1986), deve-se estabelecer experimentalmente padrões de espaçamento e densidade de plantio ótimos para a produção de sementes. Mahendra e Kaushik (1973), trabalhando com híbridos de milho em três densidades de plantas (100000, 175000 e 250000 plantas/ha), verificaram que a densidade média (175000 plantas/ha) proporcionou a maior produção de grãos. Na densidade baixa (100000 plantas/ha) observou-se um maior perfilhamento, favorecido, provavelmente, pela menor competição dentro da linha. Entretanto, o maior número de perfilhos não se refletiu em maior produção de sementes.

Alguns trabalhos relatam aumentos nas produções de sementes de sorgo com a elevação do número de plantas/ha (Karchi e Rudich, 1966; Machado et al., 1976; M'Khaitir e Vanderlip, 1992).

O espaçamento entre linhas pode alterar significativamente os componentes da produção de sementes. Machado et al. (1976) observaram, que as panículas de sorgo foram maiores nos espaçamentos de 0,70 e 0,90 m, em relação a 0,50 m, e que em densidades populacionais mais elevadas as panículas foram menores. Em relação ao peso das

sementes/panícula, o espaçamento de 0,90 m foi superior ao de 0,50 m. A relação nº panículas/nº de plantas e o rendimento de grãos não foram influenciados pelos espaçamentos estudados.

Nos EUA, Bueno (1982), em estudos com sorgo granífero (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), verificou que a produção de grãos e os componentes da produção foram significativamente afetados pela variação nos espaçamentos testados. As plantas cultivadas no espaçamento reduzido (0,51 m) apresentaram maior produção de grãos e maior número de panículas e sementes por panícula; por outro lado, as sementes mais pesadas foram produzidas no espaçamento mais amplo (1,02 m). As variações nas densidades de perfilhos, segundo aquele autor, não causaram modificações no peso das sementes mas apresentaram influência significativa nos números de panículas e sementes por panícula, com os maiores números obtidos na baixa densidade de perfilhos. Estes resultados discordam, em parte, dos obtidos por Fukai e Foale (1988), em Queensland, os quais mostraram que o peso de grãos não foi influenciado pelos espaçamentos, no estudo de cinco cultivares de sorgo. A principal diferença na produção de grãos decorreu do número de grãos por panícula, no espaçamento amplo (1,67 m), quando comparado com o espaçamento estreito (0,33 m), embora tenha ocorrido um pequeno efeito positivo na produção, proporcionado pela maior densidade de panículas no espaçamento mais amplo.

Quando se faz a semeadura em covas, especialmente em espécies cespitosas e de grande porte, a operação de colheita de sementes fica facilitada pois há formação de touceiras, favorecendo o acesso às plantas, particularmente na colheita manual. Pedreira, Oliveira e Alcântara (1976) estudaram a cultura de capim-colonião estabelecida em linhas (0,50 m entre linhas) e em covas (0,50 x 0,50 m). Estes autores observaram que a cultura estabelecida em linhas produziu um maior número de perfilhos/área. No entanto, a percentagem de

florescimento foi mais alta no plantio em covas. Não foi constatada diferença significativa no rendimento de sementes aparentes entre os métodos semeadura. Na Nigéria, Klaij e Hoogmoed (1993) encontraram maiores produções de sementes de milheto (340 kg/ha) na cultura estabelecida em covas (1,0 x 1,0 m), quando comparada com a estabelecida em linhas espaçadas de 0,75 m. A cultura estabelecida em linhas produziu 270 kg/ha, ou seja, 20,6% a menos do que o primeiro método citado. Estas produções, segundo os autores, foram baixas porque da semeadura até a colheita apenas 190 mm de chuvas foram registrados. Na cultura estabelecida em linhas observou-se um maior número de perfilhos/área, concordando assim com os resultados obtidos por Pedreira, Oliveira e Alcântara (1976). Por outro lado, no método covas ocorreu uma maior sobrevivência de perfilhos.

O PMS de sorgo não foi influenciado por diferentes populações de perfilhos, em estudos de Subramanian e Rao (1987). Em menores densidades de perfilhos a produção de grãos e o índice de colheita foram mais elevados (1700 kg/ha e 20,7%, respectivamente) do que em maiores densidades (1300 kg/ha e 15,8%). Houve uma associação linear negativa entre o número de grãos/panícula e a densidade de perfilhos, de acordo com os autores.

Boonman (1972a) verificou que não houve diferença significativa entre os métodos de semeadura a lanço e em linhas espaçadas de 0,50 e 1,00 m, sobre a produção de sementes puras viáveis de capim-de-Rhodes (*Chloris gayana* Kunth cv. Mbarara).

Alguns trabalhos têm demonstrado a superioridade da semeadura em linhas sobre a semeadura a lanço em espécies anuais de gramíneas (Mock e Heghin, 1976; Scheffer, 1981). Mock e Heghin (1976) demonstraram que a produção de grãos de milho foi significativamente reduzida na semeadura a lanço em relação a semeadura em linhas (6680 e 8320 kg/ha, respectivamente), no entanto a diferença na produção entre os métodos de

semeadura foi menor em baixas densidades de plantas. Foi constatado também um menor número de plantas estabelecidas por área na semeadura a lanço. Estes autores sugeriram que a desuniformidade da distribuição das plantas, nas parcelas semeadas a lanço, proporcionou uma menor movimentação de ar e, conseqüentemente, poderia ter levado a um menor suprimento de CO₂ às folhas, refletindo na produção de grãos.

A distribuição das plantas numa determinada área influencia o rendimento de sementes, uma vez que afeta a eficiência de utilização da água, luz e nutrientes, além de influenciar a própria emergência das plântulas (Scheffer, 1981). Este autor constatou uma significativa superioridade para o estabelecimento do milho em linhas sobre o plantio a lanço, no rendimento de sementes: 1026,6 kg/ha no lanço; 1364 kg/ha no espaçamento de 0,50 m e 1437,3 kg/ha no espaçamento de 1,00 m. O estabelecimento a lanço apresentou o menor número de panículas/ha, decorrente do menor número de plantas/m². Para comprimento de panículas não houve diferença significativa entre o método a lanço e a média dos espaçamentos de 0,50 e 1,00 m. Porém, no espaçamento maior foram encontradas as maiores panículas e as sementes mais pesadas, proporcionando maior rendimento de sementes. Nelson (1977), trabalhando com seis variedades de *Panicum miliaceum* L., obteve a maior produção de sementes (2430 kg/ha) no espaçamento adensado (0,18 m). No maior espaçamento (0,71 m) a produção de sementes foi menor (1700 kg/ha) e o peso de sementes tendeu a ser mais baixo neste espaçamento. Com relação às alturas de plantas, estas foram maiores no maior espaçamento. A maior competição por luz, provocada pela alta população dentro da linha no espaçamento amplo (0,71 m), resultou em plantas mais altas, embora neste espaçamento a competição na emergência das plântulas tenha provocado uma redução na população final de plantas. A população de plantas é fortemente dependente da quantidade de chuva durante o

ciclo da cultura (Bationo, Christianson e Baethgen, 1990). Segundo estes autores, quando se elevou a população de plantas de milho de 30000 para 60000 plantas/ha, em ano com baixa precipitação (100 mm), ocorreu pequena queda na produção de sementes. Entretanto, no ano mais chuvoso (400 mm) houve aumento na produção de sementes com a elevação da densidade de plantas. Estes resultados concordam com os obtidos por Steiner (1986), quando altas densidades de plantas nos espaçamentos de 0,38 m e 0,76 m reduziram a produção de grãos de híbridos de sorgo, sendo que altas populações podem ser muito adversas, em ano com baixa precipitação, decorrentes da rápida absorção de água pela cultura. Por outro lado, não houve efeito da redução do espaçamento sobre a produção de grãos no segundo ano do estudo, provavelmente devido às altas precipitações no período de crescimento.

Vários trabalhos demonstraram a superioridade na produção de grãos de sorgo e milho com a redução do espaçamento entre linhas (Porter, Jensen e Sletten, 1960; Robinson et al., 1964; Stickler e Wearden, 1965; Karchi e Rudich, 1966; Nelson, 1977). Outros trabalhos demonstraram indiferença na produção de grãos proporcionada pela variação no espaçamento (Scheffer, 1981; Steiner, 1986). Efeitos contrastantes parecem lógicos uma vez que as respostas na produção de grãos em função dos espaçamentos são fortemente dependentes da quantidade de água disponível e do nível de fertilidade do solo. Assim, Porter, Jensen e Sletten (1960) obtiveram produções de grãos de sorgo significativamente maiores nos espaçamentos de 30 e 50, cm quando comparados com 75 e 100 cm. Já no segundo ano de estudo, as maiores produções de grãos foram observadas nos espaçamentos reduzidos apenas quando se fez aplicações elevadas de N. Entretanto, no nível baixo de N as maiores produções foram obtidas nos espaçamentos mais amplos. Este efeito, segundo os autores, pode ter sido provocado pelo N residual do ano anterior. No espaçamento reduzido (30 cm) houve um maior número de

panículas por área em virtude do maior número de plantas estabelecidas. O peso de panícula foi maior no espaçamento amplo (100 cm) e inversamente proporcional ao número de plantas. Aqueles autores concluíram que a distribuição mais uniforme de plantas na área resultou no melhor aproveitamento de água, luz e nutrientes e, conseqüentemente, em maior produção de grãos nos espaçamentos mais estreitos. Estes resultados estão de acordo com os obtidos por Burnside, Fenster e Wicks (1964), isto é, maior número de panículas de sorgo/área com a redução do espaçamento e maior peso individual de panícula, maior PMS e maior altura de plantas com o aumento do espaçamento. Também, Robinson et al. (1964), em Minnesota, observaram que os dois componentes da produção, número de panículas de sorgo/área e número de sementes/panícula, tenderam a aumentar com a redução do espaçamento de 1,00 para 0,25 m, enquanto o peso de 100 sementes tendeu a decrescer no menor espaçamento. A produção de grãos aumentou linearmente com a redução no espaçamento. Talvez a menor competição dentro da linha no espaçamento reduzido provocou um maior número de plantas estabelecidas/ área e, conseqüentemente, maior número de panículas/área. Neste espaçamento as plantas acamaram mais do que no espaçamento amplo, segundo os autores. Stickler e Wearden (1965) também confirmaram esses resultados em Kansas, onde o espaçamento reduzido (0,50 m) na cultura de *Sorghum vulgare* Pers esteve associado principalmente ao maior número de panículas/área. Este comportamento é considerado normal pois à medida que se reduz a competição dentro da linha, as plantas perfilham mais e isto pode resultar em maior número de panículas/área. Com relação ao PMS, este foi maior no espaçamento de 1,00 m.

Em Israel a cultura do sorgo cresce na ausência de chuvas de verão. A cultura é inteiramente dependente do acúmulo de água no perfil do solo proveniente das chuvas de inverno. Sob essas condições, o número de plantas por unidade de área é da maior importância

para a produção econômica. O espaçamento usado depende da quantidade disponível de água no solo (Karchi e Rudich, 1966). Estes autores, em dois anos de estudo, verificaram que o aumento do espaçamento de 1,00 para 2,00 m proporcionou uma maior quantidade de água reservada no solo e um decréscimo no número de panículas/m², enquanto o peso de panículas, número de sementes/panícula e o PMS sofreram acréscimos. Foi observada uma associação inversa entre o número de panículas/m² e o peso de panículas. Desta forma, no espaçamento amplo (2,00 m) o maior tamanho de panículas não foi suficiente para compensar o menor número de panículas/m², proporcionando menores produções de grãos.

Com relação a qualidade fisiológica de sementes, alguns trabalhos têm mostrado efeitos não significativos quando se altera o espaçamento. Boonman (1972a), no Kenya, não encontrou resposta na produção de sementes puras viáveis de capim-de-Rhodes sob vários espaçamentos. Em Nebraska, Burnside, Fenster e Wicks (1964) não encontraram efeito do espaçamento na germinação de sementes de sorgo granífero. No entanto, Scheffer (1981) constatou a presença das sementes mais vigorosas de milho no espaçamento de 0,50 m, quando comparado com o espaçamento de 1,00 m e com o plantio a lanço. Para este autor, não se tem uma explicação convincente para o fato do espaçamento de 0,50 m entre linhas apresentar as sementes mais vigorosas. Stickler e Laude (1960) não encontraram influência do espaçamento no tamanho de sementes de híbridos de sorgo granífero.

2.4 Influência do nitrogênio e métodos de semeadura sobre o rendimento e a qualidade da forragem no pós-colheita de sementes, com ênfase para as gramíneas anuais

No processo de produção de sementes de plantas forrageiras o material de pós-colheita de sementes pode se constituir em alimento alternativo para o rebanho em determinadas regiões. Lal, Kaushik e Gautam (1992), em trabalho com milho na Índia, verificaram que a produção de MS após a colheita de sementes foi influenciada pelas doses de N, sendo que a maior produção (5300 kg MS/ha) foi obtida com a dose de 80 kg N/ha. Porém, a resposta foi significativa até a dose de 40 kg N/ha; a partir daí as doses de N proporcionaram apenas pequenos acréscimos na produção. Em trabalho semelhante, Lal (1979) empregou com quatro doses de N (0, 60, 120 e 180 kg/ha) na cultura do milho. Com a maior dose (180 kg N/ha) foi observado decréscimo na produção de forragem em relação a dose média (120 kg N/ha). Reduções na produção com altas doses de N também foram relatadas por outros autores (Singh e Maurya, 1969 e Deosthale, Rao e Pant, 1974). Patel, Patel e Sadhu (1992) trabalharam com doses de 0, 20, 50 e 75 kg N/ha em sorgo e obtiveram rendimentos de 7320, 9050, 10020 e 10090 kg MS/ha, respectivamente. O aumento da produção de MS com a aplicação de N foi atribuído ao maior perfilhamento e a maior altura de plantas. Com relação aos teores de PB, não houve diferenças significativas para as diferentes doses, no entanto o rendimento de PB aumentou com as doses de N. Observações semelhantes foram feitas anteriormente por Jung et al. (1964), os quais atribuíram ao maior perfilhamento provocado pela alta dose de N (333 kg/ha), a mais alta produção de MS de capim-sudão (*Sorghum sudanense* (Piper) Stapf). Neste caso, o teor de PB aumentou significativamente com as doses de N, o que não foi constatado por Patel, Patel e Sadhu (1992).

Segundo Humphreys e Riveros (1986), altas densidades de plantas normalmente aumentam a produção de forragem. Bationo, Christianson e Baethgen (1990), na Nigéria, verificaram que a produção de palha de milho aumentou quando variou a densidade de plantas de 15000 para 120000 plantas/ha. Este aumento correspondeu a 61% a mais de MS. Ficou assim evidenciado que o aumento no número de plantas/ha, em razão da redução do espaçamento, proporcionou maiores produções de palha, particularmente no ano em que ocorreram chuvas intensas no período inicial da cultura, promovendo o rápido crescimento das plantas.

Quando se compara o método de semeadura a lanço com o método em linhas verifica-se uma superioridade deste último quanto a produção de MS (Burger e Campbell, 1961). Esses autores associaram a maior produção de MS de capim-sudão com o maior perfilhamento das plantas.

Na Califórnia, Worker Jr. (1973) trabalhou com capim-sudão cultivado sob quatro espaçamentos (0,36; 0,53; 0,71 e 0,89 m) e cortado nos estádios vegetativo e reprodutivo. Em ambos os estádios a produção de MS foi maior no espaçamento reduzido (0,36 m); isto sugere que no estádio de pós-colheita de sementes a produção de MS possivelmente teria comportamento semelhante. Para 0,36; 0,53; 0,71 e 0,89 m entre linhas os teores foram, respectivamente, de 12,3; 12,9; 13,1 e 14,4% de PB no estádio vegetativo e no reprodutivo os teores foram de 8,0; 7,5; 8,0 e 7,1% para os respectivos espaçamentos. Já o rendimento de PB (kg/ha) tendeu a decrescer com o aumento do espaçamento. Hart e Burton (1965), na Georgia, analisaram o comportamento da cultura do milho sob três diferentes espaçamentos (0,18; 0,60 e 0,90 m). Neste trabalho verificaram-se que no menor espaçamento (0,18 m) a produção de forragem foi maior no ano em que as chuvas foram acima do normal e

que em condições normais de precipitação, nos espaçamentos maiores (0,60 e 0,90 m), a produção de MS foi menor. Em condições de seca mais severa não houve diferença na produção de forragem entre os diversos espaçamentos. De acordo com os autores, o milheto em espaçamentos amplos foi menos eficiente na utilização de luz, água e N quando houve alta disponibilidade de água, principalmente no ano em que ocorreu chuvas pesadas e favoreceu a lixiviação de N, provavelmente porque nos espaçamentos amplos (0,60 e 0,90) a cultura não teria proporcionado uma cobertura adequada do solo. O teor de PB diferiu significativamente entre os espaçamentos em apenas um dos anos do experimento, sendo superior no espaçamento amplo (0,90 m). Em experimento com milheto, Lira et al. (1976) testaram três espaçamentos na Zona do Agreste de Pernambuco (0,40; 0,80 e 1,20 m) e constataram um aumento na produção de MS com a redução no espaçamento. Quanto ao número de plantas/ha, não foi detectada diferença significativa entre as densidades de 100 e 300 mil plantas/ha na produção de MS. Segundo estes autores, sob espaçamentos amplos a rebrota do milheto é favorecida, porém nesse trabalho este fato não se verificou, possivelmente, devido a não aplicação de N em cobertura e a boa distribuição da precipitação, bem como o atraso do primeiro corte. Ao contrário, Pereira, Obeid e Barbosa (1989), estudando os espaçamentos de 0,50; 0,75 e 1,00 m entre linhas, não encontraram diferenças na produção de MS de sorgo; provavelmente, fatores ambientais, notadamente a disponibilidade de água, não permitiram diferenças significativas entre os espaçamentos.

2.4.1 Considerações sobre a composição mineral da forragem de milho

A forragem de milho, após atingir o estágio reprodutivo pode apresentar maiores variações na composição mineral, quando comparado com o estágio vegetativo; no entanto, a forragem no pós-colheita de sementes pode ser considerado ainda de boa qualidade para a alimentação de animais. Stobbs (1975) em trabalho com milho 'Tamworth', *Echinochloa crusgalli* var. *edulis* e *Sorghum* spp híbrido cv. Zulu, observou que houve um rápido declínio no teor de N de folhas e caules com a maturidade, particularmente entre 4 e 8 semanas após o plantio. Para todas as espécies o teor de N foi mais alto nas folhas quando comparado com o caule. Do total de N recuperado na forragem de milho (63 kg N/ha), 12 semanas após a semeadura, 11 17 e 35 kg N/ha faziam parte da composição de inflorescências, caules e folhas, respectivamente. Na fase vegetativa foram encontrados nas folhas 0,32% de Ca e 0,19% de P; 4,44% de K e 0,21% de Mg. Nos caules os teores foram de 0,25% de Ca e 0,20% de P; 5,93% de K e 0,25% de Mg. Nas inflorescências, 0,10% de Ca e 0,29% de P; 1,20% de K e 0,19% de Mg. Gupta, Singh e Sharda (1981) determinaram os teores de Ca e Mg na forragem de milho e obtiveram 1,05 e 0,10%, respectivamente.

A interação entre os minerais normalmente ocorre. Salcedo, Sampaio e Andrade (1982) verificaram interação entre P e K, ou seja, a aplicação de K favoreceu a absorção de P pelas plantas de milho; por outro lado, desfavoreceu a assimilação de Ca e Mg. Neste trabalho é importante destacar que o milho atingiu produções de MS comparáveis, com teores de P, K, Ca e Mg bastante variáveis. Os teores dos minerais encontrados na forragem testemunha foram 0,09% de P; 1,42% de K; 1,31% de Ca e 0,80% de Mg. Mattos (1995),

doses de N e efetuando cinco cortes na cultura do milho, encontrou a seguinte composição mineral: 0,22% de P; 2,4% de K; 0,71% de Ca e 0,28% de Mg (média de cinco cortes). Não foi registrado efeito das doses de N sobre os teores de P, em desacordo com os resultados obtidos pelo mesmo autor em casa de vegetação, onde a concentração de P respondeu positivamente às doses crescentes de N. Uma resposta linear negativa do teor de K às doses de N foi observada no 5º corte, porém as variações nos teores de Mg em resposta às doses de N foram lineares e positivas no 2º e 3º cortes; já os teores de Ca foram afetados pela adubação nitrogenada apenas no 1º corte.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização do experimento

O experimento foi conduzido a campo na área experimental do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras (UFLA) situada a 21°14'30" de LS e 45°00'10" O, no município de Lavras-MG. O local apresenta altitude média de 910m.

3.2 Caracterização edafo-climática

O clima da região enquadra-se no tipo Cwb da classificação de Köppen, tendo duas estações definidas: seca, de abril a setembro, e chuvosa, de outubro a março. A precipitação anual média é de 1493,2 mm, com temperaturas médias de máxima e mínima de 26,0 e 14,66°C, respectivamente (Vilela e Ramalho, 1979).

Os valores médios mensais de temperaturas máximas, mínimas e médias, bem como a precipitação média mensal no período experimental encontram-se na Tabela 1.

O solo utilizado foi um latossolo roxo argiloso. O resultado da análise do solo foi a seguinte: pH em água - 5,20; P - 3 e K - 28 ppm; Ca - 2,9, Mg - 0,6, Al - 0,1, H + Al - 4, soma de bases trocáveis - 3,6 e CTC efetiva - 3,7 meq/100 cm³; saturação de bases - 47,5 e matéria orgânica - 4,3%.

TABELA 1. Precipitação pluviométrica e temperaturas médias, máximas e mínimas no período experimental.

Meses	Precipitação (mm)		TEMPERATURA °C					
			Média do ar		Média das máximas		Média das mínimas	
	ocorrida	normal*	ocorrida	normal*	ocorrida	normal*	ocorrida	normal*
Novembro/94	127,4	213,0	21,9	20,9	27,9	27,2	17,5	16,6
Dezembro	316,8	295,8	22,6	21,1	29,0	27,3	18,2	17,3
Janeiro	200,2	272,4	23,7	21,7	30,3	27,8	18,9	17,7
Fevereiro	339,5	192,3	22,6	22,1	28,4	28,4	18,7	17,9
Março	124,8	174,0	22,4	20,9	28,8	27,0	18,0	17,3
Abril/95	64,6	67,0	20,6	19,8	27,5	25,4	16,0	15,4

* Normais - padrão do período de 1965/90 para Lavras - MG.

3.3 Experimento

3.3.1 Tratamentos

Os tratamentos estudados foram doses de N e métodos de semeadura, como a seguir:

Doses de N: 0; 60; 120 e 180 kg/ha, sob a forma de sulfato de amônio.

Métodos de semeadura: a lanço; 0,40; 0,80 e 1,20 m entre linhas.

3.3.2 Delineamento experimental e dimensões das parcelas

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com quatro repetições, sendo os tratamentos dispostos num esquema de parcelas subdivididas. Nas parcelas primárias foram distribuídos aleatoriamente os métodos de semeadura e nas sub-parcelas as doses de N. Com exceção do tratamento lanço, as subparcelas foram constituídas por seis

linhas de 6,0 m de comprimento e largura variável em função dos espaçamentos. Nestas, duas linhas laterais de cada lado e um metro em cada extremidade da linha constituíam as bordaduras. No tratamento lanço a subparcela foi de 2,0 x 6,0 m, sendo que 0,5 m de cada margem e 1,0 m de cada extremidade constituíram as suas bordaduras. As dimensões e áreas, total das parcelas e total e útil das subparcelas, são fornecidas a seguir:

Método de semeadura (m)	Dimensões Parcelas (m)	Área Total Parcelas (m ²)	Área Total Subparcelas (m ²)	Área Útil Subparcelas (m ²)
Lanço	8,0 x 6,0	48,0	12,0	4,0
0,40	9,6 x 6,0	57,6	14,4	3,2
0,80	19,2 x 6,0	115,2	28,8	6,4
1,20	28,8 x 6,0	172,8	43,2	9,6

Entre os blocos deixou-se uma faixa de 1,0 m de largura. As dimensões do experimento eram de 13,0 m de largura por 132,2 m de comprimento, portanto uma área total de 1718,6 m².

3.3.3 Instalação e condução do experimento

3.3.3.1 Preparo, correção e adubação do solo

Foi efetuada uma calagem prévia no dia 28/09/94, na dosagem de 2,0 t/ha de calcário com PRNT 99% e, posteriormente, foi feita a incorporação em 10/10/94, utilizando uma grade pesada. No dia 23/11/94 foi efetuada uma aração e uma gradagem leve.

Baseado no resultado da análise de solo foi feita a aplicação de superfosfato simples, na base de 100 kg de P_2O_5 / ha e cloreto de potássio, na base de 60 kg de K_2O /ha. A aplicação foi feita no sulco de plantio no método de semeadura em linhas e no método a lanço o adubo foi espalhado superficialmente e posteriormente incorporado com enxada.

3.3.3.2 Semeadura

A semeadura foi efetuada em 30/11/94, manualmente, distribuindo-se as sementes no sulco de plantio no método de semeadura em linhas e no método a lanço, espalhadas superficialmente. A densidade de semeadura foi de 10 kg de sementes comerciais por hectare (9,35 kg/ha de sementes puras viáveis), porém no tratamento lanço a densidade foi corrigida para 15 kg de sementes comerciais/ha (14,02 kg/ha de sementes puras viáveis). As sementes utilizadas foram analisadas no laboratório de análise de sementes da UFLA e apresentaram 99,5% de pureza e 94% de germinação, sendo o seu valor cultural igual a 93,5%.

3.3.3.3 Controle de plantas daninhas e tratos culturais

Em 20/12/94 foi efetuada a primeira capina manual com o objetivo de eliminar a concorrência de plantas daninhas, principalmente *Brachiaria plantaginea* (Link) Hitchc. Com 34 dias após a semeadura foi efetuada uma segunda capina manual.

Em 16/12/94 aplicou-se a metade das doses de N. No método de semeadura a lanço o adubo foi aplicado também a lanço; nas demais subparcelas a aplicação foi feita a 15

cm das linhas. Em 05/01/95, ou seja, 36 dias após a semeadura foi feita a aplicação da outra metade do adubo nitrogenado.

3.3.4 Avaliações por ocasião da colheita

3.3.4.1 Determinação da altura de planta

Foram tomadas as alturas de seis plantas por subparcela, sendo duas plantas entre as mais altas, duas com alturas médias e duas entre as mais baixas.

3.3.4.2 Determinação do nº total de perfilhos/m² (NTP/m²)

O NTP/m² foi obtido através da contagem de perfilhos em dois metros lineares, ou seja, um metro em cada uma das linhas da área útil para posterior estimativa do NTP/m². No tratamento lanço a contagem foi feita diretamente em 1,0m². Posteriormente, obteve-se o nº total de perfilhos férteis/m² (NPF/m²), subtraindo-se do NTP/m² o número de perfilhos vegetativos/m².

3.3.4.3 Colheita de sementes e da forragem

Em 10/04/95, ou seja, com 131 dias após a semeadura foi realizada a colheita de sementes na área útil das subparcelas. As plantas foram cortadas ao nível do solo, destacando-se as panículas que se encontravam maduras; esta operação foi feita sobre uma lona encerada

para evitar o contato das panículas com o solo, evitando-se assim perdas de sementes pelo debulhamento. As panículas colhidas foram acondicionadas em sacos de pano devidamente etiquetados.

Retirou-se aleatoriamente seis panículas na área útil de cada subparcela, acondicionando-as em sacos de papel para determinação posterior dos componentes comprimento e diâmetro de panícula.

Em seguida, foi realizada a pesagem da forragem (constituída de caules, folhas, hastes de panícula e panículas verdes), da qual foi retirada uma amostra de aproximadamente 300g , sendo este material embalado em sacos de papel para futuras análises laboratoriais. Esta amostra de forragem era constituída de três perfilhos representativos da subparcela.

3.3.4.4 Determinação das características das panículas

a - Comprimento da panícula

Obtido com o emprego de régua milimetrada determinou-se o comprimento, da extremidade até a base da panícula, de seis panículas, sendo duas menores, duas médias e duas maiores, considerando-se o comprimento médio.

b - Diâmetro da panícula

O diâmetro da panícula foi determinado com o auxílio de um paquímetro no ponto médio de cada uma das seis panículas, para posterior obtenção do diâmetro médio.

c - Peso de grãos por panícula (PGP)

Foi estimado a partir da produção de sementes da área útil da subparcela e do número de panículas nesta mesma área.

3.3.4.5 Determinação do rendimento de matéria seca (RMS)

As amostras de forragem foram colocadas em estufa de ventilação forçada a 65°C até atingir peso seco constante, obtendo-se assim a amostra seca ao ar (ASA). Em seguida, as amostras secas foram moídas em moinho do tipo Willey e acondicionadas em frascos plásticos.

O RMS/ha foi estimado a partir do teor de MS e da produção de forragem na área útil da subparcela.

3.3.4.6 Determinação do N total para estimativa de proteína bruta (PB)

O N total da forragem foi determinado pelo método de Kjeldhal, descrito por Bremner (1965). Os teores de PB foram estimados multiplicando-se o teor de N encontrado na forragem pelo fator 6,25. A percentagem de PB foi corrigida para matéria seca total determinada a 105°C. Foram feitas duas amostras de laboratório para cada uma repetição de campo.

3.3.5 Trilha e limpeza das sementes

Após a colheita, as sementes passaram por um período de 60 dias para completar o processo de secagem, em sacos de pano sem contato com o solo. Decorrido este período iniciou-se a trilha, destacando-se as espiguetas da ráquis manualmente. Posteriormente, com o auxílio de uma peça de madeira envolvida com borracha, foi feita uma fricção das sementes em piso de cimento liso. Em seguida, separou-se as sementes do resíduo (palha e pó) com o auxílio de um rodo de borracha. A operação de trilha foi repetida por causa da dificuldade de separação das sementes das glumas e cerdas.

O material trilhado sofreu um processo de limpeza em um conjunto de três peneiras de arame sobre uma lona plástica para se evitar perdas. Juntamente com a passagem do material pelas peneiras fez-se também uma abanação das sementes. Estas foram pesadas em balança de precisão de 1g para a estimativa do rendimento por área e acondicionadas em sacos de papel.

3.3.6 Variáveis relacionadas com a qualidade das sementes

3.3.6.1 Pureza física das sementes (PZF)

Utilizou-se uma amostra de trabalho de 15g, empregando-se um assoprador do tipo “South Dakota”, próprio para sementes leves e pequenas. Trabalhou-se com abertura de ar de 1,5, ou seja, metade da abertura total, durante 30 segundos, separando-se as sementes puras em um recipiente e em outro as impurezas (pó, glumas, sementes chochas e quebradas). Para

completar a separação, as sementes puras foram pressionadas com uma pinça para detectar a presença de eventuais sementes chochas não separadas no assoprador. Finalmente, pesou-se, separadamente, as sementes puras e impurezas para a estimativa da percentagem de pureza física.

3.3.6.2 Germinação (GER)

O teste de germinação foi realizado em caixas plásticas tipo “gerbox”, tendo como substrato duas folhas de papel marca Germibox umidecidos adequadamente. Empregou-se duas amostras de 100 sementes para cada uma repetição de campo. As caixas foram colocadas em germinadores com temperatura diurna de 35°C e noturna de 20°C, com iluminação durante o período de 8 horas associado à temperatura mais alta.

As avaliações foram feitas aos 3 e 7 dias após a sementeira e seguiram as prescrições das Regras para Análise de Sementes (Brasil, 1992).

3.3.6.3 Peso de mil sementes (PMS)

Obtido pela pesagem de oito repetições de 100 sementes puras, em balança analítica com precisão de 0,01g, considerando-se um coeficiente de variação abaixo de 6,0%, conforme as prescrições das Regras para Análise de Sementes (Brasil, 1992). As sementes foram contadas manualmente com o auxílio de uma pinça.

3.4 Análise estatística

As análises estatísticas foram feitas em computador, utilizando-se o programa SANEST (Zonta e Machado, 1989). Os efeitos de doses de N, quando significativos (Teste F) foram desdobrados em regressão linear e quadrática e os métodos de semeadura tiveram as suas médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, dentro de cada dose de N, quando a interação métodos de semeadura x doses de N foi significativa (Teste F).

A única variável, cujas observações sofreram transformações para arc sen

$\sqrt{\frac{X}{100}}$ foi a percentagem de valor cultural de sementes.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A apresentação dos resultados e sua discussão está dividida em duas partes. A primeira está dividida em variáveis relacionadas com o rendimento de sementes aparentes, variáveis relacionadas com a qualidade das sementes e o próprio rendimento de sementes de milho. A segunda parte refere-se ao rendimento e qualidade da forragem no pós-colheita de sementes de milho.

4.1 Variáveis relacionadas com o rendimento de sementes aparentes

4.1.1 Número de panículas/ha

A análise de variância (Tabela 2) revelou significância ($P < 0,05$) para o efeito de métodos de semeadura e N sobre o número de panículas/ha (NP/ha).

O NP/ha aumentou com as doses de N. Esta relação foi melhor explicada por uma regressão linear (Figura 1).

O aumento do número de perfilhos em gramíneas é um dos principais benefícios do N, sendo que este maior número de perfilhos pode corresponder a um maior número de “sítios” a serem ocupadas pelas inflorescências (Humphreys e Riveros, 1986). Lal, Kaushik e Gautam (1992) constataram também um aumento no número de perfilhos de milho com

aplicações de doses de 0 a 80 kg N/ha, proporcionando um maior número de panículas/ha. Scheffer (1981) trabalhou com milho e sugeriu que a alta densidade populacional alcançada foi uma das causas da não resposta ao N sobre a densidade de perfilhos férteis. No presente trabalho isto não se confirmou pois a densidade de plantas também foi elevada, mesmo assim houve aumento do NP/ha frente as doses de N.

TABELA 2. Análise de variância número de panículas de milho/ha, de acordo com o delineamento experimental e os tratamentos utilizados.

Causas de variação	GL	QM	F	PROB.
Método (M)	3	236658,11	3,92	0,047 *
Bloco	3	30020,70	0,49	0,695 NS
Resíduo (A)	9	60304,23		
Parcelas	15			
Nitrogênio (N)	3	116006,29	4,73	0,007 *
M x N	9	20018,00	0,81	0,600 NS
Resíduo (B)	36	24475,19		
Média Geral = 680,68		C.V.A = 18,0%		C.V.B = 22,9%

NS = não significativo; * Significativo ($P < 0,05$)

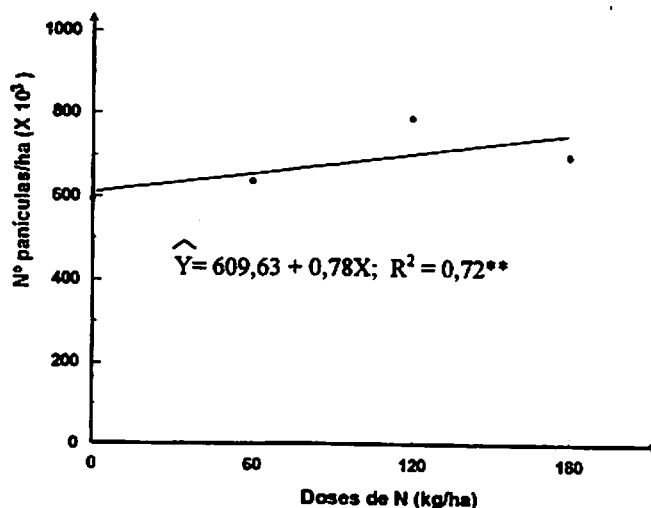


FIGURA 1. Número de panículas de milho/ha em função de doses de N.

O NP/ha foi menor quando se utilizou o espaçamento de 1,20 m, sendo que nos espaçamentos 0,40 e 0,80 m entre linhas o NP/ha foi intermediário entre o espaçamento de 1,20 m e o método de semeadura a lanço (Tabela 3). Com relação ao espaçamento entre linhas, vários trabalhos demonstraram que ocorre um aumento no NP/ha com a redução do espaçamento (Porter, Jensen e Sletten, 1960; Robinson 1964; Nelson, 1977). Porter, Jensen e Sletten (1960) atribuíram ao maior número de plantas de sorgo (*Sorghum* sp) estabelecidas no espaçamento reduzido, a sua maior produção de panículas por área. Os autores sugerem que, talvez, uma menor competição dentro da linha no espaçamento reduzido provoca um maior número de plantas estabelecidas e, conseqüentemente, maior número de panículas/área. Stickler e Wearden (1965) também confirmaram estes resultados, trabalhando com sorgo (*Sorghum vulgare* Pers). O método de semeadura a lanço proporcionou um maior NP/ha, em desacordo com o estudo de Scheffer (1981). No presente estudo, esta superioridade do método a lanço em NP/ha certamente originou dos maiores números de perfilhos totais e férteis de milho, também no método a lanço.

TABELA 3 Número de panículas de milho/ha em função de métodos de semeadura.

Métodos	Médias (x 10 ³)
Lanço	852,812 a
0,40 m entre linhas	677,068 ab
0,80 m entre linhas	612,693 ab
1,20 m entre linhas	580,138 b

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey (P < 0,05).

4.1.2. Comprimento das panículas

A análise de variância (Tabela 4) revelou significância ($P < 0,05$) para o efeito de métodos de semeadura, doses de N e da interação M x N sobre o comprimento da panícula (CP).

TABELA 4 Análise de variância comprimento das panículas de milho, de acordo com o delineamento experimental e os tratamentos utilizados.

Causas de variação	G.L.	QM	F	PROB.
Método (M)	3	11,108	4,04	0,044 *
Bloco	3	0,690	0,25	0,858 N.S.
Resíduo (A)	9	2,743		
Parcelas	15			
Nitrogênio (N)	3	10,863	9,71	0,000 *
M x N	9	2,433	2,17	0,047 *
Resíduo (B)	36	1,117		
Média Geral = 18,92	C.V.A = 4,4%		C.V.B = 5,6%	

N.S. = não significativo; * Significativo ($P < 0,05$)

Esta variável aumentou linearmente com o aumento das doses de N, nos métodos de semeadura a lanço, 0,40 e 1,20 m entre linhas (Figura 2).

Myers (1978), trabalhando com sorgo granífero, observou que a aplicação de N aumentou o número de sementes/panícula e, conseqüentemente, ocasionou um aumento no tamanho da panícula. Scheffer (1981) verificou que aplicações crescentes de N (0, 100 e 200 kg/ha) aumentaram o tamanho das panículas de milho, sendo que esta relação de dependência pôde ser explicada por uma regressão linear. Subba Reddy et al. (1991) obtiveram aumentos na produção de grãos de sorgo com aplicações de 20, 40 e 80 kg N/ha e observaram que o

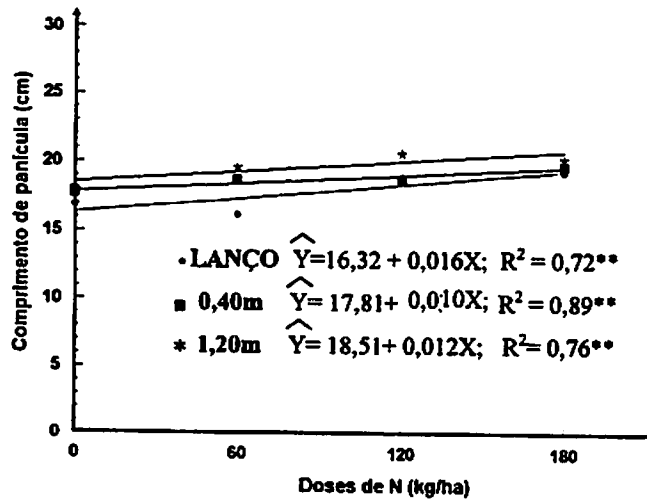


FIGURA 2. Comprimento de panículas de milho em função de doses de N.

comprimento das panículas foi um dos principais componentes da produção influenciado pelas doses de N. Outros trabalhos com sorgo (Roy e Wright, 1973 e Azeredo, Fontes e Cardoso, 1975) têm mostrado influência da aplicação de doses de N no peso médio de grãos/panícula que pode estar relacionado com o CP. O comprimento da panícula é um importante critério usado pelos produtores na seleção de panículas de milho para a obtenção de sementes para o plantio (Quendeba et al., 1993). Estes autores registraram 33,24 cm para o comprimento de panículas de milho em parcelas que receberam 23 kg N/ha.

Na dose de 60 kg N/ha o método de semeadura em linhas foi superior ao método a lanço, no entanto não houve diferença estatística ($P > 0,05$) entre as médias dos diversos espaçamentos (Tabela 5). Para as demais doses de N não foi constatada diferença estatística ($P > 0,05$) entre as médias de métodos, embora se observe uma tendência de superioridade do método de semeadura em linhas com o aumento do espaçamento.

TABELA 5. Comprimento de panículas de milho (cm) em função de métodos de semeadura e doses de N

Métodos	Doses de N (kg/ha)			
	0	60	120	180
Lanço	16,87 a	16,20 b	18,92 a	19,30 a
0,40 m entre linhas	17,72 a	18,70 a	18,70 a	19,72 a
0,80 m entre linhas	18,85 a	19,95 a	19,95 a	19,15 a
1,20 m entre linhas	18,10 a	19,60 a	20,62 a	20,27 a

Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Estes resultados discordam, em parte, das informações de Scheffer (1981), de que o tamanho da panícula no método de semeadura em linhas foi semelhante ao método a lanço. Machado et al. (1976), em estudo com sorgo, constataram que um elevado número de perfilhos totais/m² reduz o CP. Bueno (1982) observou que em elevada densidade de perfilhos de sorgo o número de sementes/panícula diminuiu.

Machado et al. (1976) verificaram que no espaçamento mais amplo o tamanho das panículas de sorgo foi maior, quando comparado com o espaçamento reduzido. Outros autores (Karchi e Rudich, 1966; Scheffer, 1981; Fukai e Foale, 1988) observaram o mesmo comportamento. Para Karchi e Rudich (1966) há uma relação inversa entre o tamanho da panícula e o número de panículas/ha. Scheffer (1981) obteve o maior CP de milho no espaçamento de 1,00 m, quando comparado com 0,50 m. Geralmente, o aumento no CP é acompanhado por um aumento no número de grãos. Fukai e Foale (1988) observaram um maior número de grãos de sorgo por panícula com o acréscimo do espaçamento entre linhas. Stickler e Wearden (1965) relataram também a relação inversa entre número de sementes/panícula e número de panículas/ha, no entanto Robinson et al. (1964) observaram que

os dois componentes da produção, número de sementes/panícula e número de panículas/ha tenderam a aumentar com a redução do espaçamento na cultura do sorgo.

Os componentes da produção de sementes exercem efeitos compensatórios na produção final. No trabalho de Karchi e Rudich (1966) o maior tamanho de panículas de sorgo obtido no espaçamento amplo não foi suficiente para compensar o menor número de panículas por área, proporcionando menores produções de grãos.

4.1.3 Peso médio de grãos/panícula

A análise de variância não revelou significância para o efeito de métodos de semeadura e N sobre o peso de grãos/panícula (PGP). Os valores médios de PGP foram os seguintes: 0,40 m - 3,10 g; 0,80 m - 4,04 g; 1,20 m - 3,62 g e lanço - 2,27 g.

O PGP de sorgo aumentou com o aumento dos espaçamentos entre linhas (Machado et al., 1976). Roy e Wright (1973) verificaram acréscimos nos PGP de sorgo com o aumento das doses de N. No presente estudo, a falta de resposta às doses de N provavelmente decorreu da alta densidade de panículas, ocasionando uma competição ao nível da panícula, uma vez que ocorreu aumentos nos comprimentos desta em função das doses de N.

4.1.4 Número total de perfilhos / m²

A análise de variância (Tabela 6) revelou significância ($P < 0,05$) para o efeito de métodos de semeadura, doses de N e da interação M x N sobre o número total de perfilhos / m² (NTP/m²).

TABELA 6 Análise de variância número total de perfilhos de milho/m² de acordo com o delineamento experimental e os tratamentos utilizados.

Causas de variação	G.L.	QM	F	PROB.
Método (M)	3	14872,166	28,51	0,000 *
Bloco	3	328,541	0,63	0,616 N.S.
Resíduo (A)	9	521,486		
Parcelas	15			
Nitrogênio (N)	3	1749,375	7,64	0,000 *
M x N	9	945,041	4,13	0,001 *
Resíduo (B)	36	228,750		
Média Geral = 79,50	C.V.A = 14,4%		C.V.B = 19,0%	

N.S. = não significativo; * significativo ($P < 0,05$).

No método de semeadura a lanço houve acréscimo progressivo até a dose de 180 kg N/ha. Esta relação foi melhor explicada por regressão linear (Figura 3). Já para o método de semeadura em linhas as doses de N não afetaram o NTP/m². Na Tabela 7 observa-se que na presença de N não foi constatada diferença significativa ($P > 0,05$) entre as médias do plantio em linhas, por outro lado o plantio a lanço propiciou maior NTP / m². Na ausência de N o método de semeadura a lanço foi equivalente ao plantio em linhas espaçadas de 0,40 m. Já nos espaçamentos mais amplos (0,80 e 1,20 m) as médias do NTP / m² foram iguais e inferiores as dos dois primeiros métodos.

A redução no NTP/m² à medida que se aumenta as distâncias entre linhas decorre da competição intralinear de plantas, pois a densidade de semeadura foi a mesma para os diversos espaçamentos testados.

Segundo Carámbula (1981), inicialmente o principal efeito do N é promover a aparição de novos perfilhos. No presente trabalho, este efeito foi observado no método de semeadura a lanço. As doses crescentes de N proporcionaram uma forte competição por água,

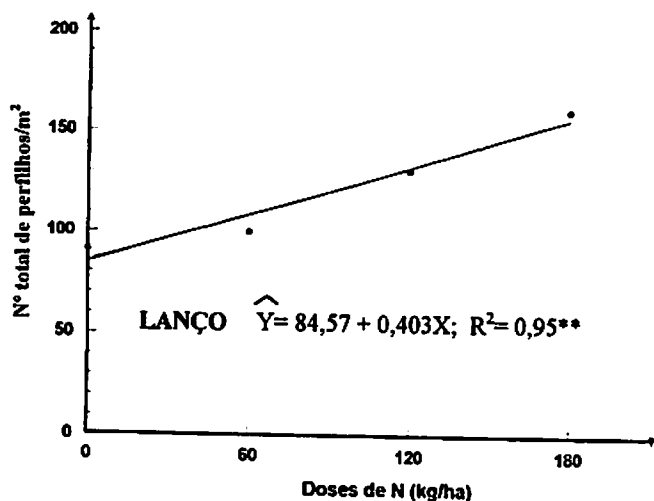


FIGURA 3. Número total de perfilhos de milho/m² em função de doses de N.

TABELA 7. Número total de perfilhos de milho/m² em função de métodos de semeadura e doses de N.

Métodos	Doses de N (kg/ha)			
	0	60	120	180
Lanço	91,00 a	100,00 a	131,25 a	161,25 a
0,40 m entre linhas	85,75 a	78,25 ab	89,00 b	81,50 b
0,80 m entre linhas	51,50 b	63,75 b	67,25 b	58,50 b
1,20 m entre linhas	43,00 b	52,75 b	59,50 b	57,75 b

Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey (P < 0,05)

luz e nutrientes, desfavorecendo assim o desenvolvimento destes perfilhos. Já no método de semeadura em linhas, com melhores condições de luminosidade e maior disponibilidade de água e nutrientes, foi constatada a presença de um menor NPT/m² porém mais vigorosos, principalmente nos menores espaçamentos onde a competição dentro da linha foi menor. Para Carámbula (1981), um segundo efeito do N seria o de fortalecer os perfilhos já existentes, ou

seja, torná-los mais vigorosos. A maior produção de sementes de sorgo e o mais alto índice de colheita foram obtidos por Subramanian e Rao (1987) nos tratamentos com as menores densidades de perfilhos. Estes resultados concordam com as observações feitas por Mahendra e Kaushik (1973), as quais evidenciam que o maior número de perfilhos não se refletiu em maior produção de sementes de milho. A exemplo do que foi obtido no presente estudo, o maior número de perfilhos no método a lanço não proporcionou os maiores rendimentos de sementes.

4.1.5 Número de perfilhos férteis / m²

A análise de variância (Tabela 8) revelou significância ($P < 0,05$) para o efeito de métodos de semeadura, doses de N e da interação M x N sobre o número de perfilhos férteis/m² (NPF/m²).

TABELA 8. Análise de variância do número de perfilhos férteis/m² de milho, de acordo com o delineamento experimental e os tratamentos utilizados.

Causas de variação	G.L.	QM	F	PROB.
Método (M)	3	13813,890	26,57	0,000 *
Bloco	3	481,307	0,92	0,531 N.S.
Resíduo (A)	9	519,793		
Parcelas	15			
Nitrogênio (N)	3	2129,932	9,59	0,000 *
M x N	9	1111,529	5,00	0,000 *
Resíduo (B)	36	221,921		
Média Geral = 71,26		C.V.A = 16,0%		C.V.B = 21,0%

N.S. = não significativo; * significativo ($P < 0,05$)

O NPF/m² praticamente seguiu o mesmo comportamento do NTP/m² discutido no item 4.1.5. No método a lanço, à medida que as doses de N aumentaram houve acréscimo no NPF/m² (Figura 4) e no método de semeadura em linhas as doses de N não influenciaram significativamente o NPF/m². Na Tabela 9 nota-se que o NPF/m² não diferiu entre 0,40; 0,80 e 1,20 m entre linhas, nas doses de 120 e 180 kg N/ha; nas doses de zero e 60 kg N/ha os métodos a lanço e em linhas espaçadas de 0,40 m não diferiram entre si. O método a lanço apresentou o maior NPF/m² em todas as doses de N, enquanto na ausência deste o espaçamento de 1,20 m entre linhas apresentou o menor NPF/m².

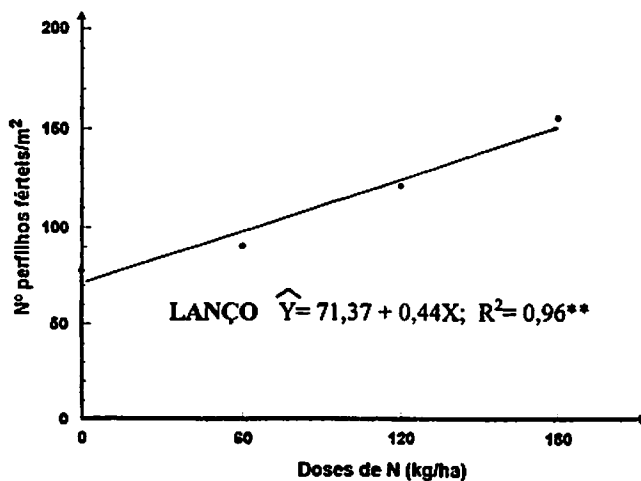


FIGURA 4. Número de perfilhos férteis/m² de milho em função de doses de N.

TABELA 9. Número de perfilhos férteis/m² de milho em função de métodos de semeadura e doses de N.

Métodos	Doses de N (Kg/ha)			
	0	60	120	180
Lanço	77,50 a	90,50 a	121,75 a	156,25 a
0,40 m entre linhas	75,00 ab	71,50 ab	77,75 b	73,00 b
0,80 m entre linhas	43,00 bc	56,25 b	62,25 b	51,25 b
1,20 m entre linhas	36,00 c	44,50 b	52,75 b	51,00 b

Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey (P < 0,05)

Para Carámbula (1981), o N, além de aumentar o número de perfilhos férteis, exerce outras influências importantes tais como a aceleração da iniciação floral, o aumento na velocidade de diferenciação floral e o aumento na velocidade de crescimento da inflorescência. No presente estudo, o efeito do N em aumentar o NPF/m² foi evidente no método de semeadura a lanço. Este efeito também foi verificado por Lal, Kaushik e Gautam (1992), quando as doses de N proporcionaram um maior número de perfilhos férteis/planta e, conseqüentemente, uma maior densidade de inflorescências.

Nos métodos de semeadura em linhas o N não exerceu influência sobre o NPF/m². Provavelmente, a alta densidade de plantas alcançada no presente trabalho, juntamente com o elevado teor de matéria orgânica do solo, tenham sido responsáveis por este comportamento. Scheffer (1981) atribuiu à alta densidade de plantas de milho, a indiferença ao N por parte da densidade de perfilhos. Além disso, segundo o autor, a grande maioria dos perfilhos reprodutivos constituiu-se de basilares primários e as variações no suprimento de N teriam pequeno efeito no número e peso seco de perfilhos primários, em comparação com os secundários, formados mais tarde.

Existe uma forte associação entre a densidade de panículas e a densidade de perfilhos férteis. No presente trabalho, o aumento do NP/ha frente as doses de N no plantio em linhas, provavelmente foi proporcionado pelo perfilhamento aéreo pois o NPF / m² foi obtido através da contagem de perfilhos basilares. Ocorreu uma alta correlação entre as variáveis NP/ha e NPF/m² ($r = 0,99$).

Para Azeredo, Fontes e Cardoso (1975) o fato da adubação nitrogenada não proporcionar efeito marcante na produção de grãos de sorgo e nos componentes da produção foi, possivelmente, devido a existência de matéria orgânica e N no solo em níveis adequados.

4.1.6 Rendimento de sementes aparentes

A análise de variância (Tabela 10) revelou significância para o efeito do N sobre o rendimento de sementes aparentes (RSA) de milho.

TABELA 10. Análise de variância do rendimento de sementes aparentes de milho, de acordo com o delineamento experimental e os tratamentos utilizados.

Causas de variação	G.L.	QM	F	PROB.
Método (M)	3	804216,432	0,67	0,592 N.S.
Bloco	3	2081379,289	1,74	0,227 N.S.
Resíduo (A)	9	1194321,104		
Parcelas	15			
Nitrogênio (N)	3	1717403,844	11,73	0,000 *
M x N	9	100439,667	0,68	0,717 N.S.
Resíduo (B)	36	146405,801		
Média Geral = 2515,58		C.V.A = 21,72%		C.V.B = 15,21%

N.S. = não significativo; * significativo ($P < 0,05$)

Verifica-se na Figura 5 que a relação entre o N e o RSA foi melhor explicada por uma regressão quadrática. Os maiores incrementos no RSA foram atingidos entre as doses 0 e 60 kg N/ha; já entre 60 e 120 kg N/ha os incrementos foram menores e a partir de 120 kg N/ha ocorreu um ligeiro decréscimo no RSA, o valor máximo estimado do RSA foi obtido na dose de 120 kgN/ha.

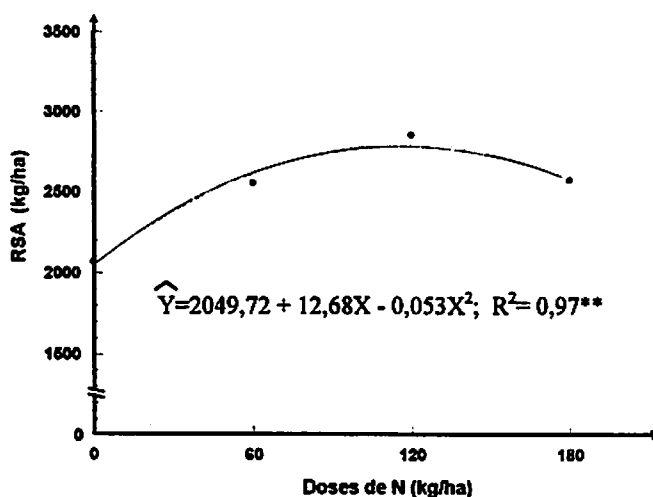


FIGURA 5. Rendimento de sementes aparentes (RSA) de milho em função de doses de N.

Para Humphreys e Riveros (1986), quando são feitas aplicações elevadas de N, efeitos negativos no rendimento de sementes podem ocorrer como consequência do desbalanço de outros nutrientes, estresse ambiental (seca e geadas) e problemas na recuperação de sementes em função do acamamento de plantas. Provavelmente, o decréscimo no RSA quando se elevou a dose de 120 para 180 kg N/ha foi ocasionado, sobretudo, pelo acamamento de plantas. De maneira semelhante, Mahendra e Kaushik (1973) observaram que as aplicações de N

aumentaram o rendimento de sementes de milho em dois anos de estudo, entretanto doses acima de 150 kg N/ha proporcionaram um significativo declínio na produção de sementes. Estes autores também atribuíram ao acamamento de plantas observado nas doses elevadas de N, o menor rendimento de sementes. Resultados semelhantes aos do presente estudo são relatados por Lal (1979) e Singh e Thakare (1986), em trabalhos com milho.

Outros autores têm obtido respostas lineares de produção de sementes de milho frente as doses de N (Mohammed e Clegg, 1993; Clark e Myers, 1994). Mohammed e Clegg (1993) enfatizaram que no segundo ano de plantio as baixas precipitações ocorridas no estágio de diferenciação floral ocasionaram baixos rendimentos.

Os principais componentes do rendimento de sementes influenciados pelas doses de N foram o comprimento de panícula e a densidade de panículas e estes estiveram associados com o RSA ($r = 0,86$ e $r = 0,89$, respectivamente). Lal, Kaushik e Gautam (1992) verificaram que aplicações de doses crescentes de N elevaram a densidade de panículas de milho que, por sua vez, influenciou no rendimento; no entanto, quando se elevou a dose de 40 para 80 kg N/ha ficou registrado apenas um pequeno acréscimo no RSA. Estes resultados estão de acordo com os obtidos por Subba Reddy et al. (1991), através dos quais ficou claro que em níveis mais baixos de N (até 40 kg N/ha), os incrementos no rendimento de sementes de milho foram maiores do que em níveis mais elevados de N (acima de 40 kg N/ha) e que a maior densidade de panículas foi um dos principais componentes que afetaram positivamente o rendimento de sementes. Para Scheffer (1981), as maiores panículas de milho e o maior peso de sementes, propiciados pelas doses crescentes de N, proporcionaram acréscimos no rendimento de sementes. Em trabalho com milho, Roy e Wright (1973) e Myers (1978) constataram que o acréscimo no rendimento de sementes causado pela aplicação de N foi em decorrência da

aparição de panículas maiores. Segundo Carámbula (1981), o N exerce uma influência muito importante em etapas avançadas do desenvolvimento das inflorescências, proporcionando maior tamanho das mesmas.

Os RSA de milho não foram influenciados ($P > 0,05$) pelos métodos de semeadura estudados, porém os seus valores foram os seguintes: 0,80 m - 2.786,68 kg/ha; 0,40 m - 2.610,30 kg/ha; 1,20 m - 2.359,25 kg/ha e lanço - 2.306,09 kg/ha.

Vários estudos têm demonstrado indiferença no rendimento de sementes ocasionada pela variação no espaçamento entre linhas (Machado et al., 1976; Scheffer, 1981; Steiner, 1986). Outros demonstram a superioridade no rendimento de sementes à medida que se reduz o espaçamento entre linhas (Porter, Jensen e Sletten, 1960; Robinson et al., 1964; Stickler e Wearden, 1965; Karchi e Rudich, 1966; Nelson, 1977). Esses efeitos divergentes até certo ponto parecem lógicos, uma vez que a resposta da produção de grãos em função dos espaçamentos é fortemente dependente da quantidade de água disponível e do nível de fertilidade do solo. No presente estudo, as boas condições pluviométricas no período experimental e o bom nível de fertilidade do solo provavelmente foram os fatores que contribuíram para que não houvesse diferença significativa entre os diversos espaçamentos.

Quando se compara o plantio em linhas com o plantio a lanço fica evidente alguns pontos positivos, relacionados com maiores rendimentos a favor do primeiro método citado. Humphreys e Riveros (1986) enumeram alguns benefícios da cultura estabelecida em linhas: 1º) reduzidas taxas de semeadura; 2º) melhor controle de plantas daninhas; 3º) suprimento mais regular de nutrientes, luz e umidade; 4º) melhores condições de luminosidade para os perfilhos férteis. Por outro lado, quando se compara o método de semeadura em linhas utilizando diversos espaçamentos fica evidente, na literatura, a vantagem de redução da

distância entre linhas, pois para uma mesma densidade de semeadura ocorre uma menor competição intralinear nos espaçamentos mais adensados.

4.2 Qualidade das sementes

4.2.1 Pureza física das sementes

A análise de variância não revelou significância ($P > 0,05$) para o efeito de métodos de semeadura e N sobre a percentagem de pureza física das sementes (PPF) de milho.

Os valores de PPF, para os métodos de semeadura, foram os seguintes: 0,80 m - 97,5%; 1,20 m - 97,8%; 0,40 m - 97,9% e lanço - 97,6%.

Boonman (1972b) observou que a percentagem de sementes puras viáveis (SPV) de *Setaria sphacelata* (Schum.) Stapf et Hubbard cv. Nandi aumentou com a redução do espaçamento entre linhas. Segundo o autor, uma maior concentração do florescimento conduziu à maior percentagem de SPV.

Em sementes de *P. plicatulum* cv. Rodds Bay, Chadhokar e Humphreys (1973) verificaram aumento na PPF com a aplicação de 50 kg N/ha.

4.2.2 Percentagem de germinação

A análise de variância não revelou significância ($P > 0,05$) para o efeito de métodos de semeadura e N sobre a percentagem de germinação de sementes (PGS) de milho

Os valores de PGS foram os seguintes: 1,20 m - 89%; 0,80 m - 87%; 0,40 m - 87% e lanço - 83, %.

Scheffer (1981) constatou que o efeito dos métodos de semeadura (a lanço; 0,50 m e 1,00 m entre linhas) e N sobre a taxa de germinação de sementes de milho não foi significativo. Entretanto, as doses de N ocasionaram um aumento linear no vigor das sementes.

Geralmente, o PMS está associado com a taxa de germinação. Chadhokar e Humphreys (1973) verificaram que a aplicação de 400 kg N/ha em *P. plicatulum* cv. Rodds Bay, além de aumentar a taxa de germinação de sementes de 13% no controle para 40% nesse tratamento, aumentou também o peso de sementes. No presente estudo, a falta de resposta ao N do PMS também foi observada na percentagem de germinação. Possivelmente, a desuniformidade de maturação das sementes pode explicar, em parte, este comportamento. Chadhokar e Humphreys (1973) verificaram ainda que as aplicações elevadas de N (200 e 400 kg/ha) no ano mais chuvoso provocaram acamamento de plantas, afetando a recuperação de sementes na colheita. Por outro lado, em períodos mais secos, com estresse de umidade, a viabilidade das sementes foi melhor.

Alguns trabalhos têm mostrado efeitos não significativos de métodos de semeadura sobre a percentagem de germinação de sementes. Burnside, Fenster e Wicks (1964) não detectaram efeito do espaçamento na percentagem de germinação de sementes de sorgo. Também, Stickler e Laude (1960) não encontraram diferenças no tamanho de sementes de

sorgo quando se alterou o espaçamento. No entanto, Scheffer (1981) constatou a presença das sementes mais vigorosas de milho no espaçamento de 0,50 m, quando comparado com o espaçamento de 1,00 m e o plantio a lanço. Para este autor, o fato do espaçamento de 0,50 m apresentar as sementes mais vigorosas não tem uma explicação condizente.

4.2.3 Valor cultural

A análise de variância não revelou significância ($P > 0,05$) para o efeito de métodos de semeadura e N sobre o valor cultural (VC) das sementes de milho.

Esta variável é obtida pelo produto da PGS e PPF, dividido por 100. Como não houve diferença significativa ($P > 0,05$) para o efeito de métodos de semeadura e N sobre a PGS, o VC se comportou da mesma forma, pois existe uma estreita associação ($r = 0,73$) entre estas variáveis.

Poucos trabalhos mencionam esta variável, dentre eles, Rezende (1988), trabalhando com *Brachiaria decumbens* Stapf, não encontrou resposta ao N para os parâmetros PGS, PPF e VC das sementes desta gramínea.

Em trabalho com capim-setária, Boonman (1972b) relata que em espaçamentos adensados (0,30 m) e com aplicação de 130 kg N/ha foram produzidas 33% a mais de SPV, quando comparado com espaçamentos maiores (0,90 m entre linhas). Segundo este autor, provavelmente a emissão mais concentrada de inflorescências conduziu a uma maturação de sementes mais uniforme nos espaçamentos reduzidos e, conseqüentemente, uma maior produção de SPV. Por outro lado, Boonman (1972c) não encontrou efeitos significativos da

aplicação de N em vários estádios da cultura, sobre o VC das sementes de *S. sphacelata* cv. Nandi.

4.2.4 Peso de mil sementes

A análise de variância (Tabela 11) revelou significância ($P < 0,05$) apenas para o efeito de métodos de estabelecimento sobre o peso de mil sementes (PMS).

TABELA 11. Análise de variância do peso de mil sementes de milho, de acordo com o delineamento experimental e os tratamentos utilizados.

Causas de variação	G.L.	QM	F	PROB.
Método (M)	3	0,443	5,35	0,021 *
Bloco	3	0,209	2,53	0,121 N.S.
Resíduo (A)	9	0,082		
Parcelas	15			
Nitrogênio (N)	3	0,119	2,08	0,118 N.S.
M x N	9	0,035	0,62	0,765 N.S.
Resíduo (B)	36	0,057		
Média Geral = 4,72	C.V.A = 3,0%		C.V.B = 5,0%	

N.S. = não significativo; * significativo ($P < 0,05$).

O PMS foi maior no maior espaçamento testado (1,20 m). Quando as distâncias entre linhas diminuíram o PMS sofreu decréscimo, entretanto não houve diferença entre o PMS nos espaçamentos de 0,80 e 0,40 m. No método de semeadura a lanço foi constatado o menor PMS (Tabela 12).

TABELA 12. Peso de mil sementes de milho em função de métodos de semeadura.

Métodos	Médias (g)
1,20 m entre linhas	4,94 a
0,80 m entre linhas	4,71 ab
0,40 m entre linhas	4,69 ab
Lanço	4,54 b

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Como já foi comentado nos itens anteriores, verificou-se um efeito compensatório entre os componentes da produção relacionados com a panícula. O menor PMS encontrado no método de plantio a lanço pode ser atribuído ao maior NP/ha. Esta associação inversa foi observada também por outros autores (Sitckler e Wearden, 1965; Karchi e Rudich, 1966; Bueno, 1982) na cultura do sorgo. Para Robinson et al. (1964), talvez, a menor competição dentro da linha no espaçamento reduzido (0,25 m) propiciou o estabelecimento de um maior número de plantas de sorgo e, conseqüentemente, um maior número de panículas/área, enquanto o PMS decresceu nestas condições. Segundo Karchi e Rudich (1966), além do decréscimo no nº de panículas/m², obtido quando se aumentou o espaçamento de 1,00 para 2,00 m, a maior quantidade de água acumulada no solo poderia ter contribuído para o menor PMS alcançado no método de semeadura com espaçamento de 2,00m entre linhas. Também, Scheffer (1981) obteve sementes de milho mais pesadas no maior espaçamento testado (1,00 m), em relação ao espaçamento de 0,50 m e ao método de semeadura a lanço.

O N não influenciou o PMS de milho, concordando com Roy e Wright (1973), Azeredo, Fontes e Cardoso (1975) e Scheffer (1981). Entretanto, Lal, Kaushik e Gautam (1992) constataram efeito positivo do N sobre o PMS de milho apenas para o nível inicial do elemento (40 kg/ha), acima deste nível não houve diferença significativa.

4.2.5 Rendimento de sementes puras viáveis

A análise de variância (Tabela 13) revelou significância ($P < 0,05$) para o efeito de N sobre o rendimento de sementes puras viáveis (RSPV) de milho.

TABELA 13. Análise de variância do rendimento de sementes puras viáveis de milho, de acordo com o delineamento experimental e os tratamentos utilizados.

Causas de variação	G.L.	QM	F	PROB.
Método (M)	3	711928,598	0,7021	0,576 N.S.
Bloco	3	1895741,182	1,8696	0,205 N.S.
Resíduo (A)	9	1014005,807		
Parcelas	15			
Nitrogênio (N)	3	967061,557	7,6283	0,001 *
M x N	9	85062,460	0,6710	0,730 N.S.
Resíduo (B)	36	126772,414		
Média Geral = 2136,70		C.V.A = 23,56%		C.V.B = 16,66%

N.S. = não significativo; * significativo ($P < 0,05$).

Verifica-se na Figura 6 que a relação entre o N e o RSPV teve praticamente o mesmo comportamento do RSA, ou seja, esta relação foi melhor explicada por uma regressão quadrática. Os maiores incrementos no RSPV foram conseguidos entre as doses 0 e 60 kg N/ha, sendo que no intervalo de 60 a 120 kg N/ha os incrementos foram menores; acima de 120 kg N/ha ocorreu um ligeiro decréscimo no RSPV.

O RSPV é obtido pelo produto VC vezes RSA, dividido por 100. Como as doses de N e os métodos de semeadura não influenciaram significativamente o VC, o RSPV esteve associado estreitamente com o RSA ($r = 0,99$).

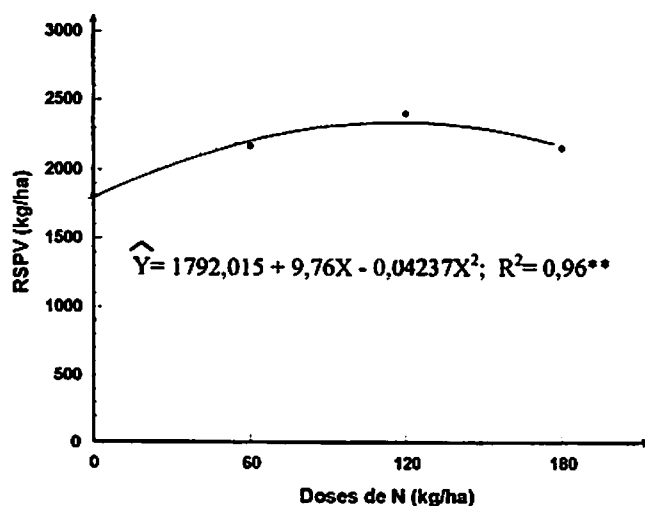


FIGURA 6. Rendimento de sementes puras viáveis(RSPV)de milho em função de doses de N

Os resultados do presente estudo são concordantes com os obtidos por Boonman (1972b) em *S. sphacelata* cv. Nandi II, quando a produção de SPV aumentou até a dose de 130 kg N/ha; a partir desta dose a produção decresceu sensivelmente. Para este autor ficou evidente que o maior número de panículas proporcionado pelas doses mais elevadas de N não resultou em aumento na produção de SPV. Provavelmente, o fato de altas doses de N prolongarem o ciclo da cultura, resultam no aparecimento tardio de panículas e, em decorrência, pode ocorrer uma maior desuniformidade na maturação de sementes. Chadhokar e Humphreys (1973) observaram que o aumento das doses de N a partir de um determinado nível do nutriente, diminui a eficiência de resposta. Em *P. plicatulum* cv. Rodds Bay, segundo estes autores, a eficiência de resposta variou de 0,8 kg de SPV/kg de N para 0,4 kg de SPV/kg de N, nas doses de 200 e 400 kg N/ha, e que, possivelmente, a viabilidade de sementes depende de

uma concentração adequada de N na planta. Este decréscimo na eficiência de reposta esteve associado com o acamamento de plantas provocado pela alta dose de N (400 kg/ha).

Embora se verifique uma diferença de praticamente 20% a mais no RSPV a favor do espaçamento de 0,80m, quando comparado com a semeadura a lanço, não houve diferença significativa entre as médias dos métodos de semeadura testados. Os valores médios obtidos foram os seguintes: 0,80 m - 2.377,56 kg/ha; 0,40 m - 2.228,37 kg/ha; 1,20 m - 2.047,18 kg/ha e lanço - 1.893,68 kg/ha.

No método de semeadura a lanço, provavelmente, o maior crescimento vegetativo e a distribuição desuniforme das plantas provocaram o acamamento de plantas, conduzindo ao menor RSPV quando comparado com o plantio em linhas. Segundo Nascimento (1988), doses de N acima de 200 kg/ha favoreceram o crescimento vegetativo, o acamamento e a formação de sementes chochas de *Brachiaria ruziziensis* Germain et Evrard.

4.3 Variáveis relacionadas com a produção e qualidade da forragem no pós-colheita de sementes

4.3.1 Rendimento de matéria seca

A análise de variância (Tabela 14) revelou significância ($P < 0,05$) para o efeito de métodos de semeadura e N sobre o rendimento de matéria seca (RMS).

TABELA 14. Análise de variância do rendimento de matéria seca de milho, de acordo com o delineamento experimental e os tratamentos utilizados.

Causas de variação	G.L.	QM	F	PROB.
Método (M)	3	16476666,375	3,93	0,048 *
Bloco	3	7273354,416	1,73	0,228 N.S.
Resíduo (A)	9	4187952,069		
Parcelas	15			
Nitrogênio (N)	3	14142930,250	8,92	0,000 *
M x N	9	2229403,347	1,40	0,221 N.S.
Resíduo (B)	36	15846242,836		
Média Geral = 7968,25	C.V.A. = 12,84%		C.V.B = 15,79%	

N.S. = não significativo; * significativo ($P < 0,05$).

O efeito do N sobre o RMS foi melhor explicado por uma regressão quadrática (Figura 7). O maior incremento no RMS ocorreu entre as doses 0 e 60 kg/ha, sendo menores entre 60 e 120 kg/ha e acima de 120 kg/ha ocorreu um ligeiro decréscimo, sendo o valor máximo de RMS estimado com a dose de 139 kg/ha.

Esse tipo de resposta já era esperado pois vários trabalhos têm demonstrado respostas quadráticas da produção de MS ao N. Entretanto, Postiglioni, Jacques e Berlatto (1975) obtiveram aumentos lineares na produção de MS de milho com doses crescentes de N (0, 90 e 180 kg/ha). Broyles e Fribourg (1959) observaram que os maiores incrementos na produção de MS de milho e capim-sudão foram registrados entre as doses 0 e 67 kg N/ha e que entre 67 e 135 kg N/ha os incrementos foram menores. Estes resultados estão de pleno acordo com os obtidos no presente estudo. Também, Subba Reddy et al. (1991) constataram maiores incrementos na produção de MS de sorgo entre as doses 0 e 20 kg N/ha.

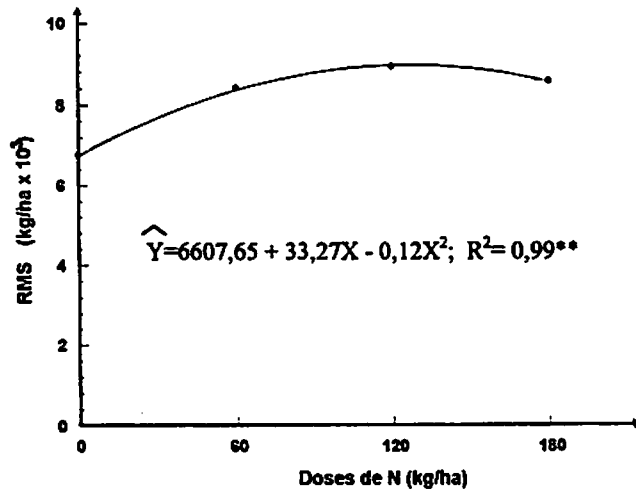


FIGURA 7. Rendimento de matéria seca (RMS) de milho em função de doses de N.

O bom RMS (6591, 8184, 8685 e 8410 kg/ha nas respectivas doses 0, 60, 120 e 180 kg N/ha) do material no pós-colheita de sementes, provavelmente resultou das boas condições pluviométricas e do elevado teor de matéria orgânica do solo. Lal, Kaushik e Gautam (1992) verificaram que a produção de MS após a colheita de sementes de milho foi influenciada pelas doses de N e que a maior produção (5300 kg MS/ha) foi alcançada com a dose de 80 kg N/ha. Resultados semelhantes aos obtidos no presente trabalho foram verificados por Lal (1979), quando a dose média de N (120 kg/ha) proporcionou uma maior produção de MS em relação a dose máxima (180 kg N/ha).

Na Tabela 15 verifica-se que no espaçamento de 0,40 m entre linhas foi obtido o maior RMS, porém, estatisticamente igual aos registrados na semeadura a lanço e em linhas espaçadas de 0,80 m. O menor RMS ocorreu no espaçamento de 1,20 m entre linhas.

TABELA 15. Rendimento de matéria seca (RMS) de milho em função de métodos de semeadura.

Métodos	RMS (kg/ha)
0,40 m entre linhas	9.352,5 a
Lanço	8.071,5 ab
0,80 m entre linhas	7.392,1 ab
1,20 m entre linhas	7.056,8 b

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

À medida que se reduziu o espaçamento entre linhas, ocorreu acréscimo na densidade de perfilhos. Isto é explicado pelo fato de que em menores distâncias entre linhas, numa mesma densidade de semeadura, ocorre menor competição dentro da linha, propiciando um maior perfilhamento e resultando em um maior RMS. Para Bationo, Christianson e Baethgen (1990), o aumento da densidade de plantas proporcionou maior produção da forragem no pós-colheita de sementes de milho, particularmente no ano em que ocorreu chuvas intensas no período inicial da cultura, permitindo o rápido crescimento das plantas. Outros trabalhos têm demonstrado o efeito positivo no RMS associado ao espaçamento reduzido (Burger e Campbell, 1961; Worker Jr., 1973; Lira et al., 1976).

O maior RMS em espaçamentos reduzidos, em comparação com maiores distâncias entre linhas, foi verificado por McGowan, Taylor e Willingham (1991) em *Sorghum bicolor* (L.) Moench, em razão da redução do número de perfilhos nos espaçamentos maiores.

4.3.2 Rendimento e teor de proteína bruta

A análise de variância (Tabela 16) revelou significância para o efeito de doses de N sobre o rendimento de proteína bruta (RPB) de milho. Esta relação foi melhor explicada por uma regressão quadrática. (Figura 8).

TABELA 16. Análise de variância do rendimento de proteína bruta de milho, de acordo com o delineamento experimental e os tratamentos utilizados.

Causas de variação	G.L.	QM	F	PROB.
Método (M)	3	9.3653,03	3,02	0,085N.S.
Bloco	3	66968,89	2,16	0,162N.S.
Resíduo (A)	9	30969,99		
Parcelas	15			
Nitrogênio (N)	3	199372,89	17,91	0,000*
M x N	9	23744,94	2,13	0,052 N.S.
Resíduo (B)	36	11127,60		
Média geral = 578,44		C.V.A = 15,21%		C.V.B = 18,24%

N.S. = não significativo; * significativo ($P < 0,05$).

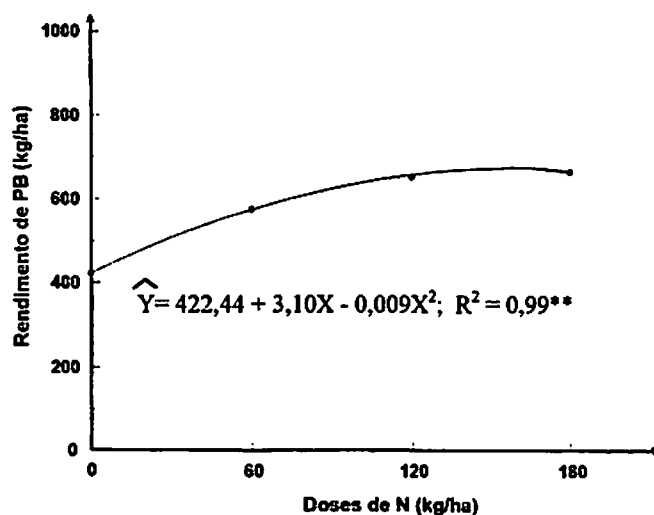


FIGURA 8. Rendimento de proteína bruta (RPB) de milho em função de doses de N.

Houve significância ($P < 0,05$) para o efeito de doses de N e da interação nitrogênio x métodos de semeadura (Tabela 17) sobre o teor de proteína bruta (% PB) na MS de milho. Para todos os métodos de semeadura testados, exceto para o espaçamento de 0,80m, verifica-se uma resposta linear do efeito do N sobre a % PB (Figura 9). Nota-se que quando não foi feita a aplicação de N ocorreu diferença entre os métodos de semeadura, sendo que a maior concentração de PB foi observada no plantio em linhas espaçadas de 0,80 m. Na presença de N os teores de PB não diferiram entre os métodos de semeadura testados (Tabela 18).

TABELA 17. Análise de variância do teor de proteína bruta na MS de milho, de acordo com o delineamento experimental e os tratamentos utilizados.

Causas de variação	G.L.	QM	F	PROB.
Método (M)	3	0,942	0,77	0,530 N.S.
Bloco	3	1,135	0,93	0,530 N.S.
Resíduo (A)	9	1,215		
Parcelas	15			
Nitrogênio (N)	3	6,888	11,70	0,000 *
M x N	9	1,526	2,59	0,020 *
Resíduo (B)	36	0,588		
Média Geral = 7,18		C.V.A = 7,67		C.V.B = 10,67

N.S. = não significativo; * significativo ($P < 0,05$)

TABELA 18. Teores de proteína bruta (% PB) na MS de milho em função de métodos de semeadura e doses de N.

Métodos	Doses de N (Kg/ha)			
	0	60	120	180
0,80 m entre linhas	7,42 a	7,27 a	7,52 a	7,20 a
Lanço	6,85 ab	6,70 a	7,60 a	8,50 a
0,40 m entre linhas	5,62 b	7,40 a	7,15 a	8,15 a
1,20 m entre linhas	5,57 b	6,60 a	7,70 a	7,70 a

Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$)

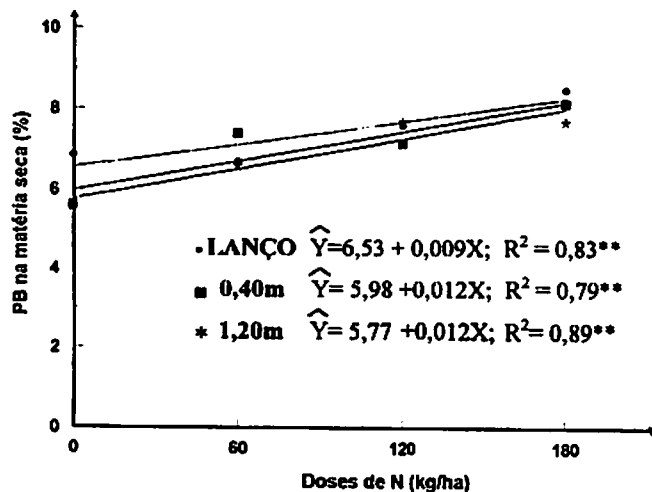


FIGURA 9. Percentagem de proteína bruta (PB) na MS de milho em função de doses de N.

De uma maneira geral, os teores e rendimentos de PB aumentaram com as doses crescentes de N. Postiglioni, Jacques e Berlato (1975), trabalhando com doses de 0; 90 e 180 kg N/ha, verificaram que os teores e rendimentos de PB de milho aumentaram linearmente com as doses de N; no entanto, Patel, Patel e Sadhu (1992) observaram aumentos apenas no rendimento de PB de sorgo.

Com relação ao efeito dos métodos de semeadura sobre o teor de PB na forragem de gramíneas, os dados da literatura são contraditórios. Worker (1973) verificou que o teor de PB na MS de capim-sudão, no estágio de florescimento, tendeu a decrescer com o aumento do espaçamento entre linhas. Hart e Burton (1965) constataram um maior teor de PB na MS de milho em espaçamento maior (0,90 m), no segundo ano; todavia, no primeiro ano, não houve diferença entre os espaçamentos (0,18 e 0,90 m). Para estes autores, chuvas pesadas

provavelmente favoreceram a lixiviação de N, principalmente em espaçamento amplo, onde a cultura não teria proporcionado uma cobertura adequada do solo.

No processo de produção de sementes de espécies forrageiras o material no pós-colheita de sementes pode ser fonte alternativa de alimento para o rebanho em determinadas regiões, principalmente no período de outono/inverno. Neste aspecto, os restos da cultura do milho por ocasião da colheita, de um bom nível protéico, 7,18% PB em média e uma boa produção de MS, 7968 kg/ha em média, podem ser incluídos na dieta dos animais.

4.3.3 Teores de P, K, Ca e Mg

Não houve efeito de métodos de semeadura, doses de N e da interação métodos x doses sobre a concentração de fósforo (P) na forragem de pós-colheita de sementes de milho.

O teor médio de P de 0,09% foi muito baixo. Este teor, porém, está de acordo com o obtido por Salcedo, Sampaio e Andrade (1982), também igual a 0,09% na forragem de milho; no entanto, estes autores efetuaram cortes no estágio vegetativo. Todavia, teores mais elevados de P são encontrados na forragem de milho: Stobbs (1975) - 0,20% P; Mattos (1995) - 0,22% P. Este último autor verificou que houve tendência de aumento na concentração de P com o decorrer dos cortes, sendo os valores mais altos registrados nos últimos cortes. Schneider e Clark (1970) constataram que o teor de P em milho e capim-sudão decresceu com a maturidade das plantas. A exemplo dos resultados obtidos no presente estudo, Mattos (1995) observou que as doses de N não tiveram efeito sobre os teores de P na forragem de milho.

Os métodos de semeadura e as doses de N não influenciaram significativamente os teores de potássio (K) na MS de milho.

O teor médio de K na forragem de pós-colheita de sementes de milho foi de 1,60%. Stobbs (1975) encontrou teores de K de 4,44; 5,93 e 1,20% em folhas, caules e inflorescências, respectivamente, de milho. É oportuno salientar o elevado teor de K nos caules. Assim, pressupõe-se que com o avanço da maturidade da planta e conseqüente morte de folhas, tem-se uma menor relação folha/caule e, possivelmente, um aumento no teor de K na MS da forragem de milho.

A interação de K e P, na qual a aplicação de K favorece a absorção de P, foi verificada por Salcedo, Sampaio e Andrade (1982); por outro lado, a assimilação de Ca e Mg diminuiu. Estes autores verificaram teores mais baixos de K (1,42%). Mattos (1995) encontrou teores de K da ordem de 2,4%, porém foi pouco influenciado pelas doses de N estudadas.

Quanto ao Cálcio (Ca), verificou-se que os seus teores não foram influenciados pelos métodos de semeadura e doses de N estudadas.

A percentagem média de Ca foi de 0,41%. Gupta, Singh e Sharda (1981) determinaram os teores de Ca e Mg na forragem de milho e obtiveram 1,05 e 0,10%, respectivamente.

Os teores médios de Ca alcançados em outros trabalhos foram mais baixos: Stobbs (1975) - 0,22% e mais elevados: Mattos (1995) - 0,71%. Segundo este último autor, os teores de Ca foram afetados pela adubação nitrogenada apenas no 1º corte, num total de 5 cortes.

Houve efeito significativo do N e da interação Métodos de semeadura x doses de Nitrogênio (Tabela 19) sobre o teor de Magnésio (Mg) na MS da forragem no pós-colheita

de sementes de milho. Quando se utilizou o método de semeadura em linhas espaçadas de 0,80 m, uma regressão quadrática (Figura 10) foi a que melhor explicou a relação de dependência entre doses de N e teores de Mg. Porém, no espaçamento de 1,20 m entre linhas esta relação foi melhor explicada por uma regressão linear (Figura 10). Mattos (1995) verificou que a resposta de Mg às doses de N foram linear e positivas no 2º e 3º cortes e as concentrações médias de Mg foram da ordem de 0,28; 0,23 e 0,20% na MS de milho, capim sudão e teosinto (*Euchlaena mexicana* Schrad.), respectivamente. O teor médio de Mg no presente estudo foi de 0,20% na MS.

TABELA 19. Análise de variância do teor de Mg na MS de milho, de acordo com o delineamento experimental e os tratamentos utilizados.

Causas de variação	G.L.	QM	F	PROB.
Método (M)	3	0,0051682	0,48	0,703 NS
Bloco	3	0,0189182	1,77	0,220 NS
Resíduo (A)	9	0,0106446		
Parcelas	15			
Nitrogênio (N)	3	0,0054974	5,38	0,004*
M x N	9	0,0028293	2,77	0,014*
Resíduo (B)	36	0,0010214		
Média Geral = 0,20		C.V.A = 25,22%		C.V.B = 15,62%

N.S. = não significativo; * significativo ($P < 0,05$)

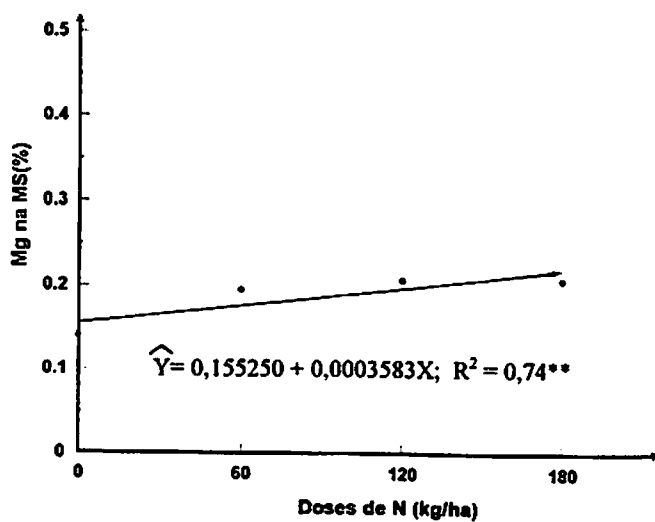
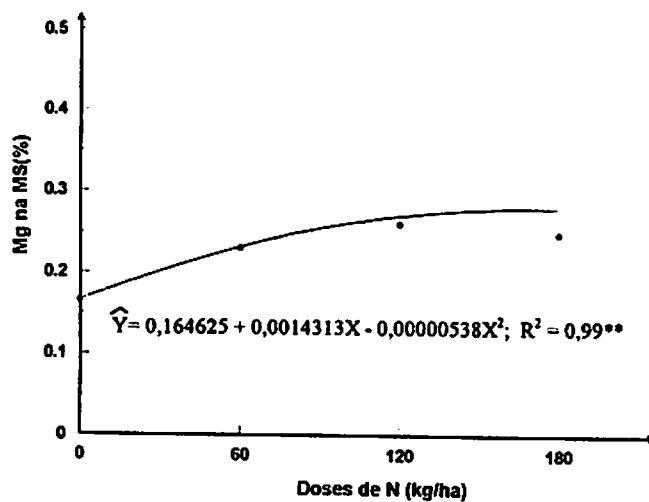


FIGURA 10. Teor de magnésio (Mg) na MS da forragem no pós-colheita de sementes de milho, em função de doses de N.

4.4 Considerações finais

As boas condições pluviométricas no período experimental favoreceram o desenvolvimento da cultura e foram de importância fundamental para alcançar altos rendimentos de sementes de boa qualidade, pois a disponibilidade de N e o método de semeadura são fortemente dependentes da umidade do solo.

Os resultados deste trabalho são válidos para as condições da região; sugere-se, para estudos posteriores, que se faça avaliações da influência da disponibilidade de água, temperatura, do teor de matéria orgânica no solo e fotoperíodo sobre o rendimento de sementes, para a obtenção de resultados expressivos principalmente em número de perfilhos férteis e conseqüentemente em número de panículas que é o principal componente do rendimento final de sementes. Um estudo da qualidade de sementes de milho, utilizando-se um teste de vigor, será oportuno e de grande interesse.

5 CONCLUSÕES

1. As doses crescentes de N provocam um aumento no número de panículas/ha (NP/ha), comprimento de panículas (CP), peso de mil sementes (PMS) e na densidade de perfilhos totais e férteis.
2. Os maiores rendimentos de sementes aparentes (RSA) de milho são obtidos com a aplicação de 120 kg N/ha.
3. O RSA está forte e positivamente correlacionado com o rendimento de sementes puras viáveis RSPV, com o CP e com NP/ha.
4. No método de semeadura em linhas espaçadas de 0,80m, o RSA foi 20,8% a mais do que no método a lanço.
5. À medida que se aumenta o espaçamento entre linhas ocorre uma associação inversa entre o NP/ha e o CP de milho.
6. As doses de N e os métodos de semeadura testados não influenciam a qualidade das sementes de milho, ou seja, a percentagem de pureza física a percentagem de germinação e o valor cultural. .
7. A qualidade da forragem no pós-colheita de sementes melhora com a aplicação de N em termos de PB.
8. O rendimento de MS da forragem de pós-colheita de sementes aumenta com as doses de N e esteve fortemente associado com a densidade de perfilhos totais.

9. Para o sistema de produção de sementes de milho visando o aproveitamento da forragem no pós-colheita, sugere-se a aplicação de 120 kg de N/ha e o plantio em linhas espaçadas de 0,40 m uma das outras.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, A.A.de. Forragens de verão e outono. In: _____. **Forrageiras para ceifa, capineiras, pastagens, fenação e ensilagem**. 2.ed. Porto Alegre: Sulina. 1972. Cap.6, p.79-136.

AZEREDO, M.W.C.de; FONTES, L.A.N.; CARDOSO, A.A. Influência de épocas de plantio e de níveis de adubação nitrogenada e fosfatada sobre a produção de grãos e algumas características do sorgo granífero (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). **Experientiae**, Viçosa: v.20, n.12, p.313-329, dez. 1975.

BATIONO, A.; CHRISTIANSON, C.B.; BAETHGEN, W.E. Plant density and nitrogen fertilizer on pearl millet production in Niger. **Agronomy Journal**, Madison, v.82, n.2, p.290-295, Mar./Apr. 1990.

BOGDAN, A.V. **Tropical pasture and fodder plants: grasses and legumes**. London: Logman, 1977. 475p.

- BOONMAN, J.G. Experimental studies on seed production of tropical grasses in Kenya. 4.
The effect of fertilizer and planting density on *Chloris gayana* cv. Mbarara. **Netherlands Journal of Agricultural Science**, Wageningen, v.20, n.3, p.218-224, 1972a.
- BOONMAN, J.G. Experimental studies on seed production of tropical grasses in Kenya. 3.
The effect of nitrogen and row width on seed crops of *Setaria sphacelata* cv. Nandi II.
Netherlands Journal of Agricultural Science, Wageningen, v.20, n.1, p.22-34, 1972b.
- BOONMAN, J.G. Experimental studies on seed production of tropical grasses in Kenya. 5.
The effect of time of nitrogen top dressing on seed crops of *Setaria sphacelata* cv. Nandi.
Netherlands Journal of Agricultural Science, Wageningen, v.20, n.4, p.225-231, 1972c.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. **Regras para análise de sementes**. Brasília. 1992.
188p.
- BREMNER, J.M. Total nitrogen. In: Black, C.A., ed. **Methods of Soil Analysis**. Madison:
American Society of Agronomy, 1965. pt.2, Cap. 83, p.1149-1178.
- BROYLES, K.R.; FRIBOURG, H.A. Nitrogen fertilization and cutting management of
sudangrass and millets. **Agronomy Journal**, Madison, v.51, n.4, p.277-279, Abr. 1959.

- BUENO, A. Influência de espaçamentos, densidades e altura de plantas no desempenho do sorgo granífero. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.17, n.2, p.261-267, fev. 1982.
- BURGER, A.W.; CAMPBELL, W.F. Effects of rates and methods of seeding on the original stand tillering, stem diameter, leaf-stem rates and yield of sudangrass. **Agronomy Journal**, Madison, v.53, n.5, p.289-291, Sept./Oct. 1961.
- BURNSIDE, O.C.; FENSTER, C.R.; WICKS, G.A. Influence of tillage, row spacing and atrazine on yield components of dryland sorghum in Nebraska. **Agronomy Journal**, Madison, v.56, n.1, p.397-400, Jan./Feb. 1964.
- CARÁMBULA, M. Producción de semillas de plantas forrajeras. Montivideo: Editorial agropecuária, 1981. 518p.
- CHADHOKAR, P.A.; HUMPHREYS, L.R. Influence of time and level of urea application on seed production of *Paspalum plicatulum* at Mt. Cotton, south-eastern Queensland. **Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry**, Melbourne, v.13, n.6, p.275-283, June. 1973.
- CLARK, K.M.; MYERS, R.L. Intercrop performance of pearl millet, amaranth, cowpea soybean, and guar in response to planting pattern and nitrogen fertilization. **Agronomy Journal**, Madison, v.86, n.6, p.1097-1102, Nov./Dec. 1994.

COELHO, A.M.; FRANÇA, G.E.; GUEDES, G.A.A. Balanço de nitrogênio (^{15}N) em um latossolo vermelho-escuro, sob vegetação de cerrado, cultivado com milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.15, n.2 p.187-193, mai./ago. 1991.

CONDÉ, A.dos R.; GARCIA, J. Efeito de níveis e épocas da aplicação de nitrogênio na produção e qualidade das sementes do capim-colonião. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.10, n.1, p.33-42, jan. 1988.

DEOSTHALE, Y.G.;RAO, K.V.; PANT, K.C. Influence of levels on N fertilizer on the yield, protein and aminoacids of pearl millet [*Pennisetum typhoides* (Burm.) Stapf. & C.E.Hubb.]. **Indian Journal of Agricultural Sciences**, New Dehli, v.42, n.10, p.872-876, Oct. 1972.

FUKAI, S.; FOALE, M.A Effects of row spacing on growth and yield of early and late sorghum cultivars. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, Melbourne, v.28, p.771-777, 1988.

GAUTAM, R.C.; KAUSHIK, S.K. Comparative study of pearl millets hybrids and their parents under different fertility levels. **Indian Journal of Agricultural Sciences**, New Dehli, v.53, n.2, p.134-137, Feb. 1982.

- GUPTA, P.C.; SINGH, K.; SHARDA, D.P. Note on the in vitro studies on the nutritive value of pearl millet, pearl millet-cowpea forage mixture and its silage. **Indian Journal of Animal Science**, New Delhi, v.51, n.12, p.1166-1167, Dec. 1981.
- HART, R.H.; BURTON, G.W. Effect of row spacing, seedling rate, and nitrogen fertilization on forage yield and quality of Gahi-1 Pearl millet. **Agronomy Journal**, Madison, v.57, n.4, p.376-378, July-Aug. 1965.
- HUMPHREYS, L.R.; RIVEROS, F. Tropical pasture seed production. 3.ed. Rome: FAO, 1986. 203p. (FAO plant production and protection paper, 8).
- JUNG, G.A.; LILLY, B.; SHIH, S.C.; REID, R.L. Studies with sudangrass 1. Effect of growth stage and level of nitrogen fertilizer upon yield of dry matter, estimated digestibility of energy, dry matter and protein; A. Composition and prussic acid potential. **Agronomy Journal**, Madison, v.56, n.6, p.533-536, Nov./Dec. 1964.
- KARCHI, Z.; RUDICH, Y. Effects of row spacing and seedling spacing on yield and its components in grain sorghum grown under dryland condition. **Agronomy Journal**, Madison, v.58, n.6, p.602-604, Nov./Dec. 1966.
- KICHEL, A.N.; CORDEIRO, D.S.; PORTO, V.H.F.; SILVEIRA JR, P. Efeito de doses de nitrogênio nos componentes de rendimento de três híbridos de sorgo granífero. **Agronomia Sulriograndense**, Porto Alegre, v.20, n.1, p.145-155, Jan. 1984.

KLAIJ, M.C.; HOOGMOED, W.B. Soil management for crop production in the west African sahel. II. Emergence, establishment, and yield of pearl millet. **Soil and Tillage Research**, Amsterdam, v.25, n.4, p.301-315, Apr. 1993.

KUMAR, K.A.; NIAMEY, P. Pearl millet: current status and future potencial. **Outlook on Agriculture**, Emsford, v.2, n.8, p.46-53, 1989.

LAL, B.; KAUSHIK, S.K.; GAUTAM, R.C. Response of rainfed pearl millet (*Pennisetum glaucum*) to nitrogen fertilization and moisture conservation. **Indian Journal of Agricultural Sciences**, New Dehli, v.62, n.7, p.476-478, July. 1992.

LAL, R. Effect of nitrogen, phosphorus and potassium on the yield, quality and uptake of N, P and K of hybrid Bajra. **Indian Journal of Agronomy**, New Dehli, v.25, n.1, p.18-24, Jan. 1979.

LIRA, M. de A.; FARIS, M.A.; LIRA FILHO, H.P.; REIS, O.V. dos. Experimento de espaçamento e densidade de plantio na cultura do milheto (*Pennisetum typhoides*) em Pernambuco. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MILHO E SORGO, 11, Piracicaba, Anais ... Piracicaba: ESALQ, 1976. p.825-831.

M'KHAITIR, Y.O.; VANDERLIP, R.L. Grain sorghum and pearl millet response to date and rate of planting. **Agronomy Journal**, Madison, v.84, n.4, p.579-582, July/Ago. 1992.

- MACHADO, J.R.; NAKAGAVA, J.; MARCONDES, D.A.S.; BRINHOLI, O.; ROSOLEM, C.A. Efeito dos espaçamentos entre linhas no comportamento do sorgo granífero (*Sorghum* sp.). In: **REUNIÃO BRASILEIRA DO MILHO E SORGO**, 11, Piracicaba, Anais... Piracicaba: ESALQ, 1976. p.803-812.
- MAHENDRA, P.; KAUSHIK, S.K. Nitrogen fertilization and plant density in hybrid pearl-millet under irrigated conditions. **Indian Journal of Agricultural Sciences**, New Dehli, v.43, n.3, p.266-270, Mar. 1973.
- MARTIN, J.H.; LEONARD, W.H.; STAMP, P.L. **Principles of field crop production**. 3.ed. New York: McMillan, 1976. p.615-617.
- MATTOS, J.L.S.de. **Comportamento de *Pennisetum americanum* (L.) Leeke, *Sorghum sudanense* (Piper) Stapf e *Euchlaena mexicana* Schrad. sob diferentes regimes hídricos e doses de nitrogênio**. Lavras: UFLA, 1995. 96p. (Dissertação - Mestrado em Zootecnia).
- McGOWAN, M.; TAYLOR, H.M.; WILLINGHAM, J. Influence of row spacing on growth, light and water use by sorghum. **Journal of Agriculture Sciences**, Cambridge, v.116, p.329-339, June 1991.

- MOCK, J.J.; HEGHIN, L.C. Performance of maize hybrids grown in conventional row and randomly distributed planting patterns. **Agronomy Journal**, Madison, v.68, n.4, p.577-580, July/Ago. 1976.
- MOHAMMED, M.S.; CLEGG, M.D. Pearl millet - Soybean rotation and nitrogen fertilizer effects on millets productivity. **Agronomy Journal**, Madison, v.85, n.5, p.1009-1013, Sept./Oct. 1993.
- MYERS, R.J.K. Nitrogen and phosphorus nutrition of dryland grain sorghum at Katherine, Northern territory. I. Effects of rate nitrogen fertilizer. **Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry**, Melbourne, v.18, n.7, p.554-563, Ago. 1978.
- NASCIMENTO, M.T.R. **Efeito de cortes e da adubação nitrogenada na produção e na qualidade de sementes de *Brachiaria ruziziensis* Germain et Everard e de *Setaria sphacelata* Stapf var. *sericea* cv. Kazungula**. Viçosa: UFV, 1988. 52p. (Dissertação - Mestrado em Zootecnia).
- NELSON, L.A. Influence of various row widths on yield and agronomic characteristics of proso millet. **Agronomy Journal**, Madison, v.69, n.3, p.351-353, May./June, 1977.
- NORMAN, M.J.T.; PEARSON, C.J.; SEARLE, P.G.E. **The ecology of tropical food crops**. Cambridge: Cambridge University Press, 1984. 355p.

PATEL, P.C.; PATEL, J.R.; SADHU, A.C. Response of forage sorghum (*Sorghum bicolor*) to biofertilizer and nitrogen levels. **Indian Journal of Agronomy**, New Dehli, v.37, n.3, p.466-469, Sept. 1992.

PEREIRA, J.C.; OBEID, J.A.; BARBOSA, P.D. Influência do espaçamento e da adubação nitrogenada sobre a produção e o teor de proteína bruta do sorgo forrageiro *Sorghum bicolor* (L.). **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.18, n.6, p.468-472, 1989.

PEDREIRA, J.V.S.; OLIVEIRA, P.R.P.de; ALCANTARA, P.B. Efeito do espaçamento sobre a produção de sementes de capim colônia (*Panicum maximum* Jacq.). **Boletim da Indústria Animal**, Nova Odessa, v.33, n.1, p.119-127, jan. 1976.

PINTO, J.C. Nitrogênio e métodos de semeadura no rendimento de sementes de *Paspalum guenoarum* Arech. Porto Alegre: UFRGS, 1982. 140p. (Dissertação - Mestrado em Agronomia).

PORTER, K.B.; JENSEN, M.E.; SLETTEN, W.H. The effect of row spacing, fertilizer and planting rate on the yield and water use of irrigated grain sorghum. **Agronomy Journal**, Madison, v.52, n.8, p.431-434, Ago. 1960.

POSTIGLIONI, R.S.; JACQUES, A.V.A.; BERLATO, M.A. Efeito do nitrogênio sobre o rendimento de matéria seca, teor e produção de proteína bruta da cultivar comum de milho, sob dois níveis de umidade do solo. **Agronomia Sulriograndense**. Porto Alegre, v.11, n.1, p.56-68, jan. 1975.

POWEL, J.M.; FUSSELL, L.K. Nutrient and structural carbohydrate partitioning in pearl millet. **Agronomy Journal**, Madison, v.85, n.4, p.862-866, July/Ago. 1993.

QUENDEBA, B.; EJETA, G.; NYQUIST, W.E.; HANNA, W.W.; KUMAN, A. Heterosis and combining ability among african pearl millet landraces. **Crop Science**, Madison v.33, n.4, p.735-739, July/Ago. 1993.

REZENDE, C.de P. **Influência da frequência de corte ou pastejo e da adubação nitrogenada sobre a produção e qualidade de sementes de capim braquiária (*Brachiaria decumbens* Stapf.)**. Viçosa: UFV, 1988. 60p. (Tese - Mestrado em Zootecnia).

ROBINSON, R.G.; BENAT, L.A.; NELSON, W.W.; TOMPSON, R.L.; THOMPSON, J.R. Row spacing and plant population for grain sorghum in the humid north. **Agronomy Journal**, Madison, v.56, n.2, p.189-190, Mar./Apr. 1964.

ROY, R.N.; WRIGHT, B.C. Effect of fertilizer application on morphology and weight components of the panicle of *Sorghum bicolor* (L.) Moench. **Indian Journal of Agricultural Sciences**, New Dehli, v.43, n.4, p.419-422, Apr. 1973.

SALCEDO, I.H.; SAMPAIO, E.V.S.B.; ANDRADE, A. Fontes de fósforo e potássio na fertilização de milho em solo podzólico vermelho-amarelo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.6, p.215-219, set./dez. 1982.

SCHEFFER, S.M. Efeito de doses de nitrogênio, métodos de estabelecimento e regimes de corte no rendimento e qualidade da semente e da forragem de milho (*Pennisetum americanum* (L.) Leeke). Porto Alegre: UFRGS, 1981. 131p. (Dissertação - Mestrado em Agronomia).

SCHNEIDER, B.A.; CLARK, N.A. Effect of potassium on the mineral constituents of pearl millet and sudangrass. **Agronomy Journal**, Madison, v.62, n.4, p.474-477, July/Aug. 1970.

SINGH, L.; THAKARE, R.B. Yield response and nitrogen uptake of pearl millet (*Pennisetum americanum* (L.) Leeke) cultivars to nitrogen application in the savana region of Nigéria. **Fertilizer Research**, Zaria, v.10, n.1, p.113-118, 1986.

SINGH, V.; MAURYA, R.A. Response of hybrid bajra to varying plant population and levels of nitrogen. **Indian Journal of Agronomy**, New Dehli, v.14, p.157-158, 1969.

STEINER, J.L. Dryland grain sorghum water use, light interception, and growth responses to planting geometry. **Agronomy Journal**, Madison, v.78, n.4, p.720-726, July/Aug. 1986.

STICKLER, F.C.; LAUDE, H.H. Effect of row spacing and plant population on performance of corn, grain sorghum and forage sorghum. **Agronomy Journal**, Madison, v.52, n.5, p.275-277, May 1960.

STICKLER, F.C.; WEARDEN, S. Yield and yield components of grain sorghum as affected by row width and stand density. **Agronomy Journal**, Madison, v.57, n.6, p.564-567, Abr./Dec. 1965.

STOBBS, T.H. A comparison of zulu sorghum, bulrush millet and white panicum in terms of yield, forage quality and milk production. **Australian Journal of Experimental Agricultural and Animal Husbandry**, Melbourne, v.15, n.73, p.211-218, Apr. 1975.

SUBBA REDDY, G.; VENKATESWARLU, B.; VITTAL, K.P.R.; SANKAR, G.R.M. Effect of different organic materials as source of nitrogen on growth and yield of sorghum (*Sorghum bicolor*). **Indian Journal of Agricultural Sciences**, New Dehli, v.61, n.8, p.551-555, Aug., 1991.

SUBRAMANIAN, V.B.; RAO, D.G. Yield components of dryland sorghum at different plant densities in dry season. **Indian Journal of Agricultural Sciences**, New Dehli, v.57, n.8, p.550-553, Aug. 1987.

SWAMY, K.R.; RAO, T.V.; RAO, S.R.; JAMUNA, P. Effect of level of nitrogen on its uptake and yield of pearl millet (*Pennisetum glaucum*) in north coastal Andhra Pradesh. **Indian Journal of Agricultural Sciences**, New Dehli, v.63, n.1, p.41-42, Jan. 1993.

THORNE, P.J.; CARLAW, M. Stover quality in pearl millet. **Tropical Agriculture**, Trinidad, v.69, n.2, p.191-193, Apr. 1992.

VILELA, E.A.; RAMALHO, M.A.P. Análise das temperaturas e precipitações pluviométricas de Lavras, Minas Gerais. **Ciência e Prática**, Lavras, v.3, n.1, p.71-79, jan./june. 1979.

WORKER JR., G.F. Sudangrass and sudangrass hybrids responses to row spacing and plant maturity on yields and chemical composition. **Agronomy Journal**, Madison, v.65, n.6, p.975-977. Nov./Dec. 1973.

ZONTA, E.P.; MACHADO, A.A. **SANEST: Sistema de Análise Estatística para Microcomputadores: Manual do usuário**. Pelotas: UFPel, 1989. 10p. (Mimeografado).

APÊNDICE



TABELA 1A. Estimativas de alguns coeficientes de correlação entre as variáveis estudadas.

	RSA	NP/ha	CP	PMS	NPT	NPF	PZF	PGS	VC	RSPV	RMS	%PB
RSA	—x—	0,89	0,86	—x—	—x—	—x—	-0,91	—x—	—x—	0,99	0,97	—x—
NP/ha	—x—	—x—	0,88	—x—	—x—	0,99	—x—	—x—	—x—	0,90	—x—	—x—
CP	—x—	—x—	—x—	—x—	0,98	0,98	—x—	-0,86	—x—	0,84	0,90	0,97
PMS	—x—	—x—	—x—	—x—	—x—	—x—	-0,92	—x—	-0,98	—x—	—x—	—x—
NPT	—x—	—x—	—x—	—x—	—x—	0,99	—x—	-0,86	—x—	—x—	0,83	0,97
NPF	—x—	—x—	—x—	—x—	—x—	—x—	—x—	-0,89	—x—	—x—	—x—	0,98
PZF	—x—	—x—	—x—	—x—	—x—	—x—	—x—	—x—	—x—	0,90	-0,91	—x—
PGS	—x—	—x—	—x—	—x—	—x—	—x—	—x—	—x—	—x—	—x—	—x—	-0,95
VC	—x—	—x—	—x—	—x—	—x—	—x—	0,84	—x—	—x—	—x—	—x—	—x—
RSPV	—x—	—x—	—x—	—x—	—x—	—x—	0,90	—x—	—x—	—x—	—x—	—x—
RMS	—x—	—x—	—x—	—x—	—x—	—x—	-0,91	—x—	—x—	0,95	—x—	0,87
%PB	—x—	—x—	—x—	—x—	—x—	—x—	—x—	—x—	—x—	—x—	—x—	—x—

* Significativo ao nível de 5%.

TABELA 2A. Diâmetro de panículas (cm) em função de métodos de estabelecimento e N.

Médias de quatro repetições.

Métodos	Doses de N (kg/ha)				Médias
	0	60	120	180	
lanço	1,74	1,76	1,79	1,79	1,77
0,40m	1,76	2,01	1,78	1,80	1,83
0,80m	1,78	1,85	1,89	1,96	1,87
1,20m	1,86	1,90	1,92	1,81	1,81
Médias	1,78	1,88	1,84	1,84	

TABELA 3A. Altura de plantas (m) de milho em função de métodos de estabelecimento e N.

Médias de quatro repetições.

Métodos	Doses de N (kg/ha)				Médias
	0	60	120	180	
lanço	2,28	2,46	2,36	2,32	2,35
0,40m	2,54	2,67	2,60	2,67	2,62
0,80m	2,70	2,59	2,43	2,73	2,61
1,20m	2,55	2,67	2,74	2,72	2,67
Médias	2,51	2,59	2,53	2,61	

Table 1. Estimated values

1982	0.99
1983	0.98
1984	0.97
1985	0.96
1986	0.95
1987	0.94
1988	0.93
1989	0.92
1990	0.91
1991	0.90
1992	0.89
1993	0.88
1994	0.87
1995	0.86
1996	0.85
1997	0.84
1998	0.83
1999	0.82
2000	0.81
2001	0.80
2002	0.79
2003	0.78
2004	0.77
2005	0.76
2006	0.75
2007	0.74
2008	0.73
2009	0.72
2010	0.71
2011	0.70
2012	0.69
2013	0.68
2014	0.67
2015	0.66
2016	0.65
2017	0.64
2018	0.63
2019	0.62
2020	0.61

1982	0.99	0.99
1983	0.98	0.98
1984	0.97	0.97
1985	0.96	0.96
1986	0.95	0.95
1987	0.94	0.94
1988	0.93	0.93
1989	0.92	0.92
1990	0.91	0.91
1991	0.90	0.90
1992	0.89	0.89
1993	0.88	0.88
1994	0.87	0.87
1995	0.86	0.86
1996	0.85	0.85
1997	0.84	0.84
1998	0.83	0.83
1999	0.82	0.82
2000	0.81	0.81
2001	0.80	0.80
2002	0.79	0.79
2003	0.78	0.78
2004	0.77	0.77
2005	0.76	0.76
2006	0.75	0.75
2007	0.74	0.74
2008	0.73	0.73
2009	0.72	0.72
2010	0.71	0.71
2011	0.70	0.70
2012	0.69	0.69
2013	0.68	0.68
2014	0.67	0.67
2015	0.66	0.66
2016	0.65	0.65
2017	0.64	0.64
2018	0.63	0.63
2019	0.62	0.62
2020	0.61	0.61

Table 2. Estimated values

1982	0.99	0.99
1983	0.98	0.98
1984	0.97	0.97
1985	0.96	0.96
1986	0.95	0.95
1987	0.94	0.94
1988	0.93	0.93
1989	0.92	0.92
1990	0.91	0.91
1991	0.90	0.90
1992	0.89	0.89
1993	0.88	0.88
1994	0.87	0.87
1995	0.86	0.86
1996	0.85	0.85
1997	0.84	0.84
1998	0.83	0.83
1999	0.82	0.82
2000	0.81	0.81
2001	0.80	0.80
2002	0.79	0.79
2003	0.78	0.78
2004	0.77	0.77
2005	0.76	0.76
2006	0.75	0.75
2007	0.74	0.74
2008	0.73	0.73
2009	0.72	0.72
2010	0.71	0.71
2011	0.70	0.70
2012	0.69	0.69
2013	0.68	0.68
2014	0.67	0.67
2015	0.66	0.66
2016	0.65	0.65
2017	0.64	0.64
2018	0.63	0.63
2019	0.62	0.62
2020	0.61	0.61

Table 3. Estimated values

1982	0.99	0.99
1983	0.98	0.98
1984	0.97	0.97
1985	0.96	0.96
1986	0.95	0.95
1987	0.94	0.94
1988	0.93	0.93
1989	0.92	0.92
1990	0.91	0.91
1991	0.90	0.90
1992	0.89	0.89
1993	0.88	0.88
1994	0.87	0.87
1995	0.86	0.86
1996	0.85	0.85
1997	0.84	0.84
1998	0.83	0.83
1999	0.82	0.82
2000	0.81	0.81
2001	0.80	0.80
2002	0.79	0.79
2003	0.78	0.78
2004	0.77	0.77
2005	0.76	0.76
2006	0.75	0.75
2007	0.74	0.74
2008	0.73	0.73
2009	0.72	0.72
2010	0.71	0.71
2011	0.70	0.70
2012	0.69	0.69
2013	0.68	0.68
2014	0.67	0.67
2015	0.66	0.66
2016	0.65	0.65
2017	0.64	0.64
2018	0.63	0.63
2019	0.62	0.62
2020	0.61	0.61