

LAZARO EURIPEDES PAIVA

INFLUÊNCIA DE NÍVEIS DE NITROGÊNIO, ESPAÇAMENTO
E DENSIDADE NO RENDIMENTO FORRAGEIRO E QUALIDADE DA SILAGEM DE MILHO (**Zea mays L.**)

Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura de Lavras, como parte das exigências do curso de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração Fitotecnia, para a obtenção do grau de "MESTRE".

ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA DE LAVRAS
LAVRAS - MINAS GERAIS

1992

LAVARA EURIPEDES PAIVA

INFLUENCIA DE NIVEIS DE NITROGENIO, ESPAÇAMENTO
E DENSIDADE NO RENDIMENTO FORRAGEIRO E QUA-
LIDADE DA SILAGEM DE MILHO (Zea mays L.)

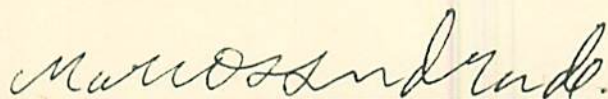
[REDACTED]

Diressão apresentada à Escola Superior de Agricultura
Lavras, como parte das exigências do curso de
Graduação em Agronomia, área de concentração: Fitotecnia,
para a obtenção do grau de "MESTRE".

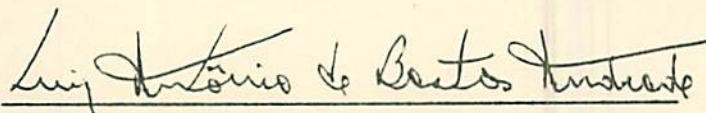
- clique em "Meu espaço" localizado à direita
- efetue o cadastramento por meio da opção
- ao informar o endereço de e-mail, o novo
- postal um link para efetuar o cadastramento
- basta clicar em "Iniciar uma nova submissão"

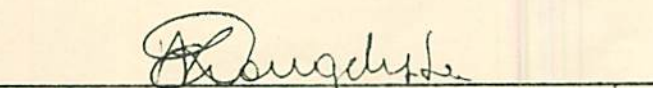
INFLUENCIA DE NIVEIS DE NITROGENIO, ESPAÇAMENTO E DENSIDADE
NO RENDIMENTO FORRAGEIRO E QUALIDADE DA SILAGEM DE MILHO
(*Zea mays* L.)

APROVADA:



Prof. Marco Antônio de Andrade


Prof. Luiz Antônio de B. Andrade


Prof. Antônio Ricardo Evangelista

A minha esposa Elisete,

Aos meus filhos

Carla,

Livia

e

Lázaro filho

A minha mãe (in memoriam)

Ao meu pai

DEDICO

SUMARIO

1. INTRODUÇÃO.....	01
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	03
2.1. Silagem de milho.....	03
2.2. Adubação nitrogenada na cultura do milho.....	05
2.3. Espaçamento e densidade.....	08
2.3.1. População e disponibilidade de água.....	11
2.3.2. População e adubação.....	12
2.3.3. População e cultivar.....	13
2.4. Qualidade da silagem.....	14
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	18
3.1. Local.....	18
3.2. Delineamento experimental.....	20
3.3. Cultivar	22
3.4. Condução do experimento.....	22
3.4.1. Preparo do solo e semeadura.....	22
3.4.2. Adubação básica.....	23
3.4.3. Adubação nitrogenada.....	23
3.4.4. Desbaste e capinas.....	24

3.4.5. Colheita.....	24
3.3. Características avaliadas.....	25
3.3.1. Características agronômicas.....	25
3.3.1.1. Florescimento feminino.....	25
3.3.1.2. Percentagem de sobrevivência.....	25
3.3.1.3. Altura de planta e espiga.....	26
3.3.1.4. Índice de espigas.....	26
3.3.1.5. Peso de espigas.....	26
3.3.1.6. Produção de matéria seca.....	26
3.3.1.7. Plantas acamadas.....	27
3.3.2. Avaliações químicas.....	27
3.3.2.1. Matéria seca.....	27
3.3.2.2 Proteína bruta.....	27
3.3.2.3. Fibra detergente neutro.....	27
3.3.2.4. Potencial hidrogeniônico - pH.....	27
3.3.2.5. Glicose e sacarose.....	28
3.3.2.6. Ácidos orgânicos.....	28
3.3.2.7. Degradabilidade "In Situ".....	28
3.4. Análise estatística.....	29
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	30
4.1. Florescimento feminino.....	30
4.2. Percentagem de sobrevivência.....	30
4.3. Altura de planta e espiga.....	31
4.4. Rendimento de espigas.....	32
4.5. Índice de espiga.....	35
4.6. Plantas acamadas.....	37
4.7. Matéria seca.....	39

4.8. Rendimento de proteína bruta.....	42
4.9. pH.....	45
4.10. Ácidos orgânicos.....	47
4.11. Glicose e sacarose.....	47
4.12. Fibra detergente neutro (FDN).....	48
4.13. Degradabilidade "in situ" (%D).....	49
5. CONCLUSÕES.....	50
6. RESUMO.....	52
7. SUMMARY.....	53
8. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	54
9. APENDICE.....	73

LISTA DE QUADROS

QUADRO

- 1 - Arranjo entre adubação nitrogenada (A), espaçamento (E), densidade (D) e população de plantas que constituíram os diferentes tratamentos aplicados ao milho. Lavras - MG, 1989/90.....21
- 2 - Análise química do solo amostrado a 20 cm de profundidade na área experimental, ESAL, Lavras - MG, 1989/90...23
- 3 - Valores médios para florescimento feminino, percentagem de sobrevivência, altura de planta e espiga nas densidades de plantio. Lavras - MG, 1989/90.....31
- 4 - Valores médios obtidos para rendimento de espiga (t/ha) e índice de espigas em função dos espaçamentos. Lavras - MG, 1989/90.35

- 5 - Valores médios obtidos para rendimento de matéria seca (m.s) da forragem em t/ha e percentagem de matéria seca na forragem e na silagem. em função dos espaçamentos. Lavras - MG, 1989/90.....40
- 6 - Valores médios para rendimento de proteína bruta em Kg/ha na forragem e percentual de proteína na matéria seca da forragem e da silagem em função dos espaçamentos. Lavras - MG, 1989/90..... 44

LISTA DE FIGURAS

FIGURAS

- 1 Temperatura máxima e mínima ($^{\circ}\text{C}$) durante a realização do experimento. Lavras - MG, 1989/90.....19
- 2 Precipitação pluvial em (mm) e umidade relativa em (%) durante a realização do experimento. Lavras - MG, 1989/90.....19
- 3 Altura de plantas (Y_1) e de espigas (Y_2) em função dos níveis de nitrogênio, aplicados à cultura do milho Lavras - MG, 1989/90.....33
- 4 Rendimento de espiga em função dos níveis de nitrogênio, aplicados à cultura do milho. Lavras - MG, 1989/90.....36
- 5 Percentagem de plantas acamadas na densidade de 7 plantas por metro linear em função dos níveis de nitrogênio, aplicados à cultura do milho. Lavras - MG, 1989/90.....38

- 6 Rendimento de matéria seca nas densidades 5 e 9 plantas por metro linear em função dos níveis de nitrogênio, aplicados à cultura do milho. Lavras - MG, 1989/90.....41
- 7 Percentagem de proteína bruta(PB) na matéria seca da foragem e da silagem em função dos níveis de nitrogênio, aplicados a cultura do milho. Lavras - MG. 1989/90.....43
- 8 Rendimento de proteína bruta nas densidades 5, 7 e 9 plantas por metro linear em função dos níveis de nitrogênio, aplicados à cultura do milho. Lavras - MG,1989/90..46
- 9 pH na densidade 5 plantas por metro linear, em função dos níveis de nitrogênio, aplicados à cultura do milho. Lavras - MG, 1989/90.....46

AGRADECIMENTOS

A Escola superior de Agricultura de Lavras pela oportunidade de realização do curso.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos.

Ao Instituto Superior de Ensino e Pesquisa de Ituiutaba (ISEPI) pelo apoio e oportunidade.

Aos professores Marco Antônio de Andrade, Luiz Antônio de B. Andrade e Antônio Ricardo Evangelista, pela orientação, confiança e amizade.

Ao colaborador de campo Manguinho e sua equipe, pelo valioso trabalho prestado.

Aos funcionários do Laboratório de Nutrição Animal do CNPGL-EMBRAPA, de maneira especial a José Roberto, Edmar e Ernani pelo auxílio nas análises laboratoriais.

Aos colaboradores e amigos do Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootécnia da Escola Superior de Agricultura de Lavras.

Aos colegas de curso Germano, Parreira, Mario, Mancel, Genildo, Fernando, Lala, Elter, Alberto, Geraldin, Valter, Ismael e Orivaldo pela satisfação do convívio e companheirismo.

Ao Geraldo Milanez o meu maior reconhecimento pela imensa contribuição na elaboração deste trabalho.

Finalmente à Deus pela oportunidade de aprender um pouquinho de sua imensa sabedoria.

1. INTRODUÇÃO

A necessidade de forragem para os animais de uma propriedade é mais ou menos constante durante todo o ano, enquanto que a produção forrageira é profundamente influenciada pelo regime pluviométrico e variação de temperatura.

A produção forrageira para as condições do centro-sul do Brasil é de 70 a 80% no período de chuvas estivais (verão) e de 20 a 30% no período da seca invernal (inverno). Esta periodicidade traz, como consequência, uma repercussão zootécnica correspondente, alternando-se períodos de "bois gordos" e "safras de leite" com épocas em que é grande a dificuldade em manter o processo produtivo animal. Para contornar este problema, uma das técnicas frequentemente adotadas é a ensilagem, LAVEZZO (40).

Dentre as espécies forrageiras que podem ser utilizadas para produzir silagem, o milho é uma das mais indicadas porque apresenta grandes respostas à aplicação de tecnologia, é de fácil manuseio e tem alta produção de massa verde com elevado teor de carboidratos e energia.

A produção da cultura de milho é função das características da planta, das condições climáticas, solo e das práticas culturais adotadas, tais como o número de plantas por unidade de superfície. O aumento da população de plantas, através de alterações no espaçamento e/ou densidade, pode aumentar a produção até o ponto em que a competição por nutrientes, água, luz e CO₂ passa a limitar o processo.

Elevando-se o nível de nutrientes no solo é possível desenvolver, numa área, maior número de plantas, desde que outros fatores não sejam limitantes. De acordo com MEDEIROS & SILVA (52) o nitrogênio na agricultura moderna tem sido um dos fatores mais limitantes do rendimento, sendo o elemento que se encontra em maior quantidade na matéria seca total das plantas de milho, havendo a necessidade de fornecê-lo em doses adequadas para a cultura.

O objetivo do presente trabalho foi o de estudar níveis de nitrogênio, espaçamentos e densidades no rendimento forrageiro e na qualidade da silagem de milho.

2. REVISAO DE LITERATURA

2.1. Silagem de milho

O milho como recurso forrageiro tem sido amplamente usado, em todo o mundo, na alimentação de bovinos. Segundo McCULLOUGH (45), grandes extensões de área são ocupadas por milho para produção de silagem nos Estados Unidos, países da Europa, Canadá e Argentina. Mesmo em países como o Japão e Israel, onde o fator terra é escasso, o milho como silagem tem importante participação na alimentação do rebanho leiteiro.

TOSI (87) enumerou as características que uma forrageira com potencial para ensilagem deve apresentar por ocasião do corte: elevada produtividade, teor adequado de matéria seca, boa disponibilidade de açúcares e reduzido poder tampão. O milho é uma forrageira que apresenta estas características. } intra

O sucesso da produção de silagem de milho de alta qualidade está associado não só à obtenção de alta produtividade de massa verde por área, mas, também, à boa participação de espigas na massa total.

SILVA & GOMIDE (79), comparando silagem de milho, feno de jaraguá, feno de colonião, silagem de milho + palha de arroz, (partes iguais na matéria seca) e silagem de milho (50%) + feno de jaraguá (25%) + feno de colonião (25%), na alimentação de vacas leiteiras, encontraram resultados superiores para silagem de milho e seu uso combinado com fenos.

BOIN & BIONDI (89) comparando silagens de milho, sorgo e napier, verificaram que a produção anual de 1 ha de milho, convertida em silagem, manteria 2,3 vacas (com peso médio de 467Kg) por um ano, com um ganho diário de 0,071 Kg e com uma produção diária individual de 6,6 Kg de leite, sem qualquer suplementação de concentrado até este nível. Da mesma forma, as silagens de sorgo e napier proporcionaram uma média diária de perda de peso corporal de 0,286 Kg e 0,639 Kg, respectivamente. Resultados similares também foram obtidos por LUCI & BOIN (44) e TOSI et alii (86).

De acordo com VILELA (94), a silagem de milho é, sem dúvida alguma, um excelente volumoso, pois supre grande quantidade das exigências energéticas dos animais, contudo é deficiente em proteína. THOMAS et alii (84), também recomendam a suplementação protéica para obtenção de altos níveis de produção para bovinos alimentados com silagem de milho. FARIA et alii (21), comparando os efeitos da silagem de milho e cama de aves como suplemento protéico, em relação a alimentação exclusiva com silagem de milho ou do pastejo exclusivo em capim gordura, obtiveram na estação seca, maiores ganhos em peso de novilhos para a silagem suplementada em relação à silagem simples e que esta foi

inferior, inclusive, ao tratamento pastagem exclusiva, atribuindo este último aspecto à qualidade da silagem.

BEDUSCHI et alii (07), mencionam que uma das exigências para uma boa ensilagem é que a forrageira seja picada de forma homogênea e em tamanhos pequenos (dois a três centímetros), a fim de facilitar sua perfeita compactação, expelido-se ao máximo o ar contido nos interstícios da massa armazenada, para que as reações químicas no interior do silo, se realize ao menor espaço de tempo possível.

LAVEZZO et alii (41), determinando o valor nutritivo das silagens de milho realizadas quando os grãos encontravam-se na fase leitosa, pamonha, farinácea e semi-duro, encontrou resultados superiores para a fase farinácea.

BRIGGS et alii (11), constataram que uma silagem de boa qualidade é caracterizada por apresentar 60 a 72% de umidade; pH de 3,8 a 4,5, apresentando na matéria seca até 2% de ácido butírico e mais de 3% de ácido láctico.

2.2. Adubação nitrogenada na cultura do milho

Dentre os diversos nutrientes essenciais ao desenvolvimento e crescimento das plantas, destaca-se o nitrogênio, pelas suas funções relevantes na produção e síntese de aminoácidos.

A absorção de N pela cultura do milho é pequena nos primeiros 30 dias, aumentando de maneira considerável a partir deste ponto, atingindo taxas superiores a 4,5 Kg N/ha/dia durante

a época do pendoamento e embonecamento. Assim, o sucesso da adubação nitrogenada na cultura do milho, consiste em suprir as plantas com quantidades adequadas no seu período crítico, ou seja, entre os 40-50 dias após a emergência das plantas. BAHIA FILHO et alii (05).

Com relação à extração, MALAVOLTA (47) relata que, em condições normais, o milho extrai do solo quase 200 Kg/ha de nitrogênio; no primeiro mês, depois da emergência, retira menos, enquanto que a maior proporção é retirada no segundo mês. CALVACHE et alii (13) e SILVA (78) também verificaram que a maior capacidade de utilização do nitrogênio, cerca de 30%, ocorre entre 75 e 90 dias após a germinação do milho.

Com relação à forma de absorção, WARNCKE & BARBER (98) verificaram a preferência pela forma amoniacal nos primeiros estágios de crescimento e pela forma nítrica nos estágios finais, apesar de absorver ambas as formas durante todo o ciclo.

A necessidade do uso de adubação nitrogenada na cultura do milho tem sido evidenciada por diversos trabalhos, já que é baixa a capacidade de nossos solos em suprir nitrogênio, assim como é baixa eficiência de utilização pelas plantas tanto do nitrogênio existente no solo, como daquele aplicado. Grandes requerimentos de nitrogênio confirmam a exigência da planta por este elemento, IVANKO & MAXIANOVA (35) e ANDRADE et alii (02).

Estudos ligados à adubação nitrogenada em milho, mostram efeitos altamente significativos deste elemento no aumento da produtividade de grãos, ARRUDA (04), FLORES (25) e GALVAO et alii (29).

GARGANTINI et alii (31), em estudos comparativos de formas de aplicação de nitrogênio (sulfato de amônio e amônia anidra), verificaram resposta significativa na produção de grãos quando da aplicação de nitrogênio na forma de sulfato de amônio. Nesse caso, também houve diferença significativa quanto ao modo de aplicação, com vantagem do parcelamento sobre a aplicação total no sulco de plantio.

GALVAO & PATERNIANI (30), estudando a influência de diferentes níveis de nitrogênio em milho de porte baixo e normal, não encontraram efeitos significativos dos tratamentos no tocante à percentagem de sobrevivência das plantas .

A produção e qualidade de milho para silagem é bastante afetada pelos níveis de nitrogênio.

MEIRA et alii (54), estudando três níveis de população de plantas (30, 60, e 90 mil plantas/ha), dois espaçamentos (75 e 100 cm entre linhas) e quatro níveis de N (0, 45, 90 e 135 Kg/ha), constataram que houve resposta significativa apenas para as doses de 45 e 90 Kg de N/ha, aumentando o peso de espigas, peso de massa verde e peso de matéria seca total do milho.

FRANÇA et alii (27), comparando cinco níveis de adubação nitrogenada (0, 90, 180, 270 e 360 Kg/ha), observaram elevação no teor de proteína bruta da forragem e da silagem de milho, embora não tenha sido influenciada a produção de matéria seca, bem como a relação espiga/planta. Entretanto, PEREIRA (66) relata que a qualidade da forragem e da silagem não foram afetadas por quatro níveis de adubação nitrogenada (0, 40 80 e 160 Kg/ha). Já FLORES (25) verificou que a adubação nitrogenada aumenta sensivelmente a

produção de matéria seca e a quantidade de nitrogênio total acumulada na planta durante seu crescimento, alcançando o máximo aos 60 dias; nesta idade, a parte da planta que acumula mais nitrogênio, procedente do fertilizante, são as folhas.

VALENTE et alii (89), estudando o nível de proteína bruta nos grãos, sabugo, palha da espiga e planta sem espiga, das seguintes cultivares de milho: "Piranão", "Br-105", "Ag-401", "Br-126", "Maya XVII" e "Phoenix", aplicando 250 Kg/ha da fórmula 4-14-8 no plantio e 160 Kg/ha de sulfato de amônio em duas coberturas, não encontraram diferença significativa entre as cultivares para quaisquer das partes da planta.

Estudando a assimilação e translocação do nitrogênio, PEREIRA et alii (67) observaram que o teor de matéria seca cresceu com o aumento das doses e seu parcelamento, sendo que a maior percentagem de proteína bruta foi conseguida com a aplicação de 180 kg de N/ha, parcelado duas vezes.

Diversos autores verificaram, em função da adubação nitrogenada, aumentos significativos na percentagem de proteína bruta na forragem. (GALLO et alii (28); JELLUM et alii (36); NIMJE & SETH (60); SINGH et alii (81); VOSTAL et alii (97) e ZUBER et alii (102).

2.3. Espaçamento e densidade

HUTCHINSON et alii (34) estudando o comportamento da cultivar "Pioneer 3165", em quatro populações de plantas,

concluíram que as maiores produtividades de grãos foram alcançadas com a população de 49.500 plantas/ha, enquanto que a altura de planta não sofreu influência das diferentes populações.

MEIRA et alii (54) e FILEV & STAFIICHUK (23), em estudo de espaçamento e densidade, relataram que não é necessário usar maiores densidades de plantio para obtenção de maior quantidade de silagem de milho, como é crença da maioria dos agricultores. PEDREIRA (65), testando os espaçamentos de 0,20 x 0,50; 0,20 x 0,75 e 0,20 x 1,00 m, não encontrou diferenças significativas para produção de massa verde. Já PETRAKIEVA & NAIDENOV (69) obtiveram maiores rendimentos de milho para ensilagem quando a densidade era de 40.000 a 51.000 plantas/ha. De forma semelhante, a RESEARCH STATION (74) recomenda para produção de milho para ensilagem, combinando rendimento e qualidade, o espaçamento de aproximadamente 75 a 90 cm entre linhas e 23 cm dentro da linha. Todavia, resultados diferentes foram observados por LARSEN (39) que, estudando efeito dos espaçamentos 40 e 90 cm, entre as linhas de milho, encontrou produção superior de matéria seca, para o espaçamento de 40 cm. CROSSMAN (16) cita que a população ótima de plantas de milho para ensilagem é de 300.000 a 500.000 plantas por hectare. Já EDDOWES (18) relata que, nas condições de seu trabalho, a população ótima para produção de volumosos foi de 85.000 plantas de milho por hectare.

A relação entre produção de grãos e/ou massa verde e a população de plantas por área é bastante complexa.

Para determinadas condições de solo, clima, cultivar e tratos culturais, há um número ideal de plantas por unidade de área para se atingir a mais alta produção.

População ótima é o número de plantas capaz de explorar de maneira mais eficiente e completa uma determinada área de solo. VIANA et alii (91).

Segundo MEDEIROS & SILVA (52), diversos trabalhos de pesquisa tem mostrado uma tendência de maiores produções de grãos em espaçamentos mais estreitos (0,70 a 0,80 m), principalmente com milho de porte baixo. Isto porque, além de reduzir a competição com plantas daninhas, há um melhor aproveitamento de luz e água pelo melhor arranjo das plantas.

(OLIVEIRA (62) relata que a população de plantas está relacionada com a finalidade da cultura (grão ou forragem), com as características do híbrido (de porte baixo, médio ou alto), com a fertilidade do solo e a disponibilidade de elementos nutritivos, de água, etc. As baixas populações promovem a produção de espigas maiores e, eventualmente, duas por pé, mas as grandes colheitas são sempre resultado de muitas espigas medianas. As altas populações favorecem o acamamento e promovem igualmente uma diminuição da produção pela existência de pequenas espigas. Além disso, as altas populações ocasionam, por vezes, um certo atraso na floração feminina, havendo pólen maduro sem estigmas receptivos, o que resulta numa polinização deficiente.)

Segundo PATERNIANI (64) uma espiga de bom tamanho pesa em média, .200 gramas, dando 160 gramas de grãos. O tamanho das espigas tende a diminuir com o plantio mais denso. Com o plantio

menos denso o tamanho aumenta e, se o milho for prolífero, tende a produzir mais de uma espiga por colmo.

Já MUNDSTOCK (57), estudando efeitos de espaçamento entre linhas, verificou que os efeitos benéficos dos menores espaçamentos foram ocasionados, possivelmente, pelo melhor aproveitamento de luz no período de enchimento de grãos, o que concorreu para o maior peso individual de espigas; aparentemente, a pressão de competição imposta pelas diferentes distâncias entre linhas não é muito forte até a época de polinização, pois nem o desenvolvimento das estruturas da espiga, nem a emergência destas, foram afetadas pelos espaçamentos.

2.3.1. População e disponibilidade de água

A relação espiga/resto da planta é altamente dependente da população de plantas e esta última, por sua vez, é extremamente dependente da disponibilidade de água no solo. Neste sentido, SOUZA (82) recomenda para a produção de silagem de milho a população de 75 mil plantas por hectare. Para MEDEIROS & VIANA (53), há necessidade de boa disponibilidade de água no solo durante o desenvolvimento da cultura para haver resposta do milho às altas populações de plantas. A época mais crítica da falta de água para o milho, situa-se próximo ao pendoamento-espigamento. Baixa disponibilidade neste período, origina grandes decréscimos no rendimento de grãos, especialmente em altas populações.

Também VIANA et alii (91) recomendam que, ao se instalar a cultura em locais sujeitos a "stress" de umidade, a população deverá ser sempre menor em relação a locais com grande capacidade de fornecimento de água às plantas.

2.3.2. População e adubação

Vários pesquisadores, entre eles GALVAO & PATERNIANI (30), LANG et alii (38), PEREIRA FILHO (68), PRINCE (71), QUILES-BELEN et alii (72), vem realizando estudos sobre população e adubação da cultura do milho.

PEREIRA FILHO (68), no Sul de Minas Gerais, estudando as cultivares "Centralmex" e "Piranão" nos espaçamentos de 50, 75 e 100 cm, com níveis de nitrogênio de 0, 40, 80 e 120 Kg/ha, encontrou, para produção de grãos e altura de plantas, incremento linear com as doses de nitrogênio.

Segundo BATISTELA (06) a população de plantas também fica na dependência da disponibilidade de nutrientes no solo. Pequenas disponibilidade significa a utilização de menores populações, o contrário ocorre quando dispomos de boa disponibilidade de nutrientes. Para altas populações é imprescindível a adubação de manutenção e de cobertura.

De acordo com VIANA et alii (91), o milho é cultura altamente exigente em elementos nutritivos, respondendo a adubações pesadas, atingindo tetos superiores a 10000 Kg/ha, com os diversos fatores em nível ótimo.

LARSSEN (39) estudando o efeito do N sobre plantas de milho para silagem, não encontrou resultados significativos para matéria seca quando variou de 168 a 396 Kg de N/ha.

2.3.3. População e cultivar

Segundo MUNDSTOCK (57), a escolha do híbrido também é crítica, quando se pensa em diminuir o espaçamento entre linhas. Os híbridos tardios, de porte alto e bastante massa, geralmente não se beneficiam do melhor arranjo dentro da lavoura. Pelo grande desenvolvimento vegetativo, logo no início do ciclo, podem sombrear o espaço entre as fileiras e captar toda a luz. Já os híbridos de menor porte, com pouco desenvolvimento em massa tardam muito a fechar o espaço entre as linhas e, muitas vezes, nem conseguem sombrear toda a área. Plantas de milho com estas características são as que mais se beneficiam do uso de menores espaçamentos.

Também, segundo VIANA et alii (91), as cultivares precoces (ciclo curto) toleram maior densidade de semeadura do que as tardias (ciclo longo). A razão desta diferença deve-se ao fato das cultivares precoces possuírem plantas de menor estatura e massa vegetativa. Estas características morfológicas, determinam menor sombreamento dentro da cultura, possibilitando, com isto, espaçamento menor entre plantas para melhor aproveitamento da luz.

Por outro lado, SOUZA (82) relata que a escolha da cultivar deve ter como princípio básico a obtenção de uma alta produção de

matéria seca e de boa qualidade, podendo esta última ser parcialmente prevista através da produção de grãos (relação espigas/resto da planta). Isto é mais facilmente obtido com cultivares tardias, com certos riscos para anos secos.

2.4 Qualidade da silagem

Alguns autores utilizam o termo "qualidade da silagem" para indicar até que ponto o processo fermentativo desenvolveu-se de maneira desejável. Deste modo, na avaliação da qualidade de silagens, consideram-se, de um modo geral, o valor nutritivo, o consumo voluntário e o desempenho animal. Com relação ao valor nutritivo dá-se ênfase à composição química e a digestibilidade. Os parâmetros usualmente empregados na avaliação qualitativa de silagens são os ácidos orgânicos (lático, acético, propiônico, butírico), o pH e o nitrogênio amoniacal, além de características de odor, cor e textura.

LARSSEN (39), estudando efeito dos níveis 168 a 396 Kg de N/ha, sobre qualidade da silagem, não encontrou efeitos significativo para proteína, quando aplicou acima de 280 Kg de N/ha.

FOX & BROWN (26), estudando efeito da fertilização nitrogenada na qualidade da silagem, verificaram que o pH aumentou com a elevação dos níveis de nitrogênio.

De acordo com NIMJE & SETH (60), a população de plantas, apresentou efeito significativo sobre os teores e rendimento de matéria seca, proteína bruta e digestibilidade da matéria seca.

(Plantas mais altas causam menor digestibilidade, e, o aumento na população de plantas de milho diminui a digestibilidade da silagem, WERMKE & ROHR (99).)

A digestibilidade da matéria seca, e qualidade da silagem, não foram afetadas pela variação dos tratamentos (espaçamento x densidade), MORAIS (56).

FISHER & FAIREY (24), trabalhando com populações de 60 e 100 mil plantas por hectare, encontraram 72 e 72.5% respectivamente para digestibilidade "in vitro".

PRINCE (71) estudando o efeito das populações 10, 18, 25 e 32 mil plantas por hectare, encontrou valores decrescentes de teor de proteína bruta, com o aumento das populações de plantas de milho.

LANG et alii (38), encontraram valores decrescentes de teor de proteína, quando elevaram a população de plantas de milho, de 10 para 30 mil plantas por hectare.

POZAR & ZAGO (70), avaliando populações de plantas de milho, encontrou menor teor de proteína, para maiores populações, já para pH não houve efeito significativo.

Para VILELA (95) a fermentação se constitui na conversão de carboidratos solúveis em ácidos orgânicos por meio de microorganismos presentes na própria planta, que se multiplicam e desenvolvem intensa atividade fermentativa ao encontrarem condições adequadas de meio. Quando o pH ou os níveis de ácidos são suficientes para inibir a fermentação, a forragem torna-se estável, e, como silagem, é preservada enquanto permanecer a condição de ausência de ar no silo.

MARQUES NETO et alii (51) estudando épocas de corte, de 56, 69, 84, 98, 112, 126, 140, 154, 195, 231 e 259 dias após o plantio de milho, observou aumentos de teor de matéria seca, ao longo do período experimental, variando de 9.4 a 84.1%, enquanto que a maior produção, 16 toneladas de matéria seca por hectare, foi alcançado aos 140 dias após plantio. TOSI et alii (87), estudando cinco estádios de maturidade, observou, que a planta de milho apresentou teor adequado de matéria seca (35%), entre 15 e 16 semanas após o plantio, no estágio de grãos farináceos, sendo que a elevada acidez da massa ensilada (pH=3.96 a 4.10), foi responsável pela inibição da germinação dos esporos do *Clostridium* presentes.

O teor de matéria seca é de fundamental importância no processo de fermentação e por consequência, na qualidade do produto final. Forragem demasiadamente aquosa propicia condições de fermentação butírica, favorece a perda de princípios nutritivos pela drenagem e degradação de proteínas; por outro lado, forragem com teor de matéria seca elevado dificulta a compactação e expulsão de ar durante a ensilagem, ANDRIGUETTO et alii (03)

(Para FERREIRA (22) o teor de matéria seca não deve estar abaixo de 30%, pois, resultará em perdas por lixiviação que podem chegar até 8% da matéria seca ensilada. Se o teor estiver acima de 35%, a compactação da massa é dificultada, resultando em fermentação deficiente, além de aumentar as perdas no campo. Os carboidratos solúveis são substratos para ação das bactérias, que resultam na produção de ácidos, que contribuem para preservar o material ensilado e devem estar acima de 8% de matéria seca total.)

VILELA (94), estudando épocas de colheita, verificou que a ensilagem do milho deve se dar de 102 a 119 dias após o plantio, época em que se tem de 28 a 35% de matéria seca, correspondendo, em termos práticos, ao ponto denominado farináceo ou pós-farináceo dos grãos. Neste ponto, algumas cultivares tem apresentado um rendimento médio de 11,5 toneladas de matéria seca por hectare (variando de 9,7 a 14,0 t/ha) e sua silagem apresenta de 4 a 7% de proteína bruta.

O consumo está diretamente ligado à digestibilidade do produto final, que, por sua vez, se relaciona ao estágio de maturidade da forrageira na época da colheita, MURDOCH (58).

Segundo McLEOD et alii (46), a acidez e o teor de ácidos orgânicos na silagem, indicam uma maior ou menor ingestão. Valores mais altos de pH proporcionam uma menor digestibilidade, quando comparados ao material bem conservado. Entretanto, maiores consumos de matéria seca foram obtidos com aumento de pH até 5,4.

PAIVA et alii (63), relatam que o milho foi a forrageira mais utilizada para ensilagem na região metalúrgica de Minas Gerais, tanto exclusivo como associado com outras forrageiras; entretanto, a silagem produzida foi de baixa qualidade, devido à falta de divulgação de conhecimentos, tais como, do efeito do estágio de corte na fermentação e qualidade da silagem, assim como dos princípios básicos do preparo do material e do enchimento do silo.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Local

O experimento foi conduzido na área experimental da Escola Superior de Agricultura de Lavras (ESAL), em Latossolo Vermelho Escuro, fase cerrado, no ano agrícola 1989/1990. Lavras está situada a 920m de altitude, a 21°14' de latitude sul e 45°00' de longitude oeste. As variações de temperatura máxima e mínima, precipitação pluvial e umidade relativa do ar, ocorridas no período experimental, encontram-se nas Figuras 1 e 2, respectivamente.

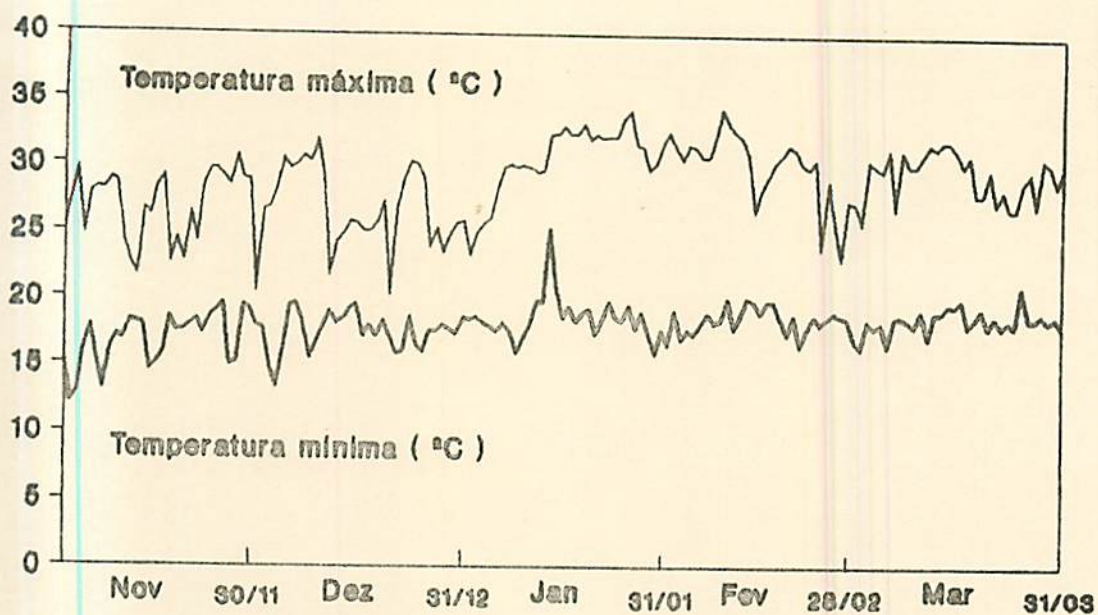


FIGURA 1. Temperatura máxima e mínima (°c) durante a realização do experimento. Lavras - MG, 1989/90.

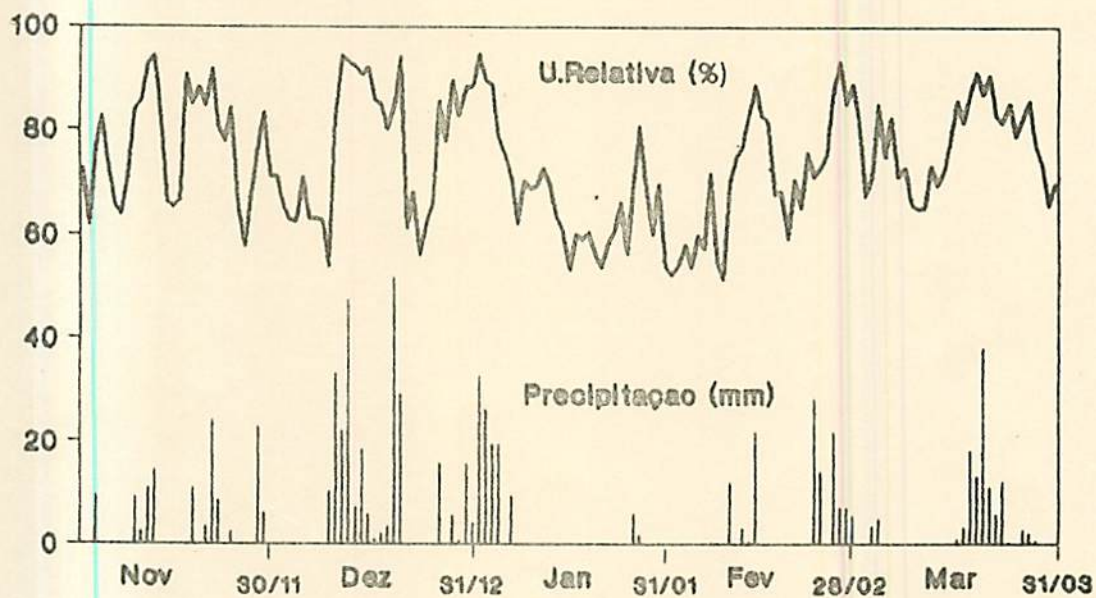


FIGURA 2. Precipitação pluvial em (mm) e umidade relativa do ar em (%) durante a realização do experimento. Lavras - MG, 1989/90.

3.2. Delineamento Experimental

O delineamento empregado foi o de blocos ao acaso, num esquema fatorial $3 \times 4 \times 3$, que consistiu em três níveis de adubação nitrogenada (0, 80 e 160 kg de N/ha), quatro espaçamentos (50, 60, 70 e 80 cm entre linhas) e três densidades de plantas na linha (5, 7 e 9 plantas por metro linear), com 3 repetições, exceto para a característica degradabilidade "In Situ", para a qual não se usou repetição. Os tratamentos empregados encontram-se especificados no Quadro 1.

Cada parcela foi constituída de três fileiras de milho com 11 metros de comprimento, considerando-se como área útil apenas a fileira central, excluindo-se 0,50 metros em cada uma das extremidades.

QUADRO 1. Arranjos entre adubação nitrogenada (A), espaçamento (E), densidade (D) e população de plantas que constituíram os diferentes tratamentos aplicados ao milho. Lavras - MG, 1989/90.

Nº	Tratamento (Arranjos)	(A) (Kg N/ha)	(E) (Cm)	(D) (pl/m)	(P) (pl/ha)
1	A ₀ E ₁ D ₁	0	50	5	100.000
2	A ₀ E ₁ D ₂	0	50	7	140.000
3	A ₀ E ₁ D ₃	0	50	9	180.000
4	A ₀ E ₂ D ₁	0	60	5	83.333
5	A ₀ E ₂ D ₂	0	60	7	116.666
6	A ₀ E ₂ D ₃	0	60	9	150.000
7	A ₀ E ₃ D ₁	0	70	5	71.428
8	A ₀ E ₃ D ₂	0	70	7	100.000
9	A ₀ E ₃ D ₃	0	70	9	128.571
10	A ₀ E ₄ D ₁	0	80	5	62.500
11	A ₀ E ₄ D ₂	0	80	7	87.500
12	A ₀ E ₄ D ₃	0	80	9	112.500
13	A ₁ E ₁ D ₁	80	50	5	100.000
14	A ₁ E ₁ D ₂	80	50	7	140.000
15	A ₁ E ₁ D ₃	80	50	9	180.000
16	A ₁ E ₂ D ₁	80	60	5	83.333
17	A ₁ E ₂ D ₂	80	60	7	116.666
18	A ₁ E ₂ D ₃	80	60	9	150.000
19	A ₁ E ₃ D ₁	80	70	5	71.428
20	A ₁ E ₃ D ₂	80	70	7	100.000
21	A ₁ E ₃ D ₃	80	70	9	128.571
22	A ₁ E ₄ D ₁	80	80	5	62.500
23	A ₁ E ₄ D ₂	80	80	7	87.500
24	A ₁ E ₄ D ₃	80	80	9	112.500
25	A ₂ E ₁ D ₁	160	50	5	100.000
26	A ₂ E ₁ D ₂	160	50	7	140.000
27	A ₂ E ₁ D ₃	160	50	9	180.000
28	A ₂ E ₂ D ₁	160	60	5	83.333
29	A ₂ E ₂ D ₂	160	60	7	116.666
30	A ₂ E ₂ D ₃	160	60	9	150.000
31	A ₂ E ₃ D ₁	160	70	5	71.428
32	A ₂ E ₃ D ₂	160	70	7	100.000
33	A ₂ E ₃ D ₃	160	70	9	128.571
34	A ₂ E ₄ D ₁	160	80	5	62.500
35	A ₂ E ₄ D ₂	160	80	7	87.500
36	A ₂ E ₄ D ₃	160	80	9	112.500

3.3. Cultivar

Foi utilizada a cultivar "Cargill 1115", híbrido duplo que apresenta, dentre outras, as seguintes características: cor amarela, porte alto (2.70m), textura semidentada, ciclo normal, hábito foliar normal e altura de espiga (1.70m), CIRCULAR TÉCNICA CARGILL (14).

Esta cultivar foi selecionada devido as suas características agronômicas, tais como: produtividade e adaptação às condições climáticas da região.

3.4. Condução do experimento

3.4.1. Preparo do solo e semeadura

O preparo do solo constou de uma aração, realizada 45 dias antes da semeadura, e de duas gradagens, uma imediatamente após a aração e outra no dia da semeadura, que foi feita no mês de novembro de 1989, de forma manual, em sulcos com profundidade média de 10 cm, onde as sementes foram distribuídas duas a duas, colocando-se número maior de sementes, para garantir o stand desejado.

3.4.2. Adubação básica

Foi realizada com base nos resultados da análise do solo (Quadro 2), amostrando segundo MALAVOLTA & ROMERO (49), usando-se 90 Kg/ha de P_2O_5 e 45 Kg/ha de K_2O , aplicado na forma de superfosfato simples e cloreto de potássio, respectivamente.

Foi adicionado, à adubação de plantio 5 Kg de Zn/ha, na forma de sulfato de zinco, COMISSÃO DE FERTILIZANTES DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS (15) e VIETS (93).

QUADRO 2. Análise química do solo, amostrado a 20cm de profundidade, na área experimental. ESAL, Lavras - MG, 1989/90.

pH	P ⁺	K ⁺	Mg ⁺⁺	Ca ⁺⁺	Al ⁺⁺⁺	M.O
	ppm	ppm	Meq/1000cc	Meq/1000cc	Meq/1000cc	(%)
5.5AcM	5B	37M	0,2B	2,7M	0,1B	2,6M

A=alto; M=médio; B=baixo; AcM=acidez média

Análise realizada no instituto de Química "John H. Weelock" do Departamento de Ciências do Solo da ESAL.

3.4.3. Adubação nitrogenada

Neste trabalho foi utilizado o sulfato de amônio como fonte de nitrogênio para os níveis de 0, 80 e 160 Kg/ha. Foram

utilizados 20% de cada dose no plantio e os 80% restante foram parcelados aos 30 e 60 dias após a germinação.

3.4.4. Desbaste e capinas

O desbaste foi feito aos 30 dias após a emergência, deixando-se o número de plantas desejadas para cada nível de densidade, ou seja, 5, 7 ou 9 plantas por metro linear.

As capinas foram feitas aos 10, 30 e 60 dias após a emergência.

3.4.5. Colheita

A colheita foi realizada em 26/03/90 e as plantas foram cortadas manualmente rente ao solo. O ponto de colheita correspondeu à fase da cultura em que os grãos de milho apresentavam o aspecto denominado farináceo.

Após a coleta dos dados referentes à cultura, as plantas do milho foram picadas, sendo reduzidas a frações de aproximadamente 2,5 cm para facilitar a compactação e expulsão do ar.

Em seguida o material picado foi homogeneizado e de uma parte fez-se a retirada de uma amostra de 200g. Foram tomadas duas amostras por parcela e estas foram secas em estufa de ventilação forçada a uma temperatura de 65°C, até obter-se peso

constante, e posteriormente moídas em moinho tipo martelo, com peneira de 20 mesh, para a realização das análises químicas.

Outra parte do material picado foi ensilada em silos experimentais, construídos de tubos de polietileno, onde a forragem foi compactada de acordo com os padrões recomendados. Após oito meses, os silos foram abertos e retiradas 4 amostras de 200g, sendo que duas foram colocadas em saco plástico e congeladas para análise de ácidos orgânicos e pH, enquanto que as outras duas foram secas em estufa a 65° até peso constante e moída para as demais análises químicas.

3.3. Características avaliadas

3.3.1. Características agronômicas

3.3.1.1. Florescimento feminino

Anotou-se o número de dias decorridos do plantio até o ponto em que 50% das plantas da área útil da parcela apresentavam "bonecas" (cabelo estilo-estigma) emitidas.

3.3.1.2. Percentagem de sobrevivência

Determinada através da relação entre o número de plantas da área útil da parcela na colheita e o número de plantas inicial após o desbaste.

3.3.1.3. Altura de planta e espiga

Determinou-se a altura em cinco plantas representativas da média da parcela, considerando-se a distância do solo até a inserção da folha superior para a altura da planta e do solo até a inserção da espiga superior, para altura de espiga.

3.3.1.4. Índice de espigas

Este parâmetro foi obtido pela relação entre o número total de espigas e o número de plantas na área útil da parcela.

3.3.1.5. Peso de espigas

Após a pesagem das plantas, foram retiradas todas as espigas com palha, para determinação de seu peso. Os dados obtidos foram transformados para t/ha

3.3.1.6. Produção de matéria seca

Determinou-se o peso verde de toda a parte aérea das plantas das área útil de cada parcela logo após o corte, tomando-se uma amostra para determinação do teor de matéria seca, que foi transformado em t/ha

3.3.1.7. Plantas acamadas

Anotou-se antes da realização da colheita, o número de plantas acamadas, ou seja, aquelas que se apresentavam inclinadas num ângulo superior a 30°

3.3.2. Avaliações químicas

3.3.2.1. Matéria seca

O método utilizado para avaliação da matéria seca foi o da AOAC (01).

3.3.2.2. Proteína bruta

O método para determinação de proteína bruta foi o Macro Kjeldahl, segundo AOAC (01).

3.3.2.3. Fibra detergente neutro

Foi avaliada pelo método VAN SOEST & WINE (90).

3.3.2.4. Potencial hidrogeniônico - pH

Foi determinado pela técnica descrita por Gomide e Faria, citados por SILVA (77).

3.3.2.5. Glicose e sacarose

O método para determinação de glicose e sacarose foi o de Somogyi-Nelson, segundo NELSON (59).

3.3.2.6. Ácidos orgânicos

Determinação feita por cromatografia gasosa, segundo técnica de Wilson, modificada por BONASSI (10).

3.3.2.7. Degradabilidade "in situ"

Determinada conforme técnica simplificada e descrita por MOORE & SWINGLE (55).

As análises químicas foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal da ESAL e no Laboratório de Nutrição Animal do CNPGL da EMBRAPA

O pH e os ácidos orgânicos foram determinados somente para silagem, enquanto que as demais análises foram feitas para forragem e silagem.

3.4. Análise estatística

As análises de variância dos parâmetros estudados foram feitas de acordo com GOMES (33). Para níveis de nitrogênio foi utilizada a regressão polinomial, enquanto que para espaçamento e densidade as medias foram comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. Os dados referentes à percentagem e contagem foram transformados para arco seno da raiz de $X/100$ e raiz quadrada de $X + 0.5$, respectivamente, para melhor ajuste dos dados.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Florescimento feminino

A análise estatística dos dados permite observar que houve efeito significativo para densidade de plantio (Quadro 1A). Verifica-se, pelo Quadro 3, um florescimento mais precoce para a densidade de 5 plantas por metro linear, diferindo das densidades de 7 e 9 plantas por metro linear, que não diferiram entre si e apresentaram florescimento mais tardio. Estes resultados concordam com SINGH & SINGH (80), que relataram atraso no florescimento feminino com o aumento da população, devido à maior competição entre plantas.

4.2. Percentagem de sobrevivência

A análise estatística dos dados revelaram efeito significativo para densidade de plantio (Quadro 1A). Verifica-se, pelo (Quadro 3), uma redução no número de plantas por metro linear, na medida em que se aumentou a densidade. Isto se explica devido a maior competição na linha, o que proporciona a redução;

estes resultados concordam com XIMENES (100), que observou redução linear na sobrevivência quando variou a população de plantas de 40 para 80 mil plantas por hectare, concordando também com EVANGELISTA (20), LEITE (42) e VIÉGAS et alii (92).

Quadro 3. Valores médios para florescimento feminino, percentagem de sobrevivência, altura de planta e espiga, e índice de espiga nas densidades de plantio. Lavras - MG, 1989/90.

Densidade de Plantio	Florescimento Feminino (Dias)	Sobrevivência (%)	Altura (m)		Índice de Espiga
			Plantas	Espiga	
5	70 B	98.35A	2.52 A	1.99 A	1.00A
7	72 A	96.08 B	2.44 B	1.94 AB	0.96A
9	73 A	92.64 C	2.40 B	1.90 B	0.95A

Médias seguidas pela mesma letra na, coluna, não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

4.3 Altura de planta e espiga

As alturas da planta e espiga foram influenciadas significativamente pelas densidades e níveis de nitrogênio (Quadro

1A). Observa-se plantas mais altas para a densidade de 5 plantas, não havendo diferenças entre as densidades de 7 e 9 plantas por metro linear, que apresentaram menor porte, (Quadro 3). Estes resultados concordam com PEREIRA FILHO (68) que também observou para menores densidades, maior altura de planta. Entretanto, divergem dos resultados obtidos por EL LAKANY & RUSSEL (19), GIESBRECHT (32) e RUTGER & CROWDER (75) que verificaram maior altura de planta e da espiga com o aumento da densidade de plantio.

Com relação aos níveis de nitrogênio, constatou-se através da equação de regressão, que os níveis de 116.9 e 118.53 kg de N/ha proporcionaram as maiores alturas de plantas e de espigas, respectivamente (Figura 3). Estes resultados concordam com PEREIRA FILHO (68), USBERTI FILHO (88) e GALVAO & PATERNIANI (30) que detectaram ser o nitrogênio um elemento responsável pelo incremento na altura da planta. Contudo, discordam de LUCAS (43) que não encontrou efeitos significativos de níveis de N sobre altura de plantas e espiga, devendo ser lembrado, entretanto, que este último trabalho foi conduzido num outro país e em solo bastante distinto dos nossos, o que pode explicar a divergência nos resultados obtidos.

4.4. Rendimento de espigas

O rendimento de espigas foi influenciado significativamente pelos espaçamentos e pelos níveis de nitrogênio (Quadro 2A).

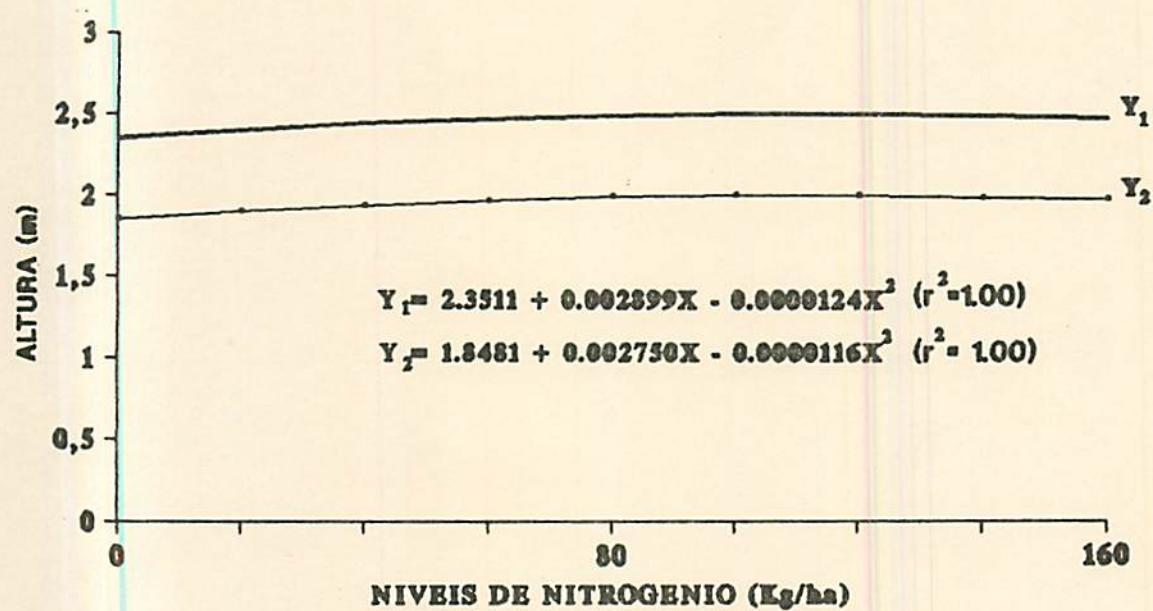


FIGURA 3. Altura de plantas (Y_1) e de espigas (Y_2) em função dos níveis de nitrogênio, aplicados a cultura de milho. Lavras - MG, 1989/90.

O espaçamento de 50 cm propiciou maior rendimento de espigas que os espaçamentos de 70 e 80 cm, sendo igual ao de 60 cm (Quadro 4). Estes resultados ocorreram, possivelmente, devido ao maior número de espigas/ha proporcionado pelo maior número de plantas no espaçamento de 50 cm, ou, ainda, pelo melhor aproveitamento da luz no período de desenvolvimento dos grãos, o que concorreu para um maior peso individual de espigas. MUNDSTOCK (57) observou resultados semelhantes, assim como também a não prolificidade alta nos maiores espaçamentos. Contudo discordam de MANFRON (50), BIANCHINI (08), REEDY et alii (73) e STINSON & MOSS (83), que encontraram um menor rendimento de espigas nas maiores populações.

Com relação aos níveis de nitrogênio, ocorreu um efeito quadrático, sendo que o peso máximo de espigas foi atingido com o nível de 126.41 Kg de N/ha (Figura 4), concordando com MALAVOLTA & DANTAS (48), MEIRA et alii (54), PEREIRA (66) e DAVIDE (17), que obtiveram peso crescente de espiga com o aumento das doses de nitrogênio, até níveis próximos daqueles encontrados no presente trabalho.

Quadro 4. Valores médios obtidos para rendimento de espiga (t/ha) e índice de espiga em função dos espaçamentos. Lavras - MG, 1989/90.

Espaçamento	Rendimento de Espiga	Índice de Espiga
50	15.82A	0.92 B
60	13.87AB	0.96 B
70	13.70 B	0.96 B
80	13.44 B	1.03A

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

4.5 Índice de espiga

O índice de espiga foi influenciado significativamente pelo espaçamento e densidade de plantas (Quadro 2A), mas, para esta última característica o teste de Tukey não detectou diferenças entre as médias (Quadro 3).

O espaçamento de 80 de cm entre linhas proporcionou maior produção de espigas por planta, mostrando-se superior aos demais espaçamentos que não diferiram entre si (Quadro 4). Este efeito pode ser explicado, provavelmente, pela menor competição entre

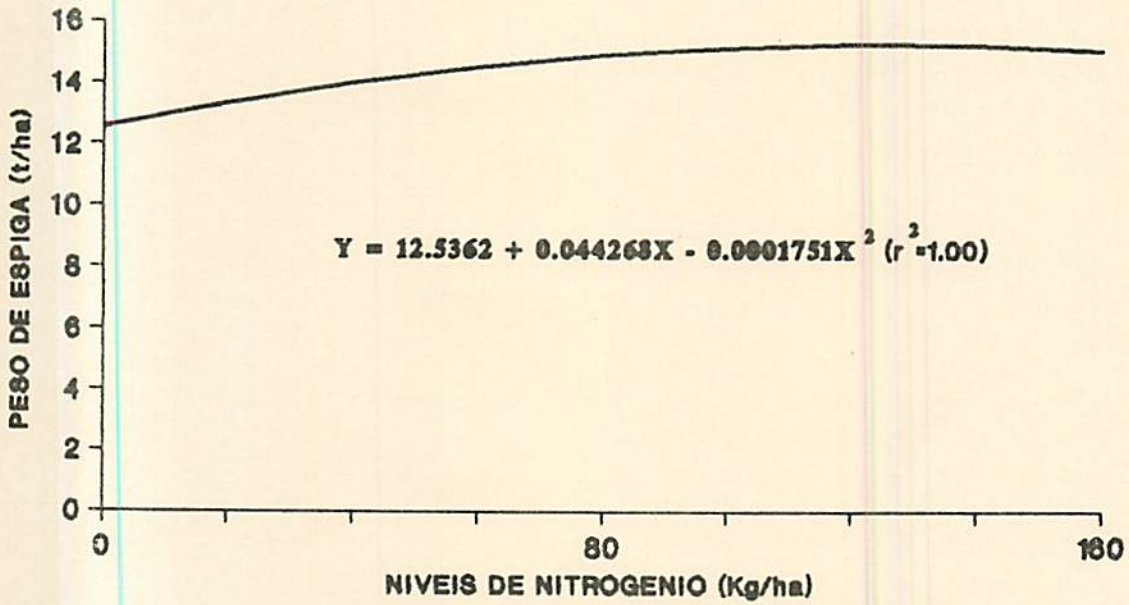


FIGURA 4. Rendimento de espiga em função dos níveis de nitrogênio aplicados a cultura do milho. Lavras - MG, 1989/90.

plantas nas populações menores, o que propiciou um maior número de espigas por planta. Estes resultados concordam com BROWN et alii (12) que observaram decréscimo na prolificidade e no peso de espiga com o aumento da população de plantas de milho por área.

4.6. Plantas acamadas

A análise de variância detectou efeito da interação adubação nitrogenada x densidade de plantio para plantas acamadas (Quadro 2A). Por meio dos desdobramentos da interação (Quadro 7A), observou-se efeito quadrático para a densidade de 7 plantas por metro linear (Figura 5). Através da equação de regressão, determinou-se a maior percentagem de plantas acamadas, com o nível de 83.42 Kg de N/ha. Estes resultados ocorreram, possivelmente, em função da manifestação do potencial genético para o caráter altura, havendo resposta em crescimento, com conseqüente redução no diâmetro do colmo, devido à pressão populacional da densidade em questão até o nível de 83,42 Kg de N/ha.

Com relação à adubação nitrogenada, os resultados obtidos no presente trabalho concordam com aqueles obtidos por GALVAO & PATERNIANI (30). Para densidade, os resultados concordam com NOVAIS (61), que encontrou efeito altamente significativo para acamamento com o aumento da população de plantas de milho por área.

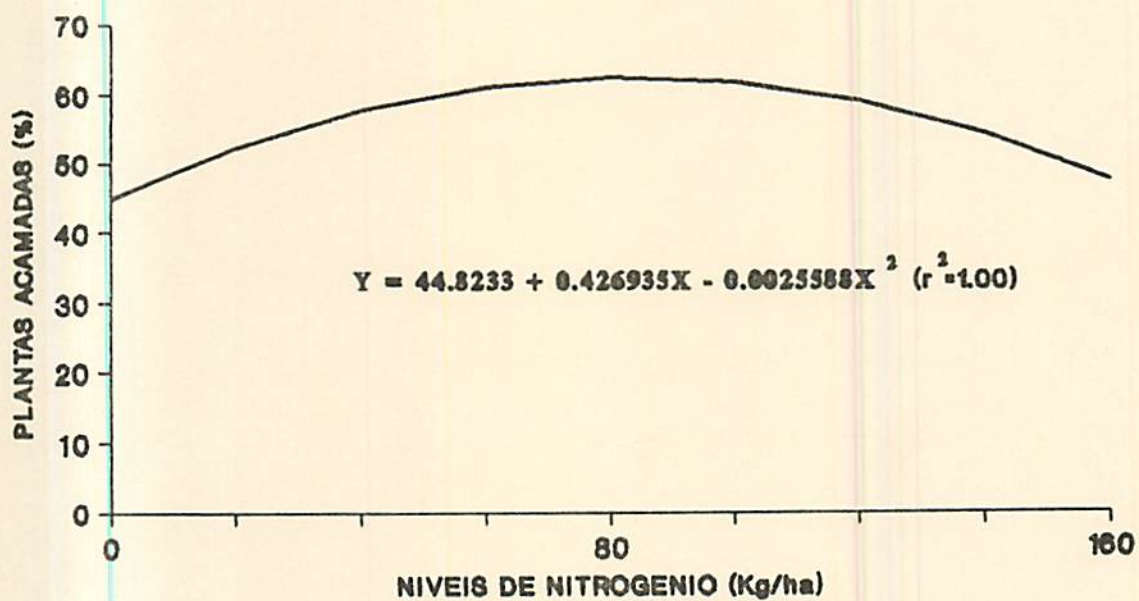


FIGURA 5. Percentagem de plantas acamadas na densidade de 7 plantas por metro linear, em função dos níveis de nitrogênio. aplicados a cultura do milho. Lavras - MG, 1989/90.

4.7. Matéria seca

A análise de variância detectou efeitos significativos de níveis de nitrogênio, interação nitrogênio x densidade e de espaçamento apenas para rendimento em t/ha de matéria seca da forragem, (Quadro 3A).

Os valores médios para rendimento de matéria seca da forragem e percentagem de matéria seca da forragem e da silagem, em função dos espaçamentos, são apresentados no (Quadro 5).

O espaçamento de 50 cm entre linhas proporcionou um maior rendimento de matéria seca em t/ha, sendo superior aos demais espaçamentos que não foram diferentes entre si. Estes resultados ocorreram, possivelmente, pelo maior índice de área foliar por unidade de área nas maiores populações de plantas de milho. CROSSMAN (16), estudando rendimento de matéria seca por área em plantas de milho, concluiu que a faixa ótima está entre 300 e 500 mil plantas/ha, resultados estes superiores aos obtidos no presente trabalho. Contudo, EDDOWES (18) não encontrou diferença significativa para rendimento de matéria seca em populações compreendidas entre 93.500 e 233.750 plantas por hectare, resultados estes que discordam do presente trabalho.

Quadro 5. Valores médios obtidos para rendimento de matéria seca (m.s.) da forragem em t/ha e percentagem de matéria seca na forragem e na silagem. em função dos espaçamentos. Lavras - MG, 1989/90.

Espaçamento (cm)	Rendimento de m.s. da forragem (t/ha)	M. S (%)	
		forragem	silagem
50	13.12 A	35.29 A	34.21 A
60	11.42 B	34.91 A	34.01 A
70	10.92 B	34.79 A	33.47 A
80	10.87 B	35.18 A	33.93 A

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

Observou-se que a interação nitrogênio x densidade influenciou a produção de matéria seca e, através dos desdobramentos da interação (Quadro 7A), verificou-se que houve efeito quadrático para a densidade de 5 plantas por metro linear que atingiu a maior produção de matéria seca com o nível de 132,91 kg de N/ha, sendo que, para a densidade de 9 plantas por metro linear, o nível de 94.36 kg de N/ha, foi o que possibilitou maior produção (Figura 6). O estudo da regressão permite observar que na densidade de 5 plantas por metro linear obteve-se resposta máxima

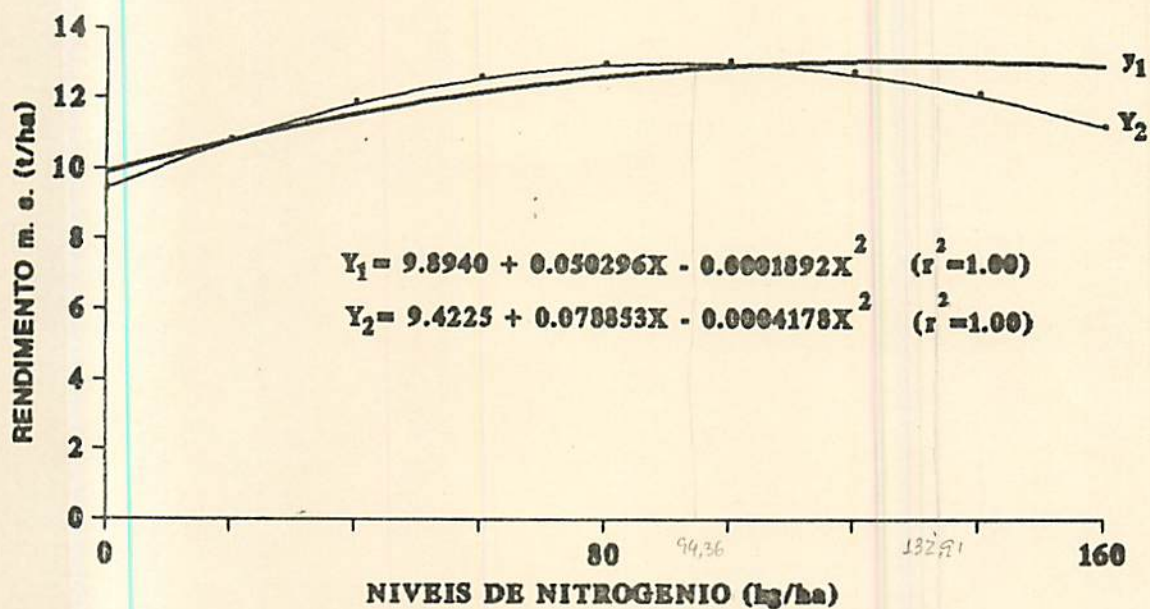


FIGURA 6. Rendimento de matéria seca (m.s.) nas densidades 5(Y_1) e 9(Y_2) plantas por metro linear em função dos níveis de nitrogênio aplicados a cultura do milho. 1989/90.

com maior nível de nitrogênio, quando comparada à densidade de 9 plantas por metro linear. Um dos fatores responsáveis pela produção de matéria seca é a radiação solar incidente, e, neste caso, é possível que a melhor utilização da radiação solar explique a diferença de quantidades utilizadas pelas densidades 5 e 9 plantas por metro linear, com economia de nitrogênio para as maiores populações (9 plantas por metro linear).

4.8. Rendimento de proteína bruta

O rendimento de proteína bruta na matéria seca da forragem (Kg/ha) foi influenciado significativamente pelos níveis de N, espaçamentos e interação N x D. Já a percentagem de proteína bruta na matéria seca da forragem e da silagem foi influenciada apenas pelos níveis de N (Quadro 4A).

Para percentagem de proteína bruta na forragem e na silagem, o estudo de regressão mostrou efeito linear para os níveis de nitrogênio (Figura 7), revelando que o aumento dos níveis de nitrogênio foi acompanhado de um aumento na percentagem de proteína bruta.

Quanto ao efeito de espaçamentos, observa-se que o maior rendimento de proteína bruta na matéria seca da forragem (Kg/ha) ocorreu no espaçamento de 50 cm entre linhas, superando os demais espaçamentos que não diferiram entre si (Quadro 6). POZAR & ZAGO (70), estudando os efeitos de quatro populações de plantas de milho (30, 55, 80 e 105 mil plantas/ha), encontraram valores

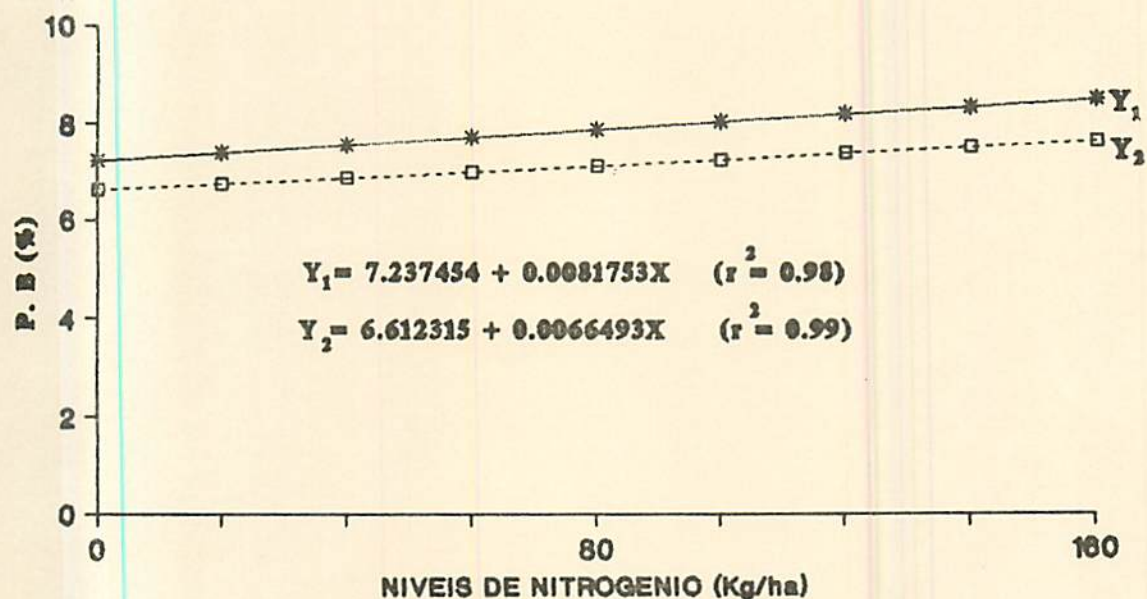


FIGURA 7. Percentagem de proteína bruta (P.B.) na matéria seca da forragem (Y₁) e da silagem (Y₂) em função dos níveis de nitrogênio aplicados a cultura do milho. Lavras - MG, 1989/90.

crescentes de proteína bruta/ha na medida que se aumentava a população de plantas, resultados que concordam com os obtidos neste trabalho.

Quadro 6. Valores médios para rendimento de proteína bruta em Kg/ha na forragem e percentual de proteína na matéria seca da forragem e da silagem em função dos espaçamentos. Lavras - MG, 1989/90.

Espaçamento	Rendimento de P B Forragem (Kg/ha)	Proteína bruta (%)	
		Forragem	Silagem
50	1020.70 A	7.78 A	7.02 A
60	912.46 B	7.99 A	7.13 A
70	876.88 B	8.03 A	7.30 A
80	843.51 B	7.76 A	7.11 A

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

Os espaçamentos não influenciaram os percentuais de proteína bruta da forragem e da silagem (Quadro 6), ou seja, à medida que se aumentou a população em função dos espaçamentos, os teores percentuais de proteína bruta não se alteraram estatisticamente.

Fazendo-se o desdobramento da interação N x D para rendimento (Kg/ha) de proteína bruta na matéria seca da forragem (Quadro 8A), constatou-se efeito linear para a densidade 5 e 7 plantas por metro linear e efeito quadrático para a densidade 9 plantas por metro linear, em função dos níveis de nitrogênio aplicadas (Figura 8). Nota-se um efeito predominante do nitrogênio no aumento da produção de proteína bruta para as menores populações, uma vez que para as maiores populações de plantas (9 plantas por metro linear), houve um efeito quadrático com o ponto de máxima produção de proteína bruta no nível de 102.92 kg de N/ha.

4.9. pH

A interação nitrogênio x densidade influenciou o potencial hidrogeniônico da silagem (Quadro 5A), sendo que por meio dos desdobramentos (Quadro 8A) observou-se um efeito quadrático para pH, sendo o nível de 74.46 kg/ha de nitrogênio o que promoveu o menor pH na densidade de 5 plantas por metro linear (Figura 9). O aumento do pH com os níveis mais altos de nitrogênio não comprometeu a qualidade da silagem, já que variou na faixa ótima para uma boa fermentação (3.5 a 4.2 de pH). Estes resultados estão de acordo com FOX & BROWN (26) que, estudando o efeito de adubação nitrogenada na fermentação da silagem, verificaram que o pH da silagem aumentou com a aplicação de altos níveis de nitrogênio, aumento este que poderia comprometer a qualidade da silagem, já

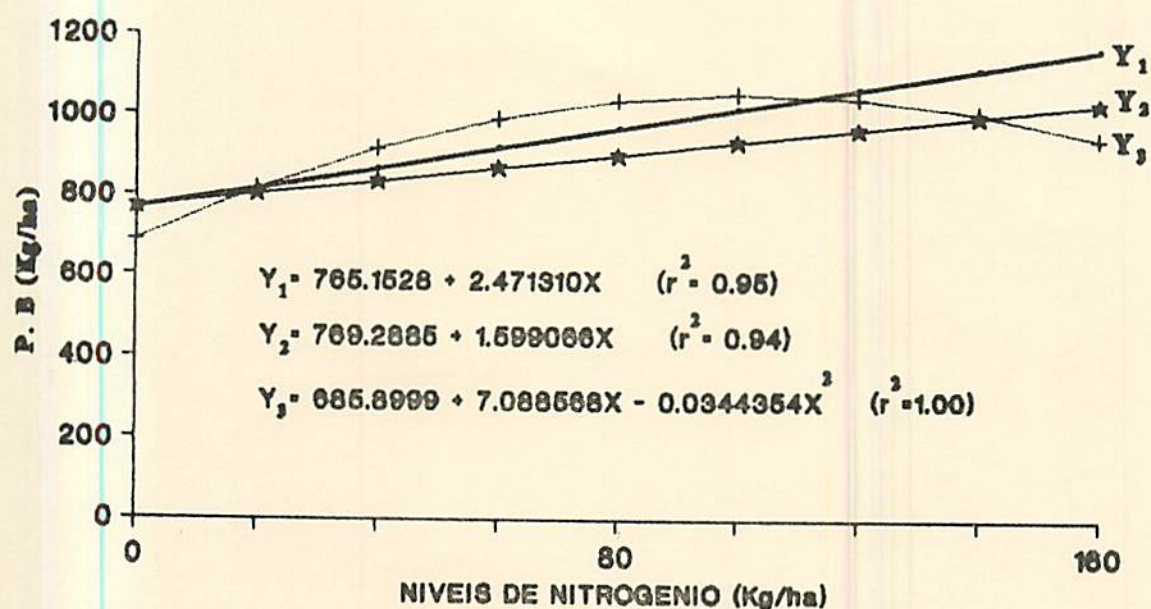


FIGURA 8. Rendimento de proteína bruta nas densidades 5(Y_1), 7(Y_2) e 9(Y_3) plantas por metro linear em função dos níveis de nitrogênio aplicados a cultura do milho. Lavras - MG, 1989/90.

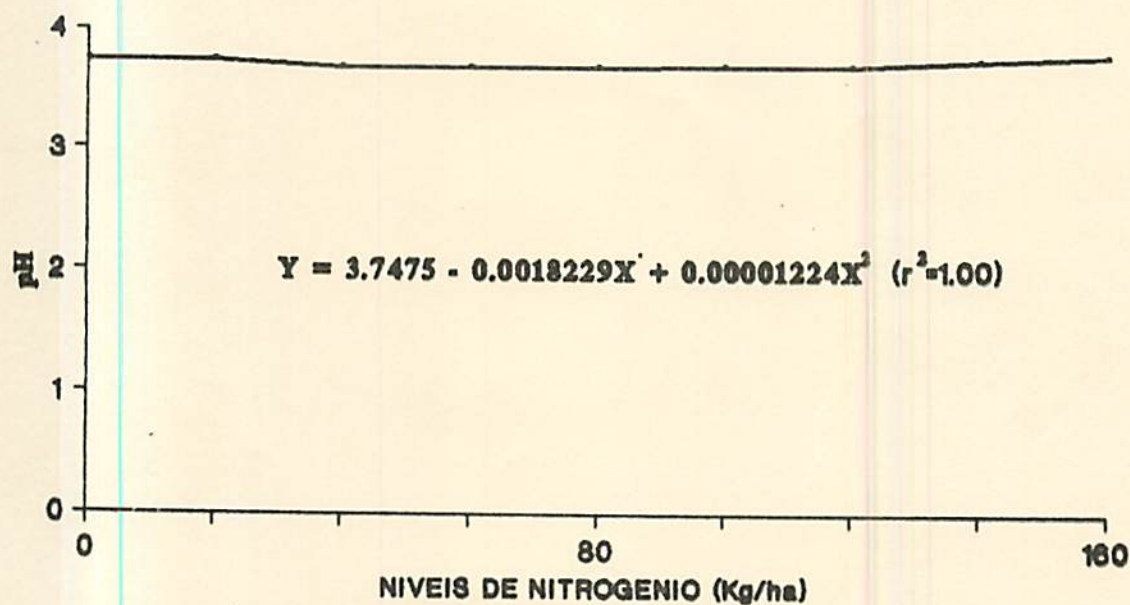


FIGURA 9. pH na densidade 5 plantas por metro linear, em função dos níveis de nitrogênio, aplicados a cultura do milho. Lavras - MG, 1989/90.

que um meio menos ácido favorece a fermentação butírica, JONES (37).

4.10. Ácidos orgânicos

Não se observou diferença significativa entre os tratamentos, para os teores de ácido acético, ácido propiônico, ácido butírico e ácido láctico (Quadro 5A), observou-se os seguintes teores extremos: ácido acético 1.09 a 1.23%; ácido propiônico 0.19 a 0.20%; ácido butírico 0.013% a 0.0054%; ácido láctico 3.81 a 3.96%. Estes resultados discordam de EVANGELISTA (20), que encontrou efeito significativo da densidade de plantas de milho sobre os teores de ácido láctico. Entretanto concordam com SILVA (76), que estudando as populações de 40 e 60 mil plantas por hectare, não encontrou efeito significativo para ácido láctico. Concordam também com XIMENES (101), que não encontrou efeito significativo para ácido láctico em função das populações de 40, 60, 80 e 100 mil plantas por hectare.

4.11 Glicose e sacarose

Os teores de glicose e sacarose na forragem e na silagem, também não apresentaram diferenças significativas (Quadro 6A), com valores encontrados para sacarose na forragem de 1.76 a 1.92%, sacarose na silagem 0.32 a 0.34%, valores para glicose na forragem

de 1.85 a 2.01, glicose na silagem 0.48 a 0.49% . Observou-se uma queda nos teores de sacarose e glicose após a ensilagem, devido ao consumo dos açúcares pelas bactérias responsáveis pela fermentação, o que possibilitou a produção de uma boa percentagem de ácido láctico e por consequência a queda do pH e estabilização da silagem, os valores acima não concordam com XIMENES (101), que encontrou diferenças significativas de carboidratos solúveis, para populações de 40, 60, 80 e 100 mil plantas de milho por hectare, havendo uma queda nos teores de carboidratos solúveis quando se aumentou a populações de plantas. Entretanto assemelha-se com os resultados encontrados por EVANGELISTA (20), que não encontrou efeito significativo das densidades 4 e 6 plantas de milho por metro linear, sobre teor carboidratos solúveis. Tem semelhança também com SILVA (76), que trabalhando com as populações de 40 e 60 mil plantas por hectare, não encontrou efeito significativo para teor de carboidratos solúveis.

Quanto ao efeito do nitrogênio, os resultados também discordam dos obtidos por XIMENES (101), que encontrou queda de carboidratos solúveis, na medida em que elevou os níveis de nitrogênio de 0, 80, 160 e 240 Kg/ha.

4.12 Fibra detergente neutro (FDN)

Não houve efeito significativo para os teores de FDN (Quadro.7A), observou-se médias de 68.82 a 69.24% , valores estes semelhantes ao encontrado por SILVA (76), que, ao trabalhar com

populações de 40 e 60 mil plantas de milho por hectare, não encontrou efeito significativo para teor de FDN, assemelha-se também com os resultados obtidos por POZAR & ZAGO (70), que não encontraram efeito significativo para teor de FDN, quando estudaram as populações de 30, 55, 80 e 105 mil plantas de milho por hectare.

4.13 Degradabilidade "in situ" (%D)

Os valores de degradabilidade "in situ" não foram afetados pelos tratamentos (Quadro 7A), observou-se valores de 44,11 a 44,35% de (%D). Estes resultados são semelhantes aos de POZAR & ZAGO (70), que trabalhando com as populações de 30, 55, 80 e 105 plantas de milho por hectare, no tempo de 48hs, encontrou valores não significativos de (%D): 49,87 a 55,03%. Vale ressaltar, que os resultados do presente trabalho, foram obtidos através da média dos tempos 0, 1, 2, 4, 8, 12, 24, 36, 48 e 72 horas, em duas etapas, totalizando 2160 amostras.

5. CONCLUSÕES

Para as condições em que foi realizado este trabalho os resultados evidenciaram que:

Não houve influência das densidades no rendimento forrageiro e qualidade da silagem. Apenas se observou, na menor densidade, uma maior precocidade de florescimento feminino, uma maior altura de planta e uma maior porcentagem de sobrevivência.

O espaçamento, afetou o rendimento forrageiro e qualidade da silagem, sendo que no menor espaçamento (50 cm) obteve-se maior rendimento de espigas, maior rendimento de M.S e P.B.

O nitrogênio alterou a qualidade da forragem do milho, sendo que o aumento do nível de nitrogênio foi acompanhado de um aumento na porcentagem de P.B na M.S da forragem e silagem.

O maior rendimento forrageiro foi obtido com o espaçamento de (50 cm), adubação de 132.9 Kg de N/ha, utilizando-se a menor densidade (5 plantas por metro linear).

6. RESUMO

O objetivo do presente trabalho foi estudar a influência dos níveis de nitrogênio, espaçamento e densidade, no rendimento forrageiro e qualidade da silagem de milho. O experimento foi montado com um delineamento em blocos ao acaso, em esquema fatorial $3 \times 4 \times 3$ com 3 repetições. O fator nitrogênio com 0, 80 e 160 Kg/ha, o fator espaçamento com 50, 60, 70 e 80 cm entre linhas e o fator densidade com 5, 7 e 9 plantas por metro linear. Os parâmetros avaliados foram: florescimento feminino, percentagem de sobrevivência, altura de plantas e espigas, rendimento de espigas, índice de espigas, plantas acamadas, produção de M.S, teor de M.S, P.B, pH, ácidos orgânicos, glicose e sacarose, FDN, e degradabilidade "IN SITU". Os resultados alcançados revelam que não houve efeito da densidade, e que a qualidade da silagem não foi afetada pelas alterações no espaçamento e densidade, entretanto o espaçamento, afetou o rendimento e a qualidade da silagem, o nitrogênio alterou a qualidade da silagem, revela também que a maior produção de M.S do milho foi obtida através da aplicação de 132,9 Kg de N/ha, utilizando-se a menor densidade.

7. SUMMARY

Nitrogen levels, spacing and density effects were observed on forage yield and corn silage quality. The experiment had a randomized block design in factorial arrangement with three nitrogen levels (0, 80 and 160 kg./ha), four spaced rows 50, 60, 70 and 80 cm, three plant densities/linear meter (5, 7 and 9) and three replications. Female flowering, percentage of surviving plants, plant high and spike, spike yield, spike index, lodged plants, dry matter yield, gross protein, pH, organic acids, glucose and sucrose contents were evaluated. Were observed also, neutral detergent fiber and "IN SITU" degradation. Results showed no density effect and silage quality was not influenced by spacing and density alteration, however, spacing affected yield and silage quality, also greater dry matter yield was obtained through 132.9 nitrogen (kg./ha) using the lower density.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

01. ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTRY. Official methods of analysis. 11.ed. Washington, 1970. 1015p.
02. ANDRADE, M. A.; RAMALHO, M. A. P. & ALMEIDA FILHO, J. Influência do N e K em cultivares de milho Opaco-2 (*Zea mays* L.). Agros, Lavras, 4(2):11-20, 1974.
03. ANDRIGUETTO, J. M.; PERLY, L.; MINARDI, I.; GEMAEI, A.; FLEMMING, J. S.; SOUZA, G. A. de. & BONA FILHO, A. Nutrição Animal. 4.ed. São Paulo, Nobel, 1990. V.1, 395p.
04. ARRUDA, H. V. Adubação nitrogenada do milho. Bragantina, Campinas, 18(12):161-7, out. 1959.
05. BAHIA FILHO, A.F.C. ; VASCONCELOS, C.A.; SANTOS, H. L. dos. & FRANÇA, G .E. de. Nutrição e adubação do milho. In: EMPRESA BRASILEIRA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL. Cultura do milho. Brasília, 1983. p. 55-83.

06. BATISTELA, A.M. Densidade e espaçamento para o plantio do milho. Ipagro informa, Porto Alegre, (17):18-20, 1977.
07. BEDUSCHI, L.C.; COAN, O. & OTOLANI, A .F. Máquinas para ensilagem. A Granja, Porto Alegre, 40(437):52-5, jun. 1984.
08. BIANCHINI, H. C. Comportamento do cultivar de milho (Zea mays L.) "Piranão", em níveis crescentes de adubação NPK + Zn e diferentes densidades de plantio. Lavras, ESAL, 1980. 103 p. (Tese MS).
09. BGIN, C..& BIONDI, P. Milho em cultivo exclusivo e milho consorciado com lab-lab, para produção de silagem. Boletim Industrial Animal, São Paulo, 31(1):104-7, jan./jun. 1974.
10. BONASSI, I. A. Determinação dos ácidos orgânicos em silagens por cromatografia em fase gasosa. (Adaptação do método de Wilson 1971). Jaboticabal, UNESP, 1977. 4P. (Mimeografado).
11. BRIGGS, A.R.; LANGSTON, C.W. & ARCHIBALD, J.G. Definition of silage terms. Agronomy journal, Madison, 53(4):280-2, 1961.
12. BROWN, R. H. ; BEATY, E. R.; ETHREDGE, W. J.& HAYES, D. D. Influence of row width and plant population on yield of two varieties of corn (Zea mays L.). Agronomy Journal, Madison, 62:767-70, 1970.

13. CALVACHE, A. M.; LIBARDI, P. L. & REICHARDT, K. Utilização do nitrogênio fertilizante por dois híbridos de milho. Campinas, Fundação Cargill, 1982.
14. CIRCULAR TÉCNICA CARGILL. Cultivo consorciado de milho e feijão. Jornal do Milho, Campinas, s.d. 4p.
15. COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. Lavras, Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais; 4ª aproximação. Lavras, 1989. 176 p.
16. CROSSMAN, G. Plant density and dry matter production in maize. Zeitschrift für Acker-und Pflanzenbau, Berlin, 125(3):232-53, 1967.
17. DAVIDE, J. G. The effects of fertilizer and population density on the growth and yield of corn in the Philippines. Philippine Agriculturist, Philippines, 14(10):573-83, 1962.
18. EDDOWES, M. Physiological studies of competition in (*Zea mays* L.) II. Effect of competition among maize plants. Journal Agricultural Science, Cambridge, 72: 195-202, 1969.

19. EL LAKANI, M. A. & RUSSEL, W. A. Relation ship of maize characters with yield in test crosses in inbred at different plant densities. Crop Science, Madison, 11(5):698-701, Sept/Oct. 1971.
20. EVANGELISTA, A. R. Consórcio milho-soja e sorgo-soja, rendimento forrageiro, qualidade e valor nutritivo das silagens. Viçosa, UFV, 1986. 77p. (Tese de doutorado).
21. FARIA, P. F. L.; CARVALHO, E. M.R.; LIMA, C.R. & CARVALHO, S. R. Uso da cama de frangos e da silagem de milho na alimentação de novilhas leiteiras durante a estação da seca. Pesquisa Agropecuaria Brasileira, Série Zootecnia, Rio de Janeiro, 10(1):37-41, 1975.
22. FERREIRA, J. J. Aspectos vegetativos da planta de milho e momento da colheita para ensilagem. Informe Agropecuário, momento da colheita para ensilagem. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, 14(164):47-9, 1990.
23. FILEV, D. S. & STAFIICHUK, A. A. The density of sowing maize for silage. Kukuruza, Moskva, (3):19, 1967.
24. FISHER, L. J. & FAIREY, N. A. The effect of planting density on the nutritive value of corn silage for lactating cows. Canadian Journal of Animal Science, Ottawa 62(4):1143-8, Dec. 1982.

25. FLORES, L. M. Avaliação quantitativa da eficiência de utilização de duas fontes de nitrogênio: $CO^{15}(NH_2)$ e $(^{15}NH_4)SO_4$ pela cultura do milho (*Zea mays* L.), Piracicaba, ESALQ, 1986. 103p. (Tese MS).
26. FOX, J. B. & BROWN, S. M. The effect of fertilizer nitrogen on silage fermentation. Journal of the British Grassland Society, Bukshire, 24(25): May 1986.
27. FRANÇA, A.F.S.; TOSI, H.; SOUZA, E. A. & KRONKA, S. N. Efeito do nitrogênio na produção e na qualidade da silagem do milho (*Zea mays* L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 1, REUNIAO ANUAL DA SBZ, 18, GOIANIA, 1981. Anais... Goiás, SBZ, 1981. p.27.
28. GALLO, J. R.; TEIXEIRA, J. P. F.; SPOLADORE, D. S. ; IGUE, T & MIRANDA, L. T. de. Influência da adubação nas relações entre constituintes químicos dos grãos, dos grãos e das folhas, e a produção de milho. Bragantia, Campinas, 35(36):413-32, dez. 1976.
29. GALVAO, J. D.; BRANDAO, S. I. & GOMES, F. R. Efeito da população e níveis de nitrogênio sobre a produção de grãos e sobre peso médio de espigas de milho. Experientiae, Viçosa, 9(2):39-42, maio 1969.

30. GALVAO, J. D. & PATERNIANI, E. Comportamento de milho "Piranão" (Braquitico-2) e de milho de porte normal em diferentes níveis de nitrogênio e populações de planta. Experimentae, Viçosa, 20(2):18-52, jul. 1975.
31. GARGANTINI, H. ; FORSTER, R.; SOBRINHO, A. & COBRA NETO, A. Ensaio de competição entre amônio e sulfato de amônio em cultura de milho. Bragantia, Piracicaba, 33, CXI - CXIII, nov. 1974 (nota,22).
32. GIESBRETCHT, J. Effect of population and row spacing on performance of four corn (Zea mays, L.) hybrids. Agronomy Journal, Madison, 61(3):439-41, May/June 1969.
33. GOMES, F. P. Curso de estatística experimental. 8.ed. São Paulo, Nobel, 1978. 430p.
34. HUTCHINSON, R. L.; SHARPE, T. R. & SLAUGHTER, R. Corn plant population and N rate study. Annual progress report, Northeast Research Station, and Macon Ridge, Research Station. Bacon Rouge, USA, 1988 p.116-7.
35. IVANKO, S. & MAXIANOVA, A. The Effect of nutritional conditions on Root Metabolism and the Quantitative Composition of Nitrogens Compound Translocated from the Root to the Aerial Part of Plants. In: Isotopes Studies on the Nitrogen Chain. Vienna, IAEA, 1968.

36. JELLUM, M. D. ; BOSWELL, F. C. & YOUNG, G. T. Nitrogen and boron effects on protein and oil of corn grain. Agronomy Journal, Madison, 65(2):330-1, Mar./Apr. 1973.
37. JONES, D. I. H. The effect of nitrogen fertilizer on the ensiling characteristics of perennial ryegrass and cocksfoot. Journal Agriculture Science, Cambridge, 6(3):517-21, july 1970.
38. LANG, A. L.; PENDLETON, J. W. & DUNGAN, G. H. Influence of population and nitrogen levels on yield and protein and oil content of nine corn hybrids. Agronomy Journal, Madison, 48(7):284-9, 1956.
39. LARSSSEN, E. R. Effect of nitrogen fertilization on yield and chemical composition of corn and certain grass species. Dissertation Abstracts, New Harven, 26(11):6282, 1966. In: HERBAGE ABSTRACT, Farnham Royal, 37(3):175, 1967.
40. LAVEZZO, W. Silagem de capim elefante. Informe Agropécuário, Belo Horizonte, 11(132):50-6, dez. 1985.

41. LAVEZZO, W.; LAVEZZO, O. E. N.M.; NETO, O. C.; SIQUEIRA, E. R. Efeito do estágio de desenvolvimento do milho (*Zea mays* L.) sobre a digestibilidade e consumo de suas silagens. In: REUNIAO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTÉCNIA, 24, Brasilia, 1987. Anais... Brasilia, SBZ, 1987. p.139.
42. LEITE, D. R. Comportamento do milho (*Zea mays* L.) braquítico - 2 em diferentes densidades de plantio. Piracicaba, ESALQ, 1973. 60p. (Tese MS).
43. LUCAS, E. O. Effect of density and nitrogen fertilizer on the growth and yield of maize (*Zea mays*, L.) in Nigeria. Journal of Agricultural Science, Ibadan, 107(3):573-8, 1986.
44. LUCI, C. S. & BOIN, C. Silagem de capim napier ou de milho mais feno de capim gordura ou de soja perene, com volumosos para vacas em lactação. São Paulo, NESTLÉ/Assistência Nestlé aos produtores de leite, s.d. 27p.
45. McCULLOUGH, M. E. Corn silage remains a staple in many rations. Hoard's Dayryman, Fort Atkinson, 133(15):714, 1988.

46. McLEOD, D. S.; WILKINS, R. J. & RAYMOND, W. F. The voluntary intake by sheep and cattle of silages differing in free acids content. Journal Agricultural Science, Cambridge, 75(2):311-9, 1970.
47. MALAVOLTA, E. Nutrição mineral e adubação do milho. Piracicaba, Ultrafertil, 1980, 12p. (Série Divulgação Técnica).
48. ----- & DANTAS, I. P. Nutrição mineral de milho. In: PATERNIANI, E., Coord. Melhoramento e produção de milho no Brasil. 7.ed. Piracicaba, ESALQ, 1978. Cap.12, p.429-79.
49. ----- & ROMERO, J. P. , Coord. Manual de Adubação. 2.ed. São Paulo, ANDA, 1975. 346p.
50. MANFRON, P. A. Análise quantitativa do crescimento do cultivar AG 401 (Zea mays, L.) sob diferentes sistemas de preparo do solo e população de plantas. Piracicaba, ESALQ, 1985. (Tese MS).
51. MARQUES NETO, J.; VERA, R. R. & PIZARRO, E. A. Produção e avaliação qualitativa do milho dentado composto cultivar 126.1 Curva de produção. In: REUNIAO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 21, Belo Horizonte, 1984. Anais...Belo Horizonte, SBZ, 1984. P.379.

52. MEDEIROS, J. B. de. & SILVA, P. R F. da. Efeitos de níveis de nitrogênio e densidade de plantas sobre o rendimento de grãos e outras características agronômicas de duas cultivares de milho (*Zea mays* L.). Agronomia Sulriograndense, Porto Alegre, (11):227-49, 1975.
53. _____ & VIANA, A. C. época, espaçamento e densidade de plantio para a cultura de milho. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, 6(72):32-5, dez. 1980.
54. MEIRA, j. L.; PIZZARO, E. A.; CRUZ, j. C. & RODRIGUES, N.M. Efeito de diferentes níveis de nitrogênio espaçamento e populações de plantas sobre a produção e qualidade da silagem de milho. In: EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUARIA DE MINAS GERAIS. Projeto Milho Sorgo; relat. 75/77. Belo horizonte, 1978. p.21-27
55. MOORE, J. A. & SWINGLE, R. S. In situ NDF determination. In: STANDART OPERATING PROCEDURES. Animal Nutrition Laboratory. Arizona, University of Arizona, 1987. 36p.
56. MORAIS, A. R. Efeito da cultivar, espaçamentos e densidade no rendimento forrageiro e características química e física na silagem de milho (*Zea mays* L.). Lavras, ESAL, 1991. 87p. (Tese MS).

57. MUNDSTOCK, C. M. Efeitos de espaçamentos entre linhas e de populações de plantas de milho (*Zea mays* L.) de tipo precoce. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Série Agronômica, Brasília, 13(1):13-7, 1978.
58. MURDOCH, J. C. Some factors affecting the efficient utilization of conserved grass. Journal British Grassland Society, Huley, 19(1):130-8, Mar. 1964.
59. NELSON, N. A. A photometric, adaptations of somogy method for the determination of glucose. Journal Biological Chemistry, Baltimore, 135:136-376, 1974.
60. NIMJE, P. M. & SETH, J. Effect of nitrogen on growth yield and quality of winter maize. Indian Journal Agronomy, New Delli, 33(2):209-11, June 1988.
61. NOVAIS, R. F. Comportamento de 2 milhos híbridos duplos (*Zea mays*, L.) AG-206 e H6000 em três populações de planta e três níveis de nitrogênio. Viçosa, UFV, Imprensa Universitária, 1970. 64p. (Tese MS).
62. OLIVEIRA, J. M. Vaz. O milho. Lisboa, Clássica Editora, 1984. 218p.

63. PAIVA, J. A. C. de; PIZARRO, E. A.; RODRIGUES, N. M. & VIANA, J. A. C. Qualidade da silagem da região metalúrgica de Minas Gerais. Arquivos da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 30(1):81-8, 1978.
64. PATERNIANI, E. Melhoramento e produção de milho no Brasil. Piracicaba, Marprint, 1978. 650p.
65. PEDREIRA, J. V. S. Competição de variedades de milho e espaçamento para produção de silagem. Boletim Indústria Animal, São Paulo, 28:355-5, 1971.
66. PEREIRA, J. E. Influência de cultivares e doses de nitrogênio e qualidade de forragem para produção de silagem de milho (Zea mays L.). Lavras, ESAL, 1991. 80p. (Tese MS).
67. PEREIRA, P. A. A.; BALDANI, J. I.; BLANA, R. A. G. & NEYRA, C. A. Assimilação e translocação de nitrogênio em relação a produção de grãos e proteínas do milho (Zea mays L.). Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, 5(1):28-31, jan/abr. 1981.
68. PEREIRA FILHO, I. A. Comportamento de cultivares de milho (Zea mays L.) "Piranão e Centralmax" em diferentes condições de ambientes, espaçamento e níveis de nitrogênio. Lavras, ESAL, 1977. 84p. (Tese MS).

69. PETRAKIEVA, I. & NAIDENOV, T. Effect of spacing and stage of development at harvesting of maize on yield and nutritive value of the silage. Zhivot. Nauki, Pleven, 2(4):611-21, 1965. In: HERBAGE ABSTRATS, Farnham Royal, 36(3):180, abst. 1966.
70. POZAR, G. & ZAGO, C. P. Efeito da densidade de plantio de em milho (Zea mays L.) sobre a produção de grãos e silagem, e alguns de seus componentes de produção e qualidade. Capinópolis, Agroceres, s.d. 36p.
71. PRINCE, A. B. Effect of nitrogen fertilization plant spacing and variety on the protein composition of corn. Agronomy Journal, Madison, 46(1):185-6, Jan. 1954.
72. QUILES-BELÉN, A.; SOTO MAYOR-RIOS, A. & TORRES-CARDONA, S. Corn response to N applications and population densities at two locations in Puerto Rico. Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico, Mayaguez, 72(1):127-40, 1988.
73. REDDY, B. B.; REDDY, R. N.; REDDY, V. M.; REDDY, M. R.; KUMAR, A.; SWAMY, K. B. Effect of plant population on the performance of maize hybrids at different fertility levels in a semi-arid environment. Indian Journal of Agricultural Science, New Delhy 57(10):705-9, 1987.

74. RESEARCH STATION, Ottawa, Ontario. Research Report 1961-1966. Ottawa, 1967. In: HERBAGE ABSTRACTS, Farnham Royal, 38(4):351, 1968.
75. RUTGER, J. N. & CROWDER, L. J. Effects of high plant on silage and grain yields of six corn hybrids. Crop Science, Madison, 7(3):182-4, May/June 1967.
76. SILVA, C. D. Efeitos de espaçamento e populações de plantas de milho (Zea mays L.) em consórcio com soja (Glycine max (L.) Merrill) sobre o rendimento forrageiro e a qualidade da silagem. Viçosa UFV, Imprensa Universitária, 1990, 52p. (Tese MS).
77. SILVA, D. J. Análise de alimentos; métodos químicos e biológicos. Viçosa, Imprensa Universitária, 1981. 166p.
78. SILVA, J. C. A. Movimento e Perdas por Lixiviação de Nitrogênio $CO(^{15}NH_4)_2$ em um Alfisol Cultivado com Milho. Piracicaba, ESALQ/USP, 1986. 103p. (Tese MS).
79. SILVA, M. G. C. M. & GOMIDE, J. A. Silagem de milho, feno de gramínea e palha de arroz na alimentação das vacas leiteiras. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTÉCNIA, 23, Campo Grande, 1986. Anais...Belo Horizonte, SBZ, 1986. p95.

80. SINGH, B. N. & SINGH, J. Development and evolution in an opaque-2 maize composite at three plant population densities. Crop Science, Madison, 17(4):515-6, July/Aug. 1977.
81. SINGH, R. P.; SINGH, P. P. & NAIR, K. P. P. Utility studies on controlled release of N fertilizers and nitrification inhibitors in maize. I Grain yield quality and soil N status. Indian Journal Agronomy, New Delli, 33(2):143-6, June 1988.
82. SOUZA, S. N. Milho para silagem: considerações agronômicas. Agropecuária Catarinense, Florianópolis, 2(2):11-4, Jun. 1989.
83. STINSON JR., H. T. & MOSS, D. N. Some effects of shade upon corn hybrids tolerant and intolerant of dense planting. Agronomy Journal, Madison, 58(8):482-4, Aug. 1960.
84. THOMAS, C.; WILSON, R. F.; WILKINS, R. J. & WILKINSON, J. M. The utilization of maize silage for intensive beef production. II The effect of urea on silage fermentation and on voluntary intake and performance of young cattle fed maize silage-based diets. Journal Agriculture Science, London, 84(4):365-72, 1975.

85. TOSI, H. Conservação de forragem: Ensilagem. In: SIMPOSIO SOBRE PECUARIA LEITEIRA, 1., Aguas da Prata, 1977. Anais... Campinas, Fundação Cargill, 1977. p.241-65.
86. -----; BENEDINI, C.; PEDROSO, A. P. C.; ROSA, J. A. & LOURENÇO, E. Competição entre variedades de milho e sorgo granífero para silagem. In: REUNIAO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTÉCNIA, 20, Pelotas, 1983. Anais... Pelotas, SBZ, 1983. p.425.
87. TOSI, H.; ITURRINO, R. P. S. & RAVASSI, J. P. Presença de *Clostridium* sp em silagem de milho colhido em diferentes estádios de desenvolvimento. In: REUNIAO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTÉCNIA, 19, Piracicaba, 1982. Anais... Piracicaba, SBZ, 1982. P.414.
88. USBERTI FILHO, J. A. Avaliação de germoplasma de milho (*Zea mays* L.) em relação à densidade de plantio e níveis de fertilizantes. Piracicaba, ESALQ, 1972p (Tese de Doutorado).
89. VALENTE, J. O. de.; SANTOS, E. J. dos. & LOUREIRO, J. E. Teor de proteína bruta nas diversas partes da planta de seis cultivares de milho (*Zea mays* L.) In: REUNIAO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTÉCNIA, 20, Pelotas, 1983. Anais... Pelotas, SBZ, 1983. p.381.

90. VAN SOEST, P. J. & WINE, R. H. Use of detergents in the analysis of fibrous feeds . IV. Determination of plant cell-wall constituents. Association of Analytical Chemistry, Your, 39(1):50-5, Jan. 1967.
91. VIANA, A. C.; SILVA, A. F. da; MEDEIROS, J. B. de.; CRUZ, J. C. & CORREA, L. A. Práticas culturais. In: EMPRESA DE ASSISTENCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL. Cultura do milho. Brasília, 1983. p.87-99.
92. VIEGAS, G. P.; ANDRADE, J. S. & VENTURINI, W. R. Comportamento dos milhos "H-6999", "Asteca" e "Cateto" em três níveis de adubação e três espaçamentos, em São Paulo. Bragantia. Campinas, 22(18):201-36, 1963.
93. VIETS, F. G. Jr.; BOAWN, L. C.; CRAWFORD, C. L. & NELSON, C. E. Zinc deficiency in corn in Central Washington, Agronomy Journal, Madison, 45:559-65, Oct. 1953.
94. VILELA, D. Silagem. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, 9(108):17-27, dez. 1983.
95. _____. Sistemas de conservação de forragem. 1) Silagem. Coronel Pacheco, EMBRAPA - CNPGL, 1985. 42p. (EMBRAPA. CNPGL. Boletim de pesquisa, 11).

- 96 VILELA, D. As vacas alimentadas com silagem de milho atingem rapidamente a idade de produção. A Granja, Porto Alegre, 38(416):18-9, 1982.
- 97 VOSTAL, J. ; BALIK, J. & MATOUSCH, O. Changes in the contents of Ca, Mg, K and Na in haylage oat et different nitrogen fertilizing rates. Scientia Agriculturae Bohemoslovaca, Czechoslovakia, 22(1):33-40, 1990. In: SOILS AND FERTILEZERS, Wallian gford, 53(11):1708, abst. 13592, Nov. 1990.
- 98 WARNCKE, D. & BARBER, S. Ammonium and Nitrate Uptake by Corn (*Zea mays* L.) as Influenced by Nitrogen Concentrations and $\text{NH}_4^+/\text{NO}_3^-$ Ratio. Agronomy Journal, Madison, 65:950-954, 1973.
- 99 WERMKE, M.; ROHR, K. Effect of plant density on yield, fermentability and feeding value of maize silage, Wirtschaftseigene Futter, Braschweig, 31(1):20-34, 1985.
- 100 XIMENES, P. A. Efeito do desbaste sobre o comportamento de híbridos de milho (*Zea mays* L.) em diferentes populações de plantas. Viçosa, UFV, Imprensa Universitária, 1980. 58p. (Tese MS)

101 XIMENES, P. A. Influência da população de plantas e níveis de nitrogênio na produção e qualidade da massa verde e da silagem de milho (Zea mays L.). Viçosa, UFV, Imprensa Universitária, 1991. 145p. (Tese de Doutorado).

102 ZUBER, M. S.; SMITH, G. E. & GEHRKE, C. W. Crude protein of corn grain and stover as influenced by different hybrids plant populations and nitrogen levels. Agronomy Journal, Madison, 46(6):257-61, June 1954.

APENDICE

QUADRO 1A. Resumo das análises de variância para florescimento feminino, percentagem de sobrevivência, altura de plantas e espiga de acordo com níveis de nitrogênio, espaçamento e densidade de plantio. Lavras - MG, 1989/90.

Fontes de variação	G.L	Quadrados médios			
		Floresc. feminino (dias)	Sobrev. (%)	Altura (cm)	
				Plantas	Espiga
ROGENIO (N)	2	1.3611	2.1084	0.2702**	0.2485**
EAR	1	----	----	0.3901**	0.3641**
ORATICA	1	----	----	0.1504**	0.1330**
AÇAMENTO (E)	3	1.9506	19.8100	0.0286	0.0238
SIDADE (D)	2	32.3333**	631.4246**	0.1402**	0.0710*
E	6	1.3858	66.5248	0.0065	0.0115
D	4	0.7361	8.6486	0.0171	0.0143
D	6	0.6543	7.7675	0.0025	0.0060
E x D	12	1.0201	79.1150	0.0184	0.0189
OS	2	6.8593	22.7161	0.2730	0.2324
DUO	70	2.2231	48.1003	0.0120	0.0149
C.V (%)		2.16	8.83	4.47	12.95

P < 0.05

P < 0.01

Quadro 2A. Resumo das análises de variância para rendimento de espigas em Kg/ha, índice de espiga e percentagem de plantas acamadas de acordo com os níveis de nitrogênio, espaçamento e densidade de plantio . Lavras - MG, 1989/90.

Fontes de variação	G.L	Quadrados médios		
		Rendimento de espigas	Índice de espiga	plantas acamadas
NITROGENIO (N)	2	75954159.06**	0.0122	18.5547
TEMPERATURA (T)	1	121778820.05**	----	----
AGRICULTURA (A)	1	30129498.07*	----	----
ESPAÇAMENTO (E)	3	32051467.71**	0.0553**	455.7185
DENSIDADE (D)	2	10536085.17	0.0287*	732.5555
E x D	6	2115163.28	0.0097	375.0465
D x T	4	14359064.03	0.0022	871.1846*
D x E	6	11439113.13	0.0062	567.0935
E x D	12	5359021.90	0.0103	300.1079
T x D	2	6129011.10	0.0252	6469.0031
T x E	70	769303.33	0.0085	309.0302
C.V (%)		19.52	9.53	35.98

P < 0.05

P < 0.01

Quadro 3A. Resumo das análises de variância para rendimento de matéria seca da forragem e percentagem de matéria seca da forragem e da silagem, de acordo com os níveis de nitrogênio, espaçamento e densidade de plantio. Lavras - MG, 1989/90.

Fontes de variação	G.L	Quadrados médios		
		Matéria Seca		
		Forragem (t/ha)	Forragem (%)	Silagem (%)
NITROGENIO (N)	2	61119.73**	1.9079	0.4698
LINEAR	1	67005.50**	----	----
QUADRÁTICA	1	55234.20**	----	----
ESPAÇAMENTO (E)	3	30084.96**	0.5183	0.7188
DENSIDADE (D)	2	3523.73	0.92422	0.9671
E x E	6	3447.90	2.1499	1.0084
E x D	4	9153.16*	3.7697	2.6070
D x D	6	2022.22	1.4837	1.9049
E x D	12	3405.53	2.8639	2.8989
RESCUOS	2	48953.63	160.39	137.99
RESIDUO	70	2971.31	2.4355	2.0635
C.V (%)		14.88	4.30	4.03

P < 0.05

* P < 0.01

Quadro 4A. Resumo das análises de variância para rendimento de proteína bruta em t/ha e percentagem de proteína bruta na forragem e na silagem, de acordo com os níveis de nitrogênio, espaçamento e densidade de plantio. Lavras - MG, 1989/90.

Fontes de variação	G.L	Quadrados médios		
		P.B na M.S		P.B na M.S silagem (%)
		Rend. forragem (t/ha)	forragem (%)	
NITROGENIO (N)	2	8024,48**	15,7837**	10,2081**
SEAR	1	13338,91**	30,7982**	20,3755**
DRÁTICA	1	2710,07**	0,7692	0,04278
ESPAÇAMENTO (E)	3	1238,92**	0,5371	0,36526
DENSIDADE (D)	2	409,36	0,6984	0,37060
E	6	207,56	0,8940	0,49167
D	4	424,18*	0,3369	0,64607
D	6	91,201	0,5891	0,18919
E x D	12	148,75	0,5941	0,31786
RESÍDUOS	2	320,43	1,2486	1,50928
RESÍDUO	70	168,62	0,4251	0,32244
C.V (%)		15,70	8,26	7,95

P < 0.05

P < 0.01

QUADRO 5A. Resumo das análises de variância para pH, ácidos orgânicos de acordo com os níveis de nitrogênio, espaçamento e densidade de plantio. Lavras - MG, 1989/90.

Fontes de variação	G.L	Quadrados médios				
		pH	Ac. Orgânicos (%)			
			Acético	Propiônico	Butírico	Lático
NITROGENIO (N)	2	0.0080	0.31421	2.59552	0.10429	0.88106
ESPAÇAMENTO (E)	3	0.00720	0.34710	0.74416	0.38098	2.24602
DENSIDADE (D)	2	0.0013	1.34070	0.20013	0.65972	0.46940
E	6	0.0019	0.93272	1.86010	0.42026	0.88304
x D	4	0.0240*	0.60455	0.44193	0.92098	0.03235
x D	6	0.0094	0.60050	0.79731	0.85076	1.57727
x E x D	12	0.0062	0.56095	1.31779	0.75382	1.60405
QUOCOS	2	0.0241	0.11654	0.07148	0.42259	0.40136
RESIDUO	70	0.0081	0.55135	1.34037	0.62667	1.10440
C.V (%)		2.41	12.02	45.78	158.8	9.26

P < 0.05

* P < 0.01

Quadro 6A. Resumo das análises de variância para glicose e sacarose da forragem e da silagem, de acordo com os níveis de nitrogênio, espaçamento e densidade de plantio. Lavras - MG, 1989/90.

Fontes de variação	G.L	Quadrados médios			
		Glicose (%)		Sacarose (%)	
		Forragem	Silagem	Forragem	Silagem
NITROGENIO (N)	2	0.1835	0.0027	0.4404	0.0028
ESPAÇAMENTO (E)	3	0.6858	0.0009	0.1404	0.0015
DENSIDADE (D)	2	0.2176	0.0015	0.3296	0.0045
N x E	6	0.5115	0.0018	0.2267	0.0028
N x D	4	0.2605	0.0003	0.1227	0.0017
N x E x D	6	0.0759	0.0053	0.0689	0.0054
E x D	12	0.3073	0.0025	0.3574	0.0021
RESÍDUOS	2	4.2056	0.0045	1.0165	0.0020
TOTAL	70	0.3440	0.0037	0.2198	0.0041
C.V (%)		30.49	12.58	25.83	19.40

P < 0.05

P < 0.01

Quadro 7A. Resumo das análises de variância para percentagem de fibra detergente neutro, degradabilidade "in situ", de acordo com os níveis de nitrogênio, espaçamento e densidade de plantio. Lavras - MG, 1989/90.

Fontes de variação	Quadrados médios			
	G.L	Fibra detergente neutro (%)	G.L	Degradabilidade "in situ" (%)
NITROGENIO (N)	2	7.8570	2	1.6142
ESPAÇAMENTO (E)	3	0.9390	3	1.6139
DENSIDADE (D)	2	0.6183	2	0.2056
* E	6	0.9872	6	2.2371
* D	4	7.9339	4	2.4467
* D	6	4.2743	6	0.8615
* E x D	12	9.3883	----	----
RESCOS	2	18.6765	----	----
RESIDUO	70	6.1905	12	1.7184
C.V (%)		4.43		2.92

P < 0.05
* P < 0.01

Quadro 8A. Desdobramento da interação nitrogênio x densidade, para matéria seca e proteína bruta na matéria seca da forragem, pH da silagem e percentagem de plantas acamadas. Lavras - MG, 1989/90.

Fontes de variação	G.L	Quadrados médios			
		Plantas Acamadas (%)	Materia seca da forragem (kg/ha)	P.B na M.S da forragem (kg/ha)	pH
D1	2	655.0190	36664124.70**	4014627.99**	0.025952†
LINEAR	1	2.6339	61600367.00**	7657897.84**	0.002816
QUADRÁTICA	1	1307.4041	11727882.58†	371358.14	0.049028
D2	2	1096.3088†	3097396.72	1709336.18**	0.010169
LINEAR	1	47.2263	2643179.54	3206181.34**	0.008066
QUADRÁTICA	1	2145.3913†	3551613.94	212491.03	0.012272
D3	2	9.5961	39664535.02**	3148807.36**	0.020002
LINEAR	1	7.9251	22124351.65**	3125041.81**	0.038399
QUADRÁTICA	1	11.2671	57204718.38**	3171932.92**	0.001605
RESÍDUO	70	309.8382	2971312.07	168617.10	0.008126

† P < 0.05

* P < 0.01