

JOAQUIM SOARES SOBRINHO

**COMPORTAMENTO DA CULTIVAR DE MILHO (*Zea mays* L.) 'PIRANÃO',
EM DIFERENTES NÍVEIS DE NITROGÊNIO, ESPAÇ-
AMENTOS E DENSIDADES.**

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

ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA DE LAVRAS

LAVRAS - MINAS GERAIS

1 9 8 1

JOAQUIM SOARES SOBRINHO

COMPORTAMENTO DA CULTIVAR DE MILHO (Piranao, L.)
EM DIFERENTES NÍVEIS DE NITROGÊNIO, ESPAÇA-
MENTOS E DENSIDADES.

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

ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA DE LAVRAS - MINAS GERAIS

1 9 8 1

COMPORTAMENTO DA CULTIVAR DE MILHO (Zea mays L.) 'PIRANÃO', EM
DIFERENTES NÍVEIS DE NITROGÊNIO, ESPAÇAMENTOS E DENSIDADES.

APROVADA :

Marco Antônio de Andrade

Marco Antônio de Andrade
Orientador

Luiz Augusto de Paula Lima

Luiz Augusto de Paula Lima

Augusto Ferreira de Souza

Augusto Ferreira de Souza

Antônio Carlos Fraga

Antônio Carlos Fraga

João Batista Soares da Silva

João Batista Soares da Silva

A meus pais

À minha esposa

A meu futuro filho (a)

DEDICO

AGRADECIMENTOS

O autor expressa seus sinceros agradecimentos:

À Fundação Universidade do Amazonas (FUA), pela oportunidade concedida para a realização deste curso.

À Escola Superior de Agricultura de Lavras (ESAL), através de seus professores e dirigentes, pela orientação e ensinamentos ministrados.

Ao Programa Institucional de Capacitação de Docentes (PICD), pela concessão de bolsa de estudos durante a realização do curso.

À Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), pelo fornecimento de material destinado à realização deste trabalho.

Ao Professor Marco Antônio de Andrade, pela excelente orientação, incentivo e apoio.

Ao Professor Conselheiro Luiz Augusto de Paula Lima, pelas valiosas sugestões.

Aos Professores Paulo César Lima e Luís Henrique de Aquino, pela orientação estatística.

Ao Professor José Vitor da Silveira pelo auxílio no processamento de dados.

Ao Professor Hércio Andrade, pela classificação dos solos.

Ao Professor Eurípedes Pacheco pela boa vontade apresentada quando solicitada a sua ajuda.

Aos Professores Alcione de Oliveira e Hudson Carvalho Bianchini pela colaboração na montagem dos experimentos.

Aos Professores Nelson Venturim e João Márcio de Carvalho Rios, pelo incentivo e interesse apresentado.

Ao Professor Pedro de Castro Neto pela participação e apoio

À Professora Maria das Graças Guimarães Carvalho Vieira , pela concessão dos aparelhos e laboratório.

À minha esposa, Aparecida Mafra de Carvalho Soares, pela colaboração na coleta de dados e pelo apoio e estímulo recebido.

Ao meu cunhado Edeciomar José de Carvalho, pelo apoio prestado durante toda a condução do experimento.

Ao senhor José Pereira pela extrema boa vontade com que cedeu a área para a instalação do experimento e apoio prestado a este.

Ao acadêmico Paulo Pereira pela ajuda prestada na coleta de dados.

Aos funcionários do Departamento de Agricultura, pelo auxílio na montagem e condução dos experimentos.

Aos funcionários do Centro de Processamento de Dados, pela colaboração prestada.

Aos Engenheiros Agrônomos Antenor Francisco de Figueiredo, Benjamin de Melo, Serildo de Melo, José Cardoso Pinto e Frederico de Bastos e aos acadêmicos Genevile Carife, João Dimas e Adenir José Nicoli pelo companheirismo leal.

Aos colegas de turma, pela amizade e convivência.

Enfim, a todos aqueles que contribuíram, direta ou indiretamente, na realização deste trabalho.

BIOGRAFIA DO AUTOR

JOAQUIM SOARES SOBRINHO, filho de Sebastião André Soares e Luzia Maria da Conceição, nasceu em São Gonçalo do Abaeté, Estado de Minas Gerais, a 15 de outubro de 1955.

Em 1978, diplomou-se em Engenharia Agronômica, pela Escola Superior de Agricultura de Lavras.

Em 1979 iniciou o curso de Pós-Graduação em Agronomia pela Escola Superior de Agricultura de Lavras, sendo vinculado à Fundação Universidade do Amazonas.

SUMÁRIO

	Página
1. INTRODUÇÃO	01
2. REVISÃO DE LITERATURA	04
3. MATERIAL E MÉTODOS	11
3.1. Localização	11
3.2. Cultivar utilizada.....	11
3.3. Procedimento experimental	13
3.4. Condução do experimento e colheita.....	14
3.5. Características avaliadas.....	16
3.6. Análises estatísticas.....	17
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	19
4.1. Níveis de nitrogênio	19
4.1.1. Efeito de níveis de nitrogênio sobre a produ ção de grãos	19
4.1.2. Efeito de níveis de nitrogênio sobre o peso das espigas	20
4.1.3. Efeito de níveis de nitrogênio sobre o núme- ro de plantas com espiga	20
4.1.4. Efeito de níveis de nitrogênio sobre a produ ção de matéria seca	26
4.1.5. Efeito de níveis de nitrogênio sobre a per- centagem de plantas com floração masculina..	26

Página

4.1.6. Efeito de níveis de nitrogênio sobre o intervalo entre floração masculina e feminina	30
4.1.7. Efeito de níveis de nitrogênio sobre a altura da planta	30
4.1.8. Efeito de níveis de nitrogênio sobre o diâmetro do colmo.....	35
4.1.9. Efeito de níveis de nitrogênio sobre o acamamento e quebra das plantas.....	35
4.2. Efeito de espaçamento e densidade.....	37
4.2.1. Efeito de espaçamento e densidade sobre a produção de grãos.....	37
4.2.2. Efeito de espaçamento e densidade sobre o peso das espigas	44
4.2.3. Efeito de espaçamento e densidade sobre a percentagem de plantas com espiga	47
4.2.4. Efeito de espaçamento e densidade sobre a produção de matéria seca	50
4.2.5. Efeito de espaçamento e densidade sobre a percentagem de plantas com floração masculina e feminina	50
4.2.6. Efeito de espaçamento e densidade sobre o intervalo de tempo entre floração masculina e feminina	54
4.2.7. Efeito de espaçamento e densidade sobre a altura da planta	60
4.2.8. Efeito de espaçamento e densidade sobre o diâmetro do colmo	63

	Página
4.2.9. Efeito do espaçamento e densidade sobre a percentagem de plantas acamadas e quebradas.	63
4.3. Interação	66
4.3.1. Interação níveis de nitrogênio x espaçamento	66
4.3.1.1. Efeito da interação níveis de nitro gênio x espaçamento sobre a produ - ção de grãos	69
4.3.1.2. Efeito da interação níveis de nitro gênio x espaçamento sobre o peso de espigas	69
4.3.1.3. Efeito da interação níveis x nitro- gênio x espaçamento sobre o número de plantas com espigas	72
4.3.1.4. Efeito da interação níveis de nitro gênio x espaçamento sobre o diâme - tro do colmo.....	72
4.3.2. Interação níveis de nitrogênio x densidade..	73
4.3.2.1. Efeito da interação níveis de nitro gênio x densidade sobre a produção de grãos	73
4.3.2.2. Efeito da interação níveis de nitro gênio x densidade sobre o peso das espigas	80
4.3.2.3. Efeito da interação níveis de nitro gênio x densidade sobre a produção de matéria seca	80

	Página
4.3.2.4. Efeito da interação níveis de ni- trogênio x densidade sobre a per- centagem de plantas com floração feminina	83
4.3.2.5. Efeito da interação níveis de ni- trogênio x densidade sobre o diâ- metro do colmo	83
4.4. Correlações	84
5. CONCLUSÕES	87
6. RESUMO	90
7. SUMMARY	93
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	96

LISTA DE QUADROS

Quadro		Página
1	Resultados das análises químicas e físicas de amostras dos solos utilizados para a instalação dos ensaios	13
2	Espaçamento, número de plantas por metro linear e suas respectivas populações	15
3	Análise de variância (quadrados médios) para as características estudadas em Lavras, MG., 1979/80 ...	21
4	Análise de variância (quadrados médios) para as características estudadas em Lavras, MG., 1989/80....	22
5	Análise de variância (quadrados médios) para as características estudadas em Itumirim, MG., 1979/80..	23
6	Análise de variância (quadrados médios) para as características estudadas em Itumirim, MG., 1979/80..	24
7	Médias das características abaixo relacionadas, obtidas para os níveis de nitrogênio, em Lavras, MG., 1979/80	25
8	Médias das características abaixo relacionadas, obtidas para os níveis de nitrogênio, em Itumirim, MG., 1979/80	27

Quadro		Página
9	Médias das características abaixo relacionadas, obtidas para os espaçamentos estudados em Lavras, MG., 1979/80	38
10	Médias das características abaixo relacionadas, obtidas para os espaçamentos estudados em Itumirim, MG., 1979/80	39
11	Médias das características abaixo relacionadas, obtidas para as densidades estudadas em Lavras, MG., 1979/80	40
12	Médias das características abaixo relacionadas, obtidas para as densidades estudadas em Itumirim, MG., 1979/80	41
13	Análise de regressão (quadrados médios) da interação níveis x espaçamento para produção de grãos, peso de espigas, plantas com espiga e diâmetro do colmo, obtida em Itumirim, MG., 1979/80	67
14	Resultados médios de produção de grãos, peso de espigas, plantas com espiga e diâmetro do colmo, obtidos para os níveis de nitrogênio e os espaçamentos, em Itumirim, MG., 1979/80	68
15	Análise de regressão (quadrados médios) da interação níveis x densidade para produção de grãos, peso de espigas, produção de matéria seca e floração feminina, obtida em Lavras, MG., 1979/80	75
16	Análise de regressão (quadrados médios) da interação níveis x densidade para as características diâmetro do colmo e floração feminina, em Itumirim, MG., 1979/80	76

Quadro	Página
17 Resultados médios de produção de grãos, peso de espigas, produção de matéria seca e floração feminina, obtidos para os níveis de nitrogênio e as densidades estudadas, em Lavras, MG., 1979/80	77
18 Resultados médios de floração feminina e diâmetro do colmo, obtidos para os níveis de nitrogênio e as densidades estudadas, em Itumirim, MG., 1979/80	78

LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
1	Precipitação pluviométrica em mm, de novembro de 1979 a junho de 1980, em Lavras, MG.....	12
2	Efeito de níveis de nitrogênio sobre a percentagem de plantas com espigas, em Lavras, MG	28
3	Efeito de níveis de nitrogênio sobre a percentagem de plantas com floração masculina, em Lavras e Itumirim, MG	29
4	Efeito de níveis de nitrogênio sobre a altura da planta, em Lavras e Itumirim, MG	31
5	Efeito de níveis de nitrogênio sobre o intervalo entre floração masculina e feminina, em Lavras e Itumirim, MG.	32
6	Efeito de níveis de nitrogênio sobre a percentagem de plantas com floração feminina em quatro diferentes densidades, em Lavras, MG	33
7	Efeito de níveis de nitrogênio sobre a percentagem de plantas com floração feminina, em quatro diferentes densidades, em Itumirim, MG.....	34
8	Efeito de níveis de nitrogênio sobre o diâmetro do colmo, em Lavras, MG	36

Figura		Página
9	Efeito dos espaçamentos sobre a produção de grãos, em Lavras e Itumirim, MG	42
10	Efeito das densidades sobre a produção de grãos , em Lavras e Itumirim, MG.....	43
11	Efeito dos espaçamentos sobre o peso das espigas , em Lavras, MG.....	45
12	Efeito das densidades sobre o peso das espigas, em Lavras e Itumirim, MG.....	46
13	Efeito do espaçamento sobre a percentagem de plantas com espiga, em Lavras e Itumirim, MG.....	48
14	Efeito da densidade sobre a percentagem de plantas com espiga, em Lavras e Itumirim, MG.....	49
15	Efeito dos espaçamentos sobre a produção de matéria seca, em Lavras, MG. 1979/80	51
16	Efeito da densidade sobre a produção de matéria seca, em Lavras, MG. 1979/80	52
17	Efeito do espaçamento sobre a percentagem de plantas com floração masculina, em Lavras e Itumirim , MG.,.....	53
18	Efeito da densidade sobre a percentagem de plantas com floração masculina, em Lavras e Itumirim, MG..	55
19	Efeito da densidade sobre a percentagem de plantas com flores femininas, em Lavras e Itumirim, MG....	56
20	Efeito do espaçamento sobre o intervalo entre floração masculina e feminina, em Lavras e Itumirim , MG.....	57

Figura		Página
21	Efeito da densidade sobre o intervalo entre floração masculina e feminina, em Lavras e Itumirim, MG.	58
22	Efeito de níveis de nitrogênio sobre a percentagem de plantas com espiga em quatro diferentes espaçamentos, em Itumirim, MG.....	59
23	Efeito do espaçamento sobre a altura da planta, em Itumirim, MG.....	61
24	Efeito da densidade sobre a altura da planta, em Lavras e Itumirim, MG.....	62
25	Efeito do espaçamento sobre o diâmetro do colmo, em Lavras e Itumirim, MG	64
26	Efeito da densidade sobre o diâmetro do colmo, em Lavras e Itumirim, MG.....	65
27	Efeito dos níveis de nitrogênio sobre a produção de grãos, em quatro diferentes espaçamentos, em Itumirim, MG.....	70
28	Efeito dos níveis de nitrogênio sobre o peso das espigas, em quatro diferentes espaçamentos, em Itumirim, MG.....	71
29	Efeito de níveis de nitrogênio sobre o diâmetro do colmo em quatro diferentes espaçamentos, em Itumirim, MG.....	74
30	Efeito dos níveis de nitrogênio sobre a produção de grãos, em quatro diferentes densidades, em Lavras, MG.....	79
31	Efeito dos níveis de nitrogênio sobre o peso das espigas, em quatro diferentes densidades, em Lavras, MG.....	81

Figura		Página
32	Efeito de níveis de nitrogênio sobre a produção de matéria seca, em quatro diferentes densidades, em Lavras, MG.....	82
33	Efeito de níveis de nitrogênio sobre o diâmetro do colmo em quatro diferentes densidades, em Itumirim, MG.....	85

1. INTRODUÇÃO

Em virtude da grande capacidade de utilização de luz pelas plantas de milho, torna-se necessário desenvolver técnicas que permitam um melhor aproveitamento da energia luminosa que chega à superfície da terra. Uma das maneiras de aumentar a captação de energia luminosa, consiste em ampliar a superfície fotossinteticamente ativa, através do estudo de cultivares de porte e arquitetura adequados à penetração de luz em diversas populações de plantas, e suas respectivas respostas a diferentes níveis de nitrogênio, responsável pelo desenvolvimento vegetativo e pelo verde intenso das folhas. Esta associação com a coloração verde está relacionada com o fato de ser o nitrogênio um dos elementos constituintes da molécula de clorofila e que, de acordo com EPSTEIN (26), até 70% do nitrogênio total da folha está nos cloroplastos.

A abundância de nitrogênio aumenta a área e peso das folhas e, conseqüentemente, a taxa assimilatória líquida, sendo essencial também para a formação de frutos. Na utilização deste elemento deve ser dada atenção à densidade de plantas. O aumento da densidade populacional provoca maior competição entre plantas por nutrientes, água, luz e CO_2 , sendo a disponibilidade dos dois pri

meiros o que oferece maiores limitações para o emprego de grandes populações. Entretanto, em solos onde esses fatores não são limitantes, o decréscimo no rendimento de grãos pelo aumento do número de plantas por área pode ser, em parte, devido a menor incidência de luz nas folhas inferiores do milho, pois de acordo com FAGUNDES (27), o aumento do número de folhas poderá reduzir a eficiência no uso da luz, porque a intercepta e produz sombreamento das folhas mais velhas.

No Brasil, onde a colheita mecânica vem se tornando uma necessidade devido ao aumento da área plantada e onde o baixo número de plantas por área é um dos fatores que limita as altas produções de milho, inicia-se o uso de cultivares de porte baixo. Os estudos realizados sobre o comportamento desses cultivares, em diferentes densidades de plantio, indicam que o 'Piranão' tem apresentado grandes possibilidades em plantios densos (29, 38, 41, 54, 55), pois apresenta grande resistência ao acamamento e quebra das plantas, reduzindo assim as perdas com a colheita mecânica.

São numerosos os estudos sobre o comportamento de cultivares de porte normal em diferentes densidades populacionais, sendo que o aumento do número de plantas por área é, em geral, conseguido apenas pela variação do espaçamento entre linhas. Entretanto, o aumento da população pode ser obtido também pelo aumento do número de sementes/m linear, o que superaria o problema de falhas na germinação, garantindo um melhor stand. Nos concursos de produtividade de milho, altos rendimentos, têm sido obtidas com populações que variam de 85.714 plantas/ha (76) até 120 mil plantas/ha (43). Esta variação se deve, possivelmente, ao fato de que não se tem le

vado em conta os efeitos conjuntos de espaçamentos, densidade e nível de adubação nitrogenada.

Assim, usando um estudo deste tipo, desenvolveu-se o presente trabalho, que teve os seguintes objetivos:

- Determinar para cada densidade de semeadura, qual o nível de nitrogênio mais adequado para a cultivar 'Piranão'.

- Verificar as influências das populações e de níveis de nitrogênio, e de suas interações, sobre o rendimento e outras características agronômicas da cultivar.

- Verificar o efeito da adubação nitrogenada na floração, crescimento e produção do milho 'Piranão'.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Com o advento de novos híbridos e técnicas de manejo para a cultura do milho, numerosos estudos foram realizados para determinação de espaçamento e densidade de plantio. Os resultados encontrados variam em função do tipo e fertilidade dos solos, disponibilidade de água, luminosidade, cultivares utilizadas e adubação empregada.

O número de plantas, por unidade de área, depende primeiramente do nível de fertilidade do solo (6, 19, 34, 42, 48, 72, 79, 87); em segundo lugar, do teor de umidade (4, 10, 42, 49, 52) e, quando estas condições são adequadas, a luz passa a constituir-se no principal fator do meio a governar a competição entre plantas, durante o estágio vegetativo (39, 61, 74, 81, 92, 94).

STINSON & MOSS (81), testando híbridos tolerantes e intolerantes a plantios densos em condições de sombreamento artificial, verificaram resposta diferencial à medida que diminuía a quantidade de luz. EARLEY et alii (20), estudando os efeitos de sombra aplicada em diferentes estágios de desenvolvimento da planta de milho, verificaram queda significativa na produção de grãos, proteína total e óleo com a redução da luz. PENDLETON & SEIF (56), em um estudo sobre a influência da altura de plantas na produção de

grãos, verificaram que o sombreamento causado por fileiras adjacentes mais altas reduziu seriamente as produções de milho. MUNDSTOCK (49) relata que os híbridos de menor porte, com pouco desenvolvimento vegetativo, tardam muito a fechar o espaço entre as linhas, e são os que mais se beneficiam do uso de menores espaçamentos. MUNDSTOCK (46), estudando o efeito de três espaçamentos combinados com quatro populações de plantas, verificou um maior rendimento de grãos nas populações de 70 a 90 mil plantas/ha utilizando o espaçamento de 50 cm entre linhas. Este resultado foi atribuído ao melhor aproveitamento da luz no período de desenvolvimento dos grãos.

A utilização de cultivares precoces e de menor porte tem apresentado resultados variados quando se utilizam populações acima de 50 mil plantas/ha. Alguns pesquisadores relatam que, de uma maneira geral, as cultivares precoces de porte baixo se comportam melhor em densidades mais altas (1, 5, 15, 19, 44, 45, 75). Contrariando estes resultados, outros afirmam que as cultivares tardias e de maior altura adaptam-se melhor à competição em altas densidades populacionais (31, 40). Já RUTGER & GROWDER (71), TERMUNDE et alii (83) verificaram que, nenhuma relação consistente há entre porte e resposta a diferentes densidades de plantio. BASTIELA et alii (5), comparando um híbrido de porte baixo com outro de porte alto, em diferentes densidades de plantio, concluíram que não houve diferença entre eles com o aumento da densidade populacional. BROWN et alii (10) afirmam que a utilização de híbridos de porte baixo vem ganhando importância, pois, além de facilitarem a colheita mecânica por apresentarem maior resistência

ao acamamento, permite o plantio de maior número de plantas por unidade de área, o que é confirmado por POZAR & ZINSLY (63).

Para o plantio de milho de porte normal, a população recomendada varia de 40 a 50 mil plantas/ha (22, 23, 24, 25, 42), sendo esta também a população que permitiu as melhores produções obtidas pela maioria dos trabalhos de pesquisa a esse respeito (28, 51, 72, 77, 79, 88). Observa-se, porém, em alguns trabalhos, aumento da produção em função do acréscimo na população de plantas. SINGH & SINGH (78), testando progênies de milho opaco-2, em populações de 25, 50 e 100 mil plantas/ha, verificaram aumento na produção até a população de 100 mil plantas/ha. RUSSEL (69), estudando linhagens de milho em baixa, média e alta densidades populacionais, verificou maior produção na média e alta densidades.

A elevação da densidade populacional promove redução na altura da planta (7, 21, 31, 57, 71), ampliação do intervalo entre a liberação do pólen e a emissão dos estigmas (19, 44, 76, 78), maior incidência de plantas estéreis (15, 19, 37, 48, 68, 69, 71, 84, 93), redução no diâmetro do colmo (7, 19, 50, 68, 78) e redução no peso individual das espigas (1, 15, 19, 40, 48, 68, 78), o que geralmente provoca redução na produção de grãos. CLONINGER et alii (12) observaram uma melhor sincronização do florescimento com pequeno decréscimo no stand e produção. BUREN et alii (11), estudando vários híbridos de milho numa população de 98.800 plantas/ha, verificaram que os genótipos tolerantes à alta densidade de plantio apresentavam rápida emissão dos estilo-estigmas, melhor sincronização do florescimento, rápido desenvolvimento da primeira espiga, prolificidade, reduzido tamanho da flecha e eficiente

produção de grãos por unidade de área.

VON BULOW (91) relata que os híbridos e as variedades no clima tropical geralmente atingem desenvolvimento vegetativo exagerado. As plantas altas tombam facilmente em culturas de plantio denso e grande parte da massa vegetal produzida fica no campo após a colheita das espigas. REZENDE & PATERNIANI (64) afirmam que os milhos cultivados no Brasil, tanto híbridos como variedades melhoradas, apresentam, geralmente, plantas demasiadamente altas e com isso sujeitas ao acamamento. RIBEIRAL (65) acredita que essa elevada altura das variedades e híbridos brasileiros seja uma das causas da alta incidência de acamamento e quebra das plantas verificada na ocasião da colheita, o que dificulta e até mesmo impossibilita a mecanização, tornando-se necessária a redução do porte das plantas, sem prejuízos de vigor e produtividade já existentes nos híbridos e variedades comerciais.

MACHADO et alii (41) relatam que há algum tempo tem sido dada atenção às plantas de porte baixo, o que concorre para minorar o problema de acamamento, além de permitir um plantio mais denso e facilitar a colheita mecânica. Entre as cultivares de porte baixo, o 'Piranão', portador de gene braquítico-2, tem-se mostrado tolerante a plantios densos (29, 38, 44, 54), pois apresenta maior resistência ao acamamento e quebra das plantas com produção semelhante aos híbridos de porte normal (2, 42, 64, 67).

RISSI et alii (66), comparando duas cultivares de portes diferentes em duas densidades de plantio, verificaram que o 'Piranão' apresentou maior produtividade com 62 mil plantas/ha. SAN

TOS et alii (73), estudando a influência da luz sobre o comportamento da cultivar 'Piranão', nas populações de 62,55; 88,5; 94 e 125 mil plantas/ha, encontraram os maiores valores para a produção de grãos, índice de área foliar e quantidade de luz através da folhagem, na densidade de 88.500 plantas/ha. Kempton, citado por VON BULOW (91), relata as possíveis vantagens agrícolas do milho portador do gene braquítico, como resistência ao tombamento e formação de mais raízes nos nós que possuem maior perímetro, ocorrendo o contato de um maior número delas com o solo, melhorando assim a fixação e nutrição das plantas.

Dentre as técnicas de cultivo, a adubação nitrogenada é um dos fatores que limita o aumento da densidade de plantio, pois observa-se quase sempre interação positiva entre o número de plantas por unidade de área e adubação nitrogenada (19, 28, 47, 51, 88). Alguns pesquisadores (44, 59, 62) afirmam que a disponibilidade de nitrogênio determina a densidade de plantas a adotar-se. Outros relatam que a população de plantas exerce maiores efeitos sobre os fatores da produção do que a adubação nitrogenada (28, 37, 88), sendo que os efeitos da adubação nitrogenada são mais pronunciados em populações mais baixas (33, 37, 88). Outros pesquisadores, porém, não obtiveram resultados positivos com a aplicação de nitrogênio (32, 87, 89), mas REGIS et alii (63), usando várias combinações de nutrientes, verificaram que o nitrogênio foi o elemento mais eficiente no aumento da produção.

A falta de respostas e as respostas negativas à aplicação de nitrogênio, segundo VIEIRA (90), se devem a fatores diversos, sendo que a forma e época inadequada de aplicação situam-se entre

os principais. Neste caso, VIEGAS et alii (88) afirmam que quanto maior o número de adubações em cobertura e menor a quantidade aplicada na semeadura, tanto maior a resposta à adubação nitrogenada.

Resultados de vários trabalhos têm mostrado efeitos positivos da adubação nitrogenada sobre a produção de grãos (28, 51, 88), elevação da altura das plantas (17, 29, 56), aumento do diâmetro do colmo (57), redução do intervalo entre floração masculina e feminina (47), produção de matéria seca (43) e peso de espigas (17, 28).

Vários pesquisadores procuraram associar a população de plantas com a adubação nitrogenada; entre eles, SILVA (77), verificou que para os solos de terra roxa e bem drenados os melhores rendimentos foram obtidos com a população de 40 a 60 mil plantas/ha e 60 kg/ha de N. Entretanto, nos solos aluviais e de textura média, a melhor produção foi obtida com 80 mil plantas/ha e 120 kg/ha de N. Em três localidades de Minas Gerais, PAIXÃO et alii (53) obtiveram as maiores produções com 90 kg/ha de N. PIMENTEL GOMES & CAMPOS (58) relatam respostas à adubação nitrogenada até 120 kg/ha de N, sendo o mesmo obtido por CLOYER & KROTH (13) utilizando uma população de 37.787 plantas/ha.

Em condições médias de chuva durante a estação de crescimento, BONDAVALLI et alii (8) verificaram que o nível de 163 kg/ha de N. e a população de 41.850 plantas/ha proporcionaram os melhores rendimentos. Porém, GALVÃO et alii (28) observaram que o milho respondeu favoravelmente à adubação nitrogenada apenas até

80 kg/ha de N.

MEDEIROS & SILVA (44), comparando um cultivar de porte baixo com outro de porte alto em quatro níveis de nitrogênio, variando de 0 a 230 kg/ha de N e populações de 135 a 480 mil plantas/ha, verificaram que o intervalo em dias entre floração masculina e feminina reduziu para as duas cultivares com as doses crescentes de nitrogênio, até 160 kg/ha de N, a partir da qual mostrou-se uma tendência de elevar-se.

Assim, verifica-se muita variação nos resultados obtidos por diversos pesquisadores, principalmente quando as populações estudadas ultrapassam a 50 mil plantas/ha, tornando-se de grande interesse os estudos no sentido de procurar reduzir os efeitos das altas populações de plantas sobre o crescimento e a produção do milho.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Localização

Os experimentos foram instalados na região Sul de Minas Gerais: na Escola Superior de Agricultura de Lavras, num Latossolo Roxo Distrófico, textura argilosa e na Fazenda Curral de Cima, em Itumirim, num solo Podzólico Vermelho Amarelo Distrófico, textura arenosa, classificados por ANDRADE*.

O clima da região é do tipo temperado, com temperatura média em Lavras durante o ano agrícola 79/80 de 21°C. Os dados de precipitação pluviométrica ocorrida em Lavras, no período do experimento, se encontram representados na Figura 1. Os resultados das análises químicas e físicas encontram-se no quadro 1.

3.2. Cultivar utilizada

Foi utilizada a cultivar de porte baixo 'Piranão', de tado de coloração prevalentemente amarela, obtido no Instituto de Genética da ESALQ, Piracicaba-SP.

*ANDRADE, H. Eng^o Agr^o, Professor Assistente do Departamento de Ciência do Solo da Escola Superior de Agricultura de Lavras.

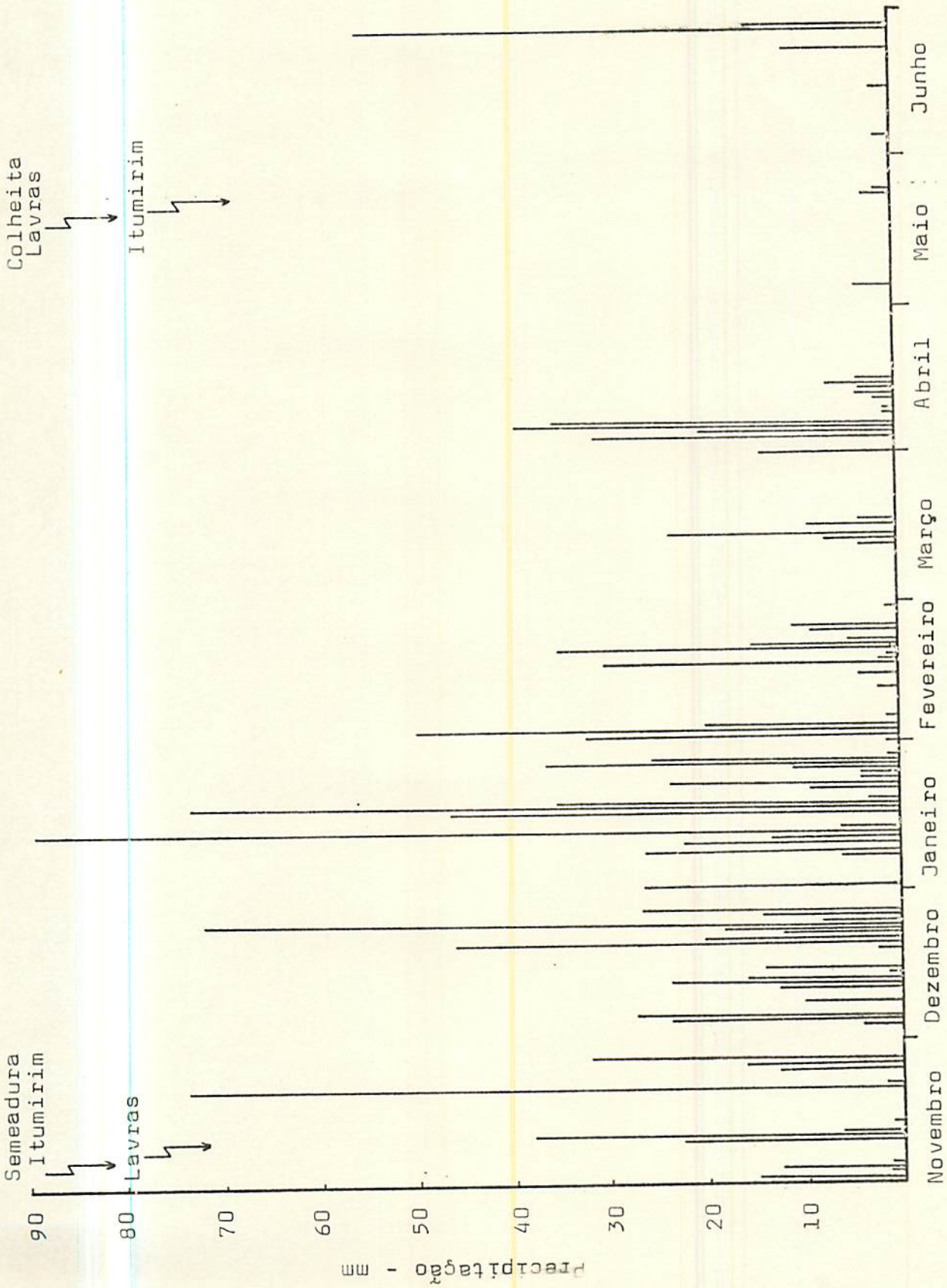


FIGURA 1. Precipitação pluviométrica em mm, de novembro de 1979 a junho de 1980 em Lavras, MG.

QUADRO 1. Resultados das análises químicas e físicas de amostras dos solos utilizados para a instalação dos ensaios*.

	Lavras	Itumirim
Al ⁺⁺⁺ - mE/100 g	0,30 B	0,30 B
Ca ⁺⁺ + Mg ⁺⁺ - mE/100 g	1,70 B	0,80 B
P - ppm	3,00 B	2,00 B
K - ppm	37,00 M	27,00 B
pH (H ₂ O)	5,20 M	5,50 M
Carbono (%)	1,64	0,47
Matéria Orgânica (%)	2,82 M	0,81 B
Areias (%)	42,00	79,00
Limo (%)	4,00	7,00
Argila (%)	54,00	14,00
Classe Textural (**)	Argila	Franco Arenoso

* Análises realizadas no Instituto de Química "John H. Wheelock" do Departamento de Ciência do Solo da ESAL, seguindo o método de VETTORI (86).

** Segundo a Sociedade Brasileira de Ciência do Solo (80).

3.3. Procedimento experimental

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso com parcelas subdivididas e quatro repetições. As parcelas foram constituídas pelos níveis de nitrogênio; as subparcelas pelos espaçamentos entre linhas e as subsubparcelas pelo número de plantas nas linhas.

Os níveis de nitrogênio utilizados foram 0, 80 e 160 kg/ha de N. Nas parcelas adubadas, sendo aplicado 1/4 na semeadura e o restante em duas coberturas aos 30 e 60 dias após a semeadura. A fonte do elemento foi o sulfato de amônio.

Nas subparcelas foram colocados os espaçamentos de 70, 80, 90 e 100 cm entre linhas e nas subsubparcelas as densidades de 4, 5, 6 e 7 plantas/m linear.

Cada subsubparcela continha 4 linhas com 4 m de comprimento cada uma, sendo consideradas úteis apenas as duas linhas centrais, eliminando-se 25 cm em cada extremidade (Quadro 2).

3.4. Condução do experimento e colheita

Nos dois locais a calagem foi realizada durante o mês de setembro, com base nos resultados da análise, utilizando-se 0,9 t/ha de calcário calcítico em Lavras e 1,8 t./ha em Itumirim.

A adubação fosfatada e potássica foi baseada na recomendação da COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS (17) para a cultura do milho, ou seja, 400 kg/ha de superfosfato simples, 100 kg/ha de cloreto de potássio e adicionaram-se 20 kg/ha de sulfato de zinco.

Em Itumirim a semeadura foi realizada em 06/11/79 e, em Lavras, no dia 09/11/79. O desbaste foi efetuado 25 dias após a semeadura, deixando-se o número desejado de plantas em cada unidade experimental. Foram efetuadas duas capinas logo em seguida às adubações nitrogenadas. A colheita foi realizada no dia 20/5/80

QUADRO 2. Espaçamento, número de plantas por metro linear e suas respectivas populações.

Espaçamento em tre linhas (cm)	Plantas por metro linear	População (plantas/ha)
70	4	57200
	5	71500
	6	85800
	7	100100
80	4	50000
	5	62500
	6	75000
	7	87500
90	4	44400
	5	55500
	6	66600
	7	77700
100	4	40000
	5	50000
	6	60000
	7	70000

em Lavras e, no dia 23/05/80, em Itumirim.

3.5. Características avaliadas

As observações se referiram às seguintes características:

a) Percentagem de plantas com floração masculina e com floração feminina.

Esta percentagem foi o resultado de uma contagem do número de plantas de cada unidade experimental que apresentavam flo rescimento da panícula e das espigas, respectivamente, aos 79 e 85 dias após a sementeira, quando mais ou menos 50% das plantas de todo ensaio se apresentavam floridas. Os dados foram transformados em percentagens relativamente ao número de plantas da menor unidade experimental.

b) Intervalo de tempo entre floração masculina e feminina: estes dados foram obtidos em cada unidade experimental, pela diferença entre o número de dias necessários para a ocorrência de 50% ou mais de plantas com flores masculinas e 50% ou mais de plantas com flores femininas.

c) Altura da planta: avaliaram-se 20 plantas representativas de cada menor unidade experimental, considerando-se a distância do solo à última aurícula visível, quando as plantas atingiram o máximo desenvolvimento vegetativo, aos 110 dias após a sementeira.

d) Diâmetro do colmo: nas mesmas plantas e na mesma época em que se determinou a altura, determinou-se o diâmetro das plan

tas medindo-se o primeiro entrenó acima do solo.

e) Número de plantas com espiga: foram consideradas aquelas cuja espiga possuía pelo menos um grão, por ocasião da colheita.

f) Número de plantas acamadas e quebradas: foram consideradas plantas acamadas aquelas que, por ocasião da colheita, se encontravam inclinada, num ângulo superior a 30° , e plantas quebradas as que se encontravam com o colmo quebrado abaixo da primeira espiga.

g) Peso de espiga: após a colheita manual, pesaram-se as espigas com palha e os valores foram transformados em kg/ha.

h) Peso da matéria seca da parte aérea: após a colheita das espigas, as plantas foram cortadas rente ao solo e pesadas. Determinou-se no ensaio de Lavras o teor de umidade em amostras de cada unidade experimental. Os valores foram transformados para kg/ha.

i) Peso de grãos: após a debulha manual das espigas, os grãos foram pesados e os resultados transformados em kg/ha, sendo os pesos corrigidos para a umidade de 13%, de acordo com TOLEDO & MARCOS FILHO (85).

3.6. Análises estatísticas

Os dados obtidos para plantas com floração masculina e feminina, e plantas com espigas, foram transformados para arco seno $\sqrt{\%}$. Os dados referentes a plantas acamadas e quebradas foram

transformados para arco seno $\sqrt{\% + 0,5}$ e o intervalo entre flo_{ra}ção masculina e feminina para \sqrt{x} .

As análises de variância das características estudadas fo_{ra}m feitas para cada local pelos métodos usuais, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Níveis de nitrogênio

As análises de variância dos dados obtidos em Lavras e Itumirim, referentes às características em estudo, encontram-se, respectivamente, nos quadros 3, 4, 5 e 6.

O efeito dos níveis de N foi significativo, em ambos os locais, para todas as características em estudo, exceto para plantas acamadas e quebradas.

4.1.1. Efeito de níveis de nitrogênio sobre a produção de grãos.

Em ambos os locais a produção de grãos aumentou com as doses crescentes de nitrogênio (Quadros 7 e 8), concordando com os resultados obtidos por GALVÃO et alii (28), MEDEIROS & SILVA (44) e VIEGAS et alii (88), que verificaram aumento na produção de grãos em decorrência do acréscimo nas doses de nitrogênio.

4.1.2. Efeito de níveis de nitrogênio sobre o peso das espigas.

Com relação ao peso das espigas, observou-se comportamento semelhante à produção de grãos (Quadros 7 e 8) e também, aos resultados obtidos por DAVIDE (17) e GALVÃO et alii (28), que obtiveram aumento no peso médio das espigas com as doses crescentes de nitrogênio. Estes dados mostram que o aumento do nível de fertilidade em decorrência de acréscimos na adubação nitrogenada, proporciona maior acúmulo de matéria seca nas espigas, além de reduzir a incidência de plantas sem espiga, o que poderá ser justificada pela maior capacidade de emissão de estigmas verificada nos níveis elevados de nitrogênio, conforme se observa no Quadro 8.

4.1.3. Efeito de níveis de nitrogênio sobre o número de plantas com espiga.

Em Lavras, a adubação nitrogenada mostrou efeito quadrático sobre o número de plantas com espiga, com o ponto de menor ocorrência de plantas estéreis situado em 107 kg/ha de N (Figura 2). A percentagem de plantas com espiga aumentou com os acréscimos nas doses de nitrogênio nas duas localidades; não houve, porém, diferença estatística entre 80 e 160 kg/ha de N. Este fato, possivelmente se deve à boa fertilidade natural do solo de Lavras e à pouca penetração de luz em Itumirim, ocasionada pelo maior desenvolvimento das plantas nos níveis mais elevados de nitrogênio.

Causas de variação	G.L.	Plantas com espiga		Floração masculina		Intervalo entre floração masculina e feminina		Altura da planta		Diâmetro do colmo	
		3	2	2	1	1	1	1	1	1	1
Blocos	3	525,80	2662,10**	7190,75**	99,08	0,10242	1027,05	0,35127**	1,65797**	2,20400**	1,11194**
Níveis	2	3296,72**	11214,00**	3167,50**	5,99134**	7,06414**	15629,10**	2,20400**	1,65797**	2,20400**	1,11194**
R L	1	2046,11*					6772,19**	1,11194**			
R Q	1										
Espagamentos	3	388,94**	1128,05**	1144,91**	3,85634**	1,28759**	192,72	0,26356**	0,77894**	0,01105	0,26356**
R L	1	38,30	38,30	26,53	0,00584	0,00584	0,01105	0,01105	0,00069	0,00069	0,01386
R Q	1	0,47	0,47	0,60	0,00059	0,00059	0,00069	0,00069			
R C	1	25,91	25,91	7,40	0,07034	0,07034	3,74	0,01386			
N x E	6										
Densidades	3	1084,26**	3243,12**	2284,13**	1,38889**	0,46796**	454,72**	0,58469**	1,74094**	0,01311	0,58469**
R L	1	5,99	5,99	125,00**	0,01495	0,01495	6,85	0,01311	0,00002	0,00002	0,01311
R Q	1	3,67	3,67	45,08	0,00004	0,00004	0,14	0,00002	0,00786	0,00786	0,00786
R C	1	31,71	31,71	27,89	0,03971	0,03971	10,72	0,00786	0,00786	0,00786	0,00786
N x D	6	16,09	16,09	9,21	0,04178	0,04178	1,97	0,01204	0,01204	0,01204	0,01204
E x D	9	5,93	5,93	11,26	0,02253	0,02253	3,12	0,00996	0,00996	0,00996	0,00996
N x E x D	18										
Erro (c)	108	21,98	21,98	14,37	0,05807	0,05807	60,77	0,02220	0,02220	0,02220	0,02220
CV% parcela		21,94	21,94	11,26	16,80	16,80	14,40	3,16	8,76	8,76	3,16
CV% subparcela		7,49	7,49	8,44	12,68	12,68	7,84	5,16	8,76	8,76	5,16
CV% subparcela		7,10	7,10	7,51	9,57	9,57	5,16	7,16	7,16	7,16	7,16

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

Causas de variação	G.L.	Produção de gramas	Peso de espigas	Produção de matéria seca	Floração feminina	Plantas acamadadas	Plantas quebradas
Blocos	3	14505480,0**	16307330,0**	14726290,0**	28,42	157,53	37,10
Níveis	2	11406700,0**	244024900,0**	85708930,0**	6568,39**	44,56	45,33
Erro (a)	6	537345,8	1398962,0	1414199,0	17,91	37,03	9,16
Espalhamento	3	6696901,0	18314410,0**	11388410,0**	530,57**	219,85**	26,14
R L	1	8116390,0**	27168376,0**	34024610,0**			
R Q	1	11606810,0**	25101077,0**	1210,0			
R C	1	367503,0	2673777,0	139410,0			
N x E	6	1156700,0	770499,0	588496,8	2,47	0,69	4,97
Erro (b)	27	543707,1	679104,8	538181,9	9,08	29,11	19,01
Densidade	3	4098924,0**	6009318,0**	9732104,0**	454,20**	448,66**	188,84**
R L	1	93783,4	3719078,0**	26972504,0**	1352,97**		
R Q	1	11924698,0**	12722558,0**	262204,0	0,27		
R C	1	278291,0	1586318,0	1961604,0**	9,36		
N x D	6	1653149,0**	2163906,0**	765705,8*	24,77	4,49	10,48
E x D	9	120285,6	530516,6	347693,4	4,96	22,62	5,38
N x E x D	18	384576,7	574697,8	238775,7	5,73	11,97	10,61
Erro (c)	108	344817,0	657301,3	260569,6	10,05	21,49	13,99
CV% parcela	12,39	14,78	14,78	25,74	9,03	48,60	41,91
CV% subparcela	12,46	10,30	10,30	15,88	6,43	43,09	60,39
CV% subsubparcela	9,97	10,13	10,13	11,05	6,77	37,06	51,81

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade.
 ** Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

QUADRO 5. Análise de variância (quadrados médios) para as características estudadas em Itumirim, MG., 1979/80.

Causas de variação	G.L.	Floração masculina	Intervalo entre floração masculina e feminina	Altura da planta
Blocos	3	68,92	0,15661	632,44
Níveis	2	9961,99**	18,86847**	26662,66**
R L	1	18163,00**	31,43177**	49202,66**
R Q	1	1760,98**	6,30517*	4122,66*
Erro (a)	6	49,57	0,17963	312,81
Espaçamento	3	220,98**	0,85256**	1511,64**
R L	1	627,53**	2,54122**	4470,71**
R Q	1	33,00	0,00167	61,55
R C	1	2,41	0,01479	2,66
N x E	6	11,95	0,01320	383,91
Erro (b)	27	5,03	0,06538	176,41
Densidade	3	325,15**	1,12398**	639,85**
R L	1	962,57**	2,38192**	1918,22**
R Q	1	11,14	0,78929**	1,20
R C	1	1,74	0,20073	0,13
N x D	6	4,28	0,05120	45,82
E x D	9	3,51	0,02534	27,43
N x E x D	18	2,44	0,01585	27,04
Erro (c)	108	8,38	0,05618	121,71
CV% parcela		15,54	15,79	14,28
CV% subparcela		4,95	9,53	10,72
CV% subsubparcela		6,39	8,83	8,91

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

Causas de variação	G.L.	Produção de		Peso de		Plantas com		Floração		Diâmetro		Plantas		Plantas		
		grãos		espigas		espigas		feminina		do colmo		acamadas		quebradas		
Blocos	3	1345182,0	2117718,0	81,34	125,67	0,03141	20415,38**	2,64194**	87,82	5,36	27,24	100,33	21,34	6	769092,9	2102376,0
Níveis	2	389689100,0**	807869800,0**	9467,24**	20415,38**	2,64194**	87,82	5,36	27,24	100,33	21,34	6	769092,9	2102376,0	112,29	58,82
Erro (a)	6	769092,9	2102376,0	112,29	58,82	0,04065	78,54	21,34	6	769092,9	2102376,0	112,29	58,82	0,04065	78,54	21,34
Espigamento	3	2631996,0**	1254263,0	603,88**	383,07**	0,50932**	65,79	22,16	1	2978042,0**	1254263,0	603,88**	383,07**	0,50932**	65,79	22,16
R L	1	2978042,0**	1606,27**	147,99*	1,45426**	0,07095**	1846504,0**	238853,0	4679093,0**	147,99*	1,45426**	0,07095**	1846504,0**	238853,0	4679093,0**	147,99*
R Q	1	4679093,0**	57,38	0,00274	0,05051**	3,85	7,42	1	1846504,0**	3797401,0**	83,37	13,98	0,05051**	3,85	7,42	
R C	1	238853,0	57,38	0,00274	0,05051**	3,85	7,42	1	1846504,0**	3797401,0**	83,37	13,98	0,05051**	3,85	7,42	
N x E	6	1846504,0**	3797401,0**	83,37	13,98	0,05051**	3,85	7,42	1	1846504,0**	3797401,0**	83,37	13,98	0,05051**	3,85	7,42
Erro (b)	27	502047,6	1185139,0	30,05	15,50	0,01617	26,01	19,29	3	2662775,0**	4900287,0**	734,01**	1057,00**	1,45117**	194,10**	148,18**
Densidade	3	2662775,0**	4900287,0**	734,01**	1057,00**	1,45117**	194,10**	148,18**	1	4763421,0**	14546687,0**	2171,43**	3165,98**	4,26178**	194,10**	148,18**
R L	1	4763421,0**	14546687,0**	2171,43**	3165,98**	4,26178**	194,10**	148,18**	1	3185522,0**	46188,0	26,25	4,98	0,07517**	4,99	15,17
R Q	1	3185522,0**	46188,0	26,25	4,98	0,07517**	4,99	15,17	1	39382,0	107986,0	4,36	0,05	0,01656	4,99	15,17
R C	1	39382,0	107986,0	4,36	0,05	0,01656	4,99	15,17	1	460796,0	169418,7	7,12	58,55	0,02875**	4,99	15,17
N x D	6	460796,0	169418,7	7,12	58,55	0,02875**	4,99	15,17	1	765519,6	603046,6	13,87	15,74	0,00257	6,54	2,48
E x D	9	765519,6	603046,6	13,87	15,74	0,00257	6,54	2,48	18	149206,3	455224,9	19,91	8,10	0,00865	10,69	7,20
N x E x D	18	149206,3	455224,9	19,91	8,10	0,00865	10,69	7,20	108	402494,1	742358,8	28,70	16,19	0,00815	11,72	11,02
Erro (c)	108	402494,1	742358,8	28,70	16,19	0,00815	11,72	11,02	CV% parcela	20,82	23,46	17,74	15,10	10,33	106,77	62,76
CV% subparcela		16,82	17,61	9,18	7,75	6,52	61,44	59,67	CV% subparcela	15,06	13,94	8,97	7,92	4,62	41,25	45,11

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade.
 ** Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

QUADRO 7. Médias das características abaixo relacionadas, obtidas para os níveis de nitrogênio, em Lavras, MG. 1979/80.

Características	Níveis de nitrogênio (kg/ha)		
	0	80	160
Produção de grãos (kg/ha)	4410,73 c	6326,19 b	6957,05 a
Peso de espigas (kg/ha)	5817,95 c	8617,78 b	9575,70 a
Plantas com espigas (%)**	72,32 b	87,54 a	85,69 a
Prod. de matéria seca (kg/ha)	3315,00 b	5020,28 a	5522,86 a
Floração masculina (%)**	38,32 b	67,45 a	70,28 a
Floração feminina (%)**	33,15 b	62,36 a	63,45 a
Intervalo entre floração masculina e feminina (dias) ***	8,24 a	5,16 b	6,03 b
Altura da planta	135,53 b	160,06 a	157,64 a
Diâmetro do colmo	1,90 b	2,19 a	2,16 a
Plantas acamadas (%)****	4,27 a	5,38 a	5,72 a
Plantas quebradas (%)****	1,01 a	1,72 a	1,99 a

* Nas linhas, médias seguidas da mesma letra não diferem pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

** Dados transformados para arco seno $\sqrt{\%}$.

*** Dados transformados para \sqrt{x} .

**** Dados transformados para arco seno $\sqrt{\% + 0,5}$.

4.1.4. Efeito de níveis de nitrogênio sobre a produção de matéria seca.

O efeito geral do nitrogênio sobre a produção de matéria seca em Lavras foi significativo, aumentando-se até 80 kg/ha de N, não ocorrendo aumentos acima desse nível. Isto ocorreu em função da boa fertilidade natural do solo de Lavras, tornando pequena ou quase nula a resposta a altas doses de nitrogênio.

4.1.5. Efeito de níveis de nitrogênio sobre a percentagem de plantas com floração masculina.

O efeito dos níveis de nitrogênio foi quadrático sobre as plantas com floração masculina, em ambos os locais, sendo que os pontos de máxima floração masculina foram obtidos nas doses de 123 e 154 kg/ha de N, respectivamente, para Lavras e Itumirim (Figura 3). A percentagem de plantas com floração feminina não sofreu efeito da adubação nitrogenada acima de 80 kg/ha de N (Quadros 7 e 8). Esta maior precocidade das plantas com o aumento da adubação nitrogenada até 80 kg/ha de N, se deve, possivelmente ao fato de que o melhor desenvolvimento das mesmas se deu até esse nível (Figura 4), onde a maior disponibilidade do nutriente proporcionou plantas mais vigorosas, o que concorda com os resultados obtidos por ANDRADE (3).

QUADRO 8. Médias das características abaixo relacionadas, obtidas para os níveis de nitrogênio, em Itumirim, MG. 1979/80*.

Características	Níveis de nitrogênio (kg/ha)		
	0	80	160
Produção de grãos (kg/ha)	1447,47 c	4994,13 b	6192,77 a
Peso de espigas (kg/ha)	2137,28 c	7605,39 b	8801,19 a
Plantas com espiga (%)**	51,34 b	82,38 a	84,34 a
Floração masculina (%)**	26,90 c	57,96 b	67,22 a
Floração feminina (%)**	25,29 b	75,43 a	77,82 a
Intervalo entre floração masculina e feminina (dias) ^{mas} ***	11,08 a	5,91 b	5,42 b
Altura da planta (cm)	100,99 c	130,42 b	140,20 a
Diâmetro do colmo (cm)	1,73 c	1,98 b	2,14 a
Plantas acamadas (%)****	1,56 a	2,55 a	2,78 a
Plantas quebradas (%)****	0,91 a	1,63 a	2,19 a

* Nas linhas, médias seguidas da mesma letra não diferem pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

** Dados transformados para $\arcseno \sqrt{\frac{\%}{100}}$.

*** Dados transformados para \sqrt{x} .

**** Dados transformados para $\arcseno \sqrt{\frac{\%}{100} + 0,5}$.

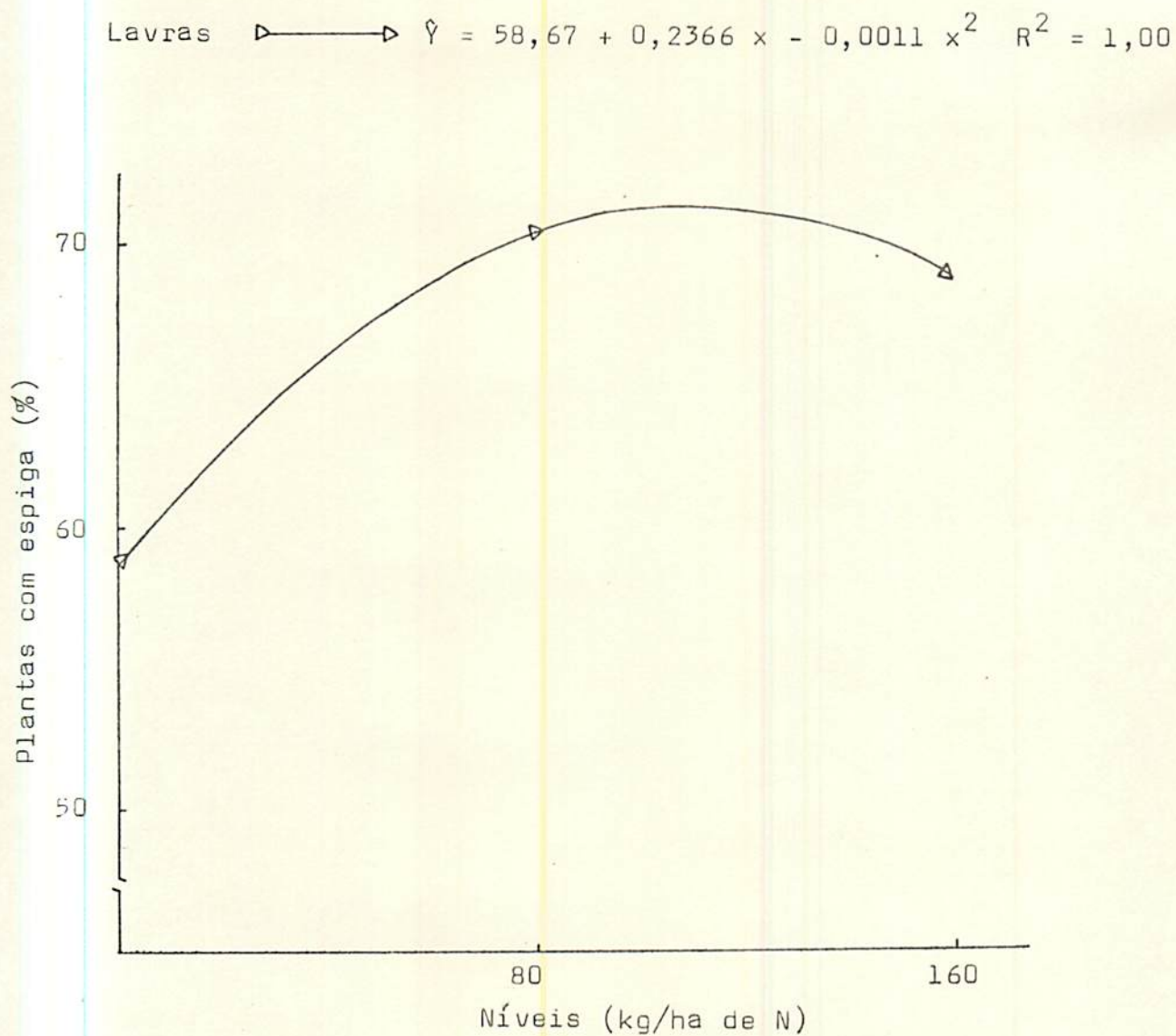


FIGURA 2. Efeito de níveis de nitrogênio sobre a percentagem de plantas com espiga, Lavras, MG.

Lavras $\blacktriangleright \hat{Y} = 38,24 + 0,33225 x - 0,0013453 x^2 \quad R^2 = 0,9997$

Itumirim $\circ \hat{Y} = 31,25 + 0,30951 x - 0,0010038 x^2 \quad R^2 = 1,00$

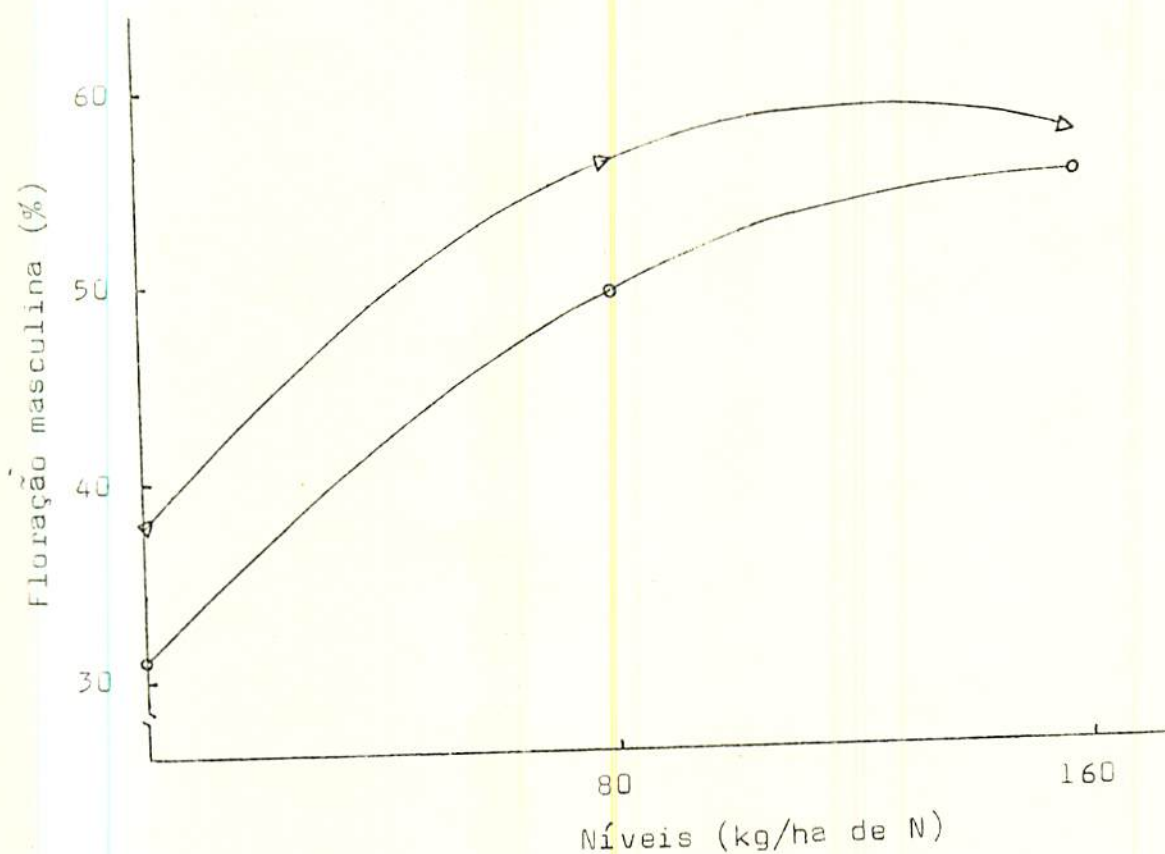


FIGURA 3. Efeito de níveis de nitrogênio sobre a porcentagem de plantas com floração masculina, em Lavras e Itumirim, MG.

4.1.6. Efeito de níveis de nitrogênio sobre o intervalo entre floração masculina e feminina.

Nos dois locais observou-se resposta quadrática das doses de nitrogênio sobre o intervalo entre floração masculina e feminina, sendo que os menores intervalos de tempo entre a emissão dos estigmas e a liberação do pólen foram nos níveis de 101 a 132 kg/ha de N (Figura 5), em Lavras e Itumirim, respectivamente. Estes resultados estão de acordo com MEDEIROS & SILVA (44), que observaram uma redução no intervalo de tempo entre floração masculina e feminina, com o aumento das doses de nitrogênio, até um determinado limite a partir do qual o efeito foi inverso.

Este fato se confirma pelo aumento verificado na percentagem de plantas com floração masculina e feminina, com as doses crescentes de nitrogênio até um determinado limite (Figura 3, 6 e 7), a partir do qual observou-se redução nessas percentagens.

4.1.7. Efeito de níveis de nitrogênio sobre a altura da planta.

Observou-se resposta quadrática da altura da planta aos níveis de nitrogênio, com os pontos de máximo crescimento situados em 113 e 160 kg/ha de N, em Lavras e Itumirim, respectivamente (Figura 4). Estes resultados são semelhantes aos obtidos por PEREIRA FILHO (57). A maior resposta à adubação nitrogenada, observada em Itumirim, se deve, possivelmente, à textura arenosa e ao baixo teor de matéria orgânica deste solo (Quadro 1), necessi -

Lavras $\blacktriangleright \hat{Y} = 135,530 + 0,47512 x - 0,0021062 x^2 \quad R^2=0,9992$

Itumirim $\circ \hat{Y} = 100,987 + 0,49082 x - 0,0015359 x^2 \quad R^2=1,00$

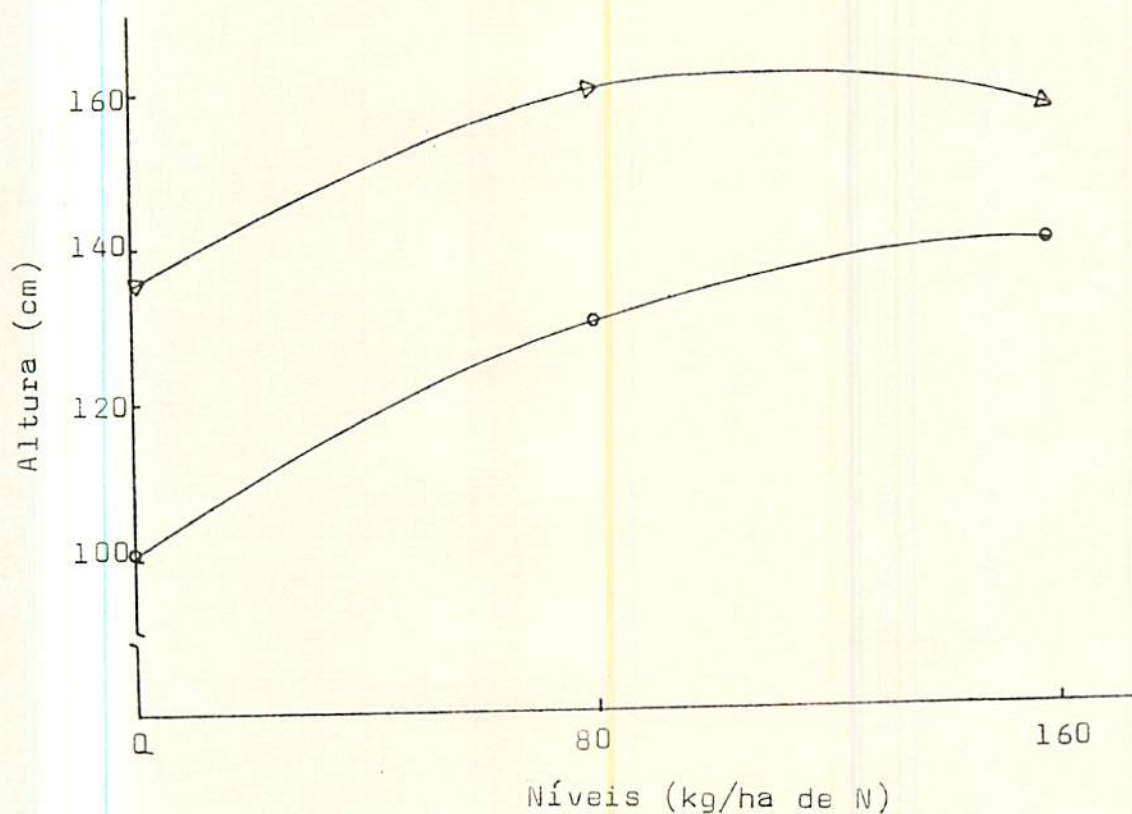


FIGURA 4. Efeito de níveis de nitrogênio sobre a altura da planta, em Lavras e Itumirim, MG.

Lavras $\blacktriangleright \longrightarrow \hat{Y} = 2,8691 - 0,012878 x + 0,00006359 x^2 \quad R^2 = 1,00$

Itumirim $\circ \text{---} \circ \hat{Y} = 3,3072 - 0,015806 x + 0,00006001 x^2 \quad R^2 = 1,00$

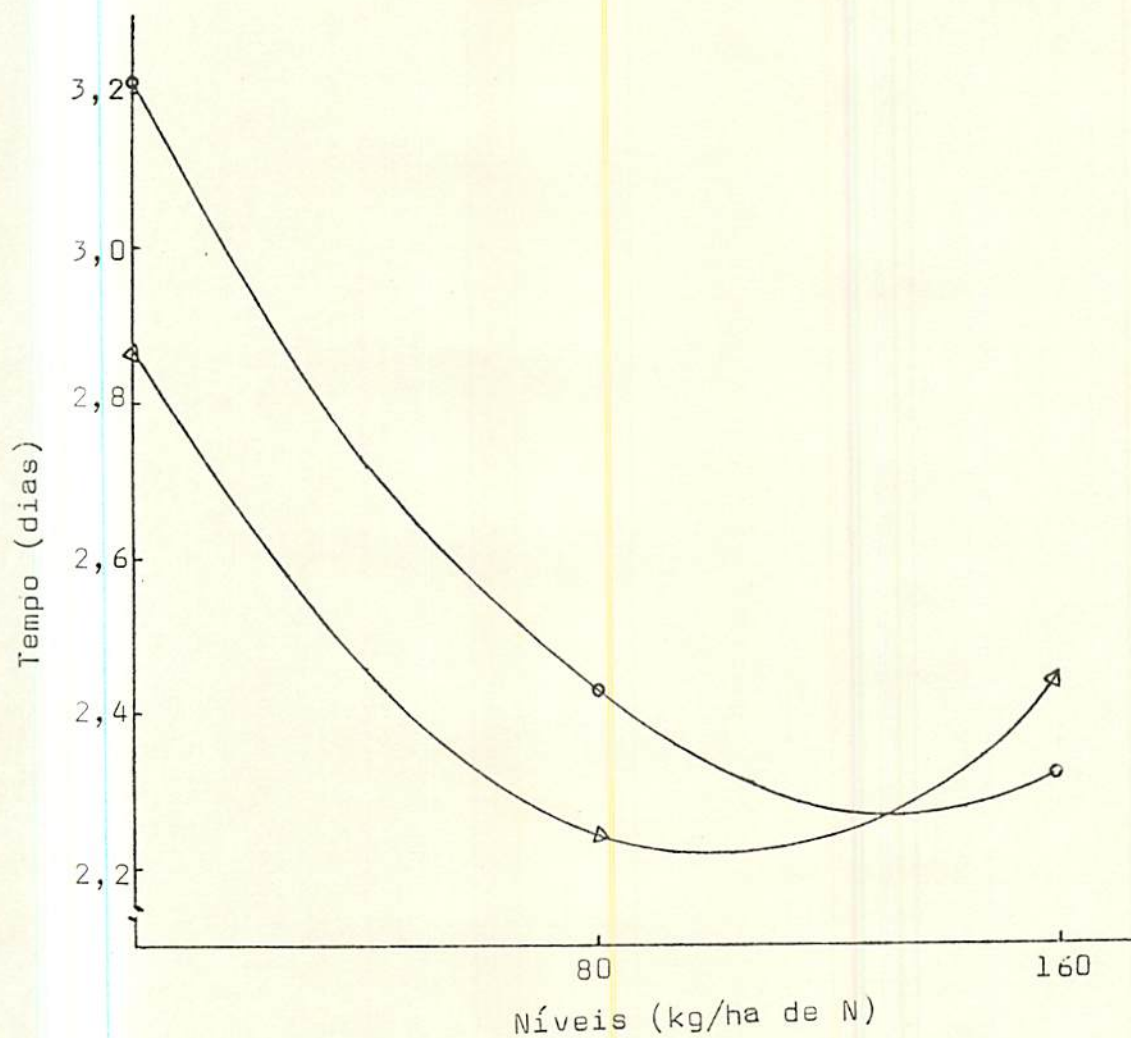


FIGURA 5. Efeito de níveis de nitrogênio sobre o intervalo entre floração masculina e feminina, em Lavras e Itumirim, MG.

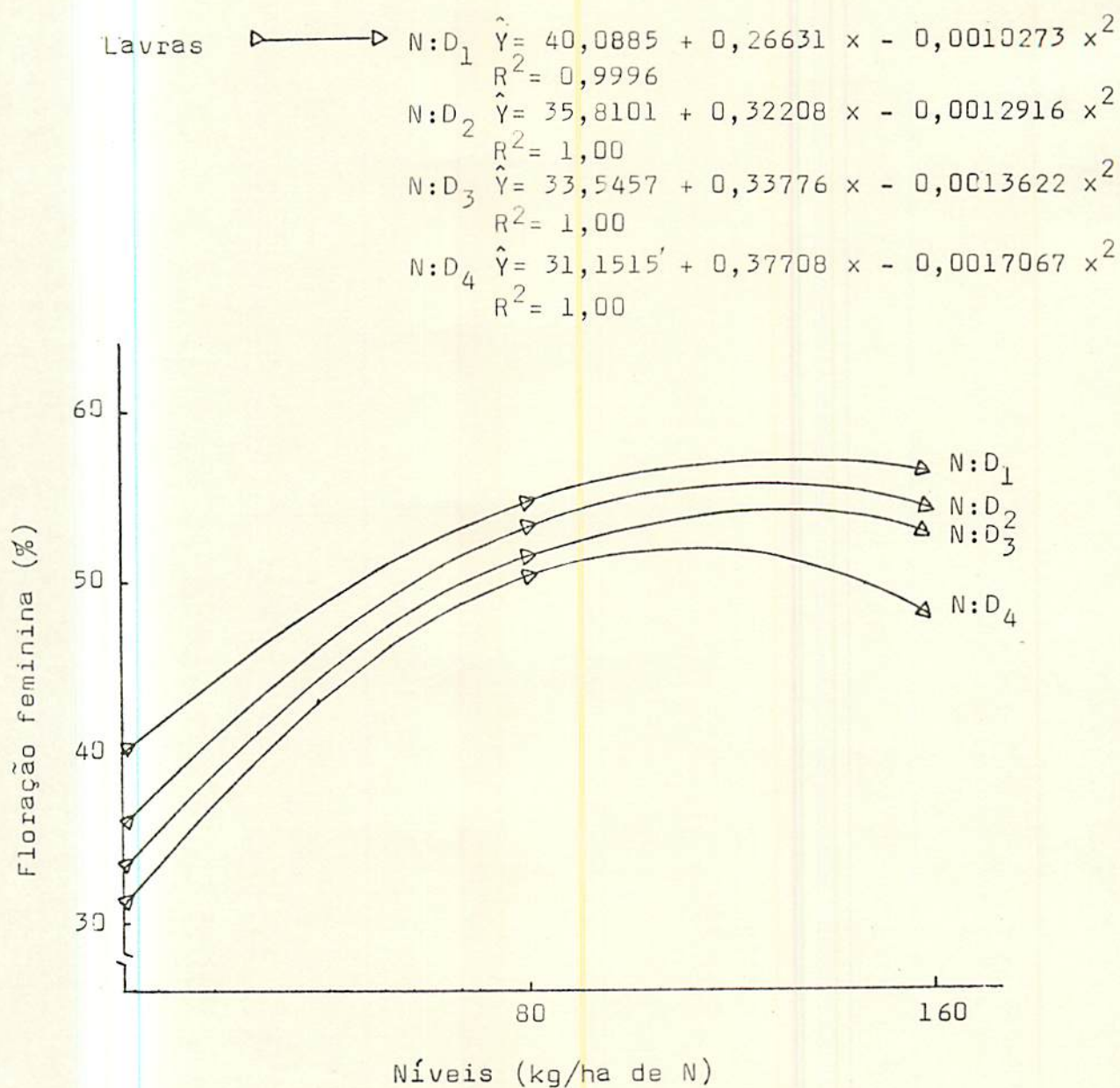


FIGURA 6. Efeito de níveis de nitrogênio sobre a porcentagem de plantas com floração feminina em quatro diferentes densidades, em Lavras, MG.

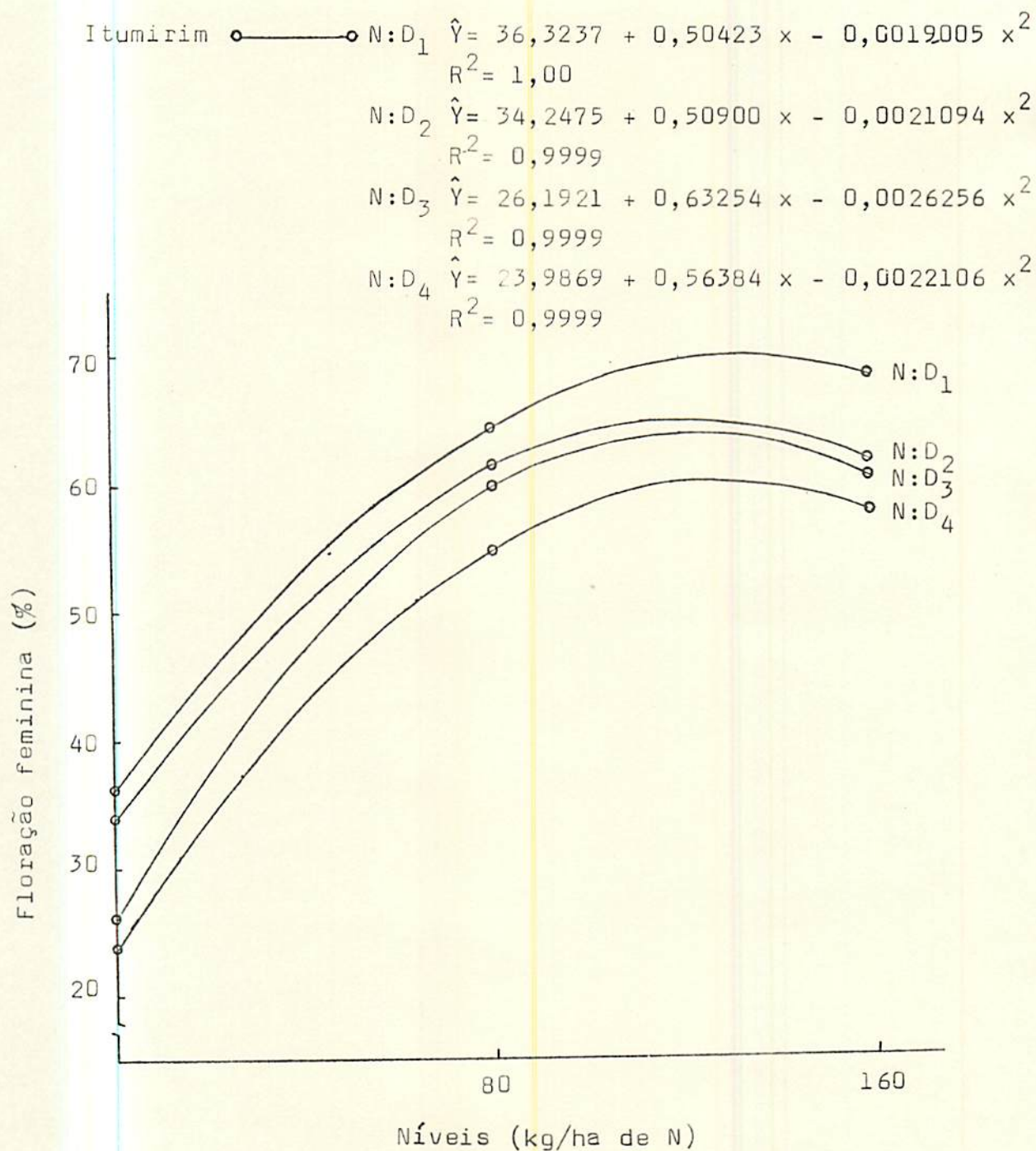


FIGURA 7. Efeito de níveis de nitrogênio sobre a porcentagem de plantas com floração feminina, em quatro diferentes densidades, em Itumirim, MG.

tando de uma maior quantidade do elemento para suprir as necessidades da planta.

4.1.8. Efeito de níveis de nitrogênio sobre o diâmetro do colmo.

Em Lavras obteve-se efeito quadrático dos níveis de nitrogênio sobre o diâmetro do colmo, com o ponto de maior crescimento situado em 113 kg/ha de N (Figura 8), concordando com os resultados obtidos por PEREIRA FILHO (57). Em Itumirim obteve-se crescimento em diâmetro até a dose mais elevada de nitrogênio (Quadro 8). Os mesmos resultados foram obtidos para o crescimento em altura, mostrando que o maior nível de fertilidade natural do solo de Lavras, tornou pequeno ou até mesmo nulo o efeito do nitrogênio acima de 80 kg/ha.

4.1.9. Efeito de níveis de nitrogênio sobre o acamamento e quebra das plantas.

Não se observou diferença significativa para adubação em nenhum dos locais em relação a plantas acamadas e quebradas (Quadros 7 e 8). Estes resultados concordam com os obtidos por GALVÃO & PATERNIANI (29), em Capinópolis e Piracicaba, e com os observados por NOVAES et alii (51) e PEREIRA FILHO (57), em Lambari e Nepomuceno, discordando, no entanto, dos dados coletados pelo último autor em Caldas e GALVÃO e PATERNIANI (29) em Viçosa, onde a adubação nitrogenada aumentou o acamamento (plantas acamadas e quebra-

Lavras $\hat{Y} = 1,897 + 0,005677 x - 0,00002523 x^2$ $R^2 = 0,9957$

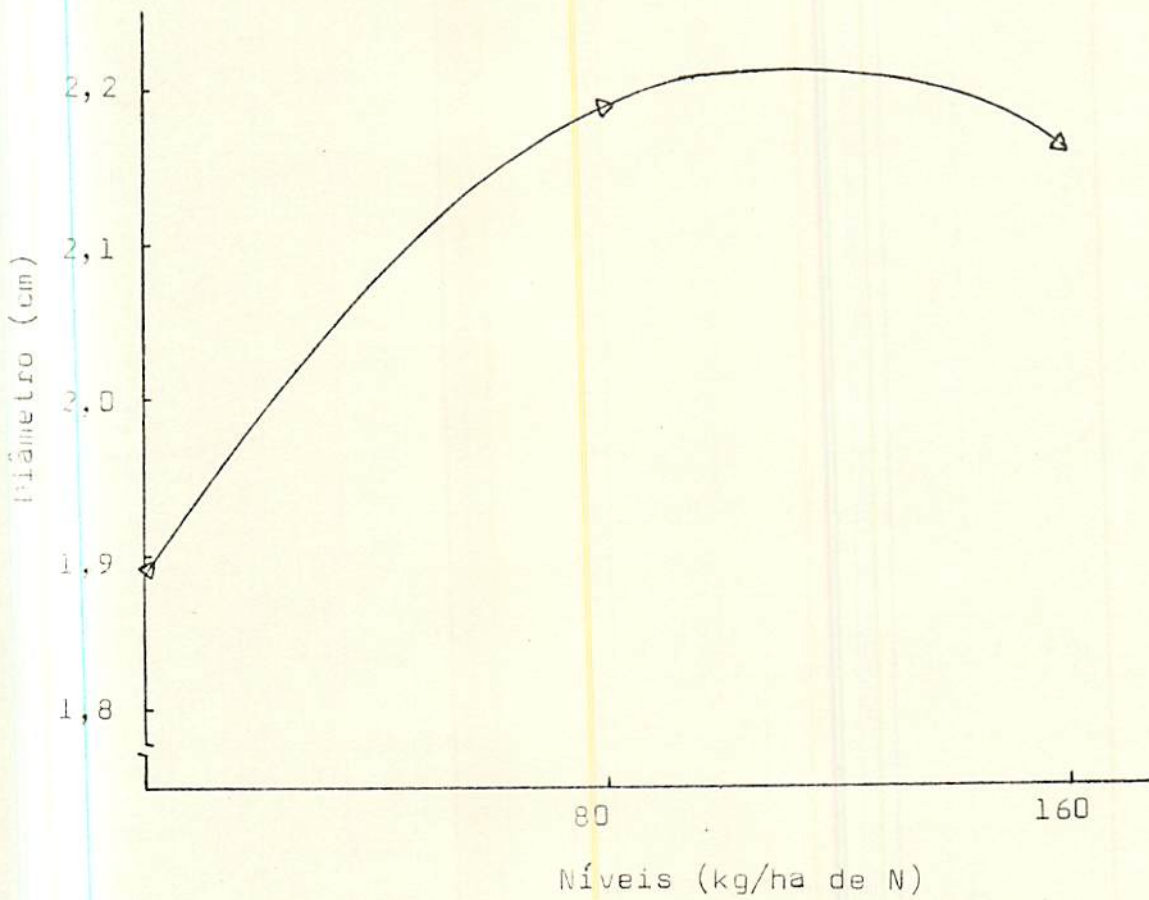


FIGURA 8. Efeito de níveis de nitrogênio sobre o diâmetro do colmo, em Lavras, MG.

das) do milho. Este fato, se deve, possivelmente, à maior altura alcançada pelas plantas em Caldas e Viçosa.

4.2. Efeito de espaçamento e densidade

As análises de variância dos dados obtidos em Lavras e Itumirim, referentes às características em estudo, encontram-se nos quadros 3, 4, 5 e 6, e as médias, nos quadros 9, 10, 11 e 12, respectivamente.

4.2.1. Efeito de espaçamento e densidade sobre a produção de grãos.

Em ambos os locais, tanto os espaçamentos quanto as densidades exerceram efeito quadrático sobre a produção de grãos. Os pontos de máxima produção de grãos se situaram nos espaçamentos de 80 e 89 cm (Figura 9), em Lavras e Itumirim, respectivamente. Com relação a densidade, a maximização da produção foi obtida com 5 plantas/m linear (Figura 10), nas duas localidades. Estes resultados mostram que as máximas produções foram obtidas com as populações de 62.500 e 56.180 plantas/ha, respectivamente em Lavras e Itumirim, assemelhando-se aos resultados obtidos por BIANCHINI (7), GALVÃO & PATERNIANI (29), MEDEIROS & SILVA (44) e RISSI et alii (66), que obtiveram as maiores produções com a cultivar 'Pirarã', em populações de 50 a 62 mil plantas/ha. Porém, LEITE (38) obteve a maximização da produção com a população de 120 mil plantas/ha. Trabalhos realizados com híbridos de porte normal têm mos

QUADRO 9. Médias das características abaixo relacionadas, obtidas para os espaçamentos estudados em Lavras, MG., 1979/80*.

Características	Espaçamento (cm)			
	70	80	90	100
Produção de grãos (kg/ha)	5926,23 a	6312,33 a	6011,04 a	5413,67 b
Peso de espigas (kg/ha)	8094,15 b	8691,94 a	8038,83 b	7190,33 c
Plantas com espiga (%)	77,46 c	81,08 b	83,79 ab	85,07 a
Produção de matéria seca (kg/ha)	5193,73 a	4773,98 b	4469,75 b	4040,06 c
Floração masculina (%)**	56,13 c	58,40 cb	61,86 ab	64,46 a
Floração feminina (%)**	46,67 d	50,95 c	55,02 b	60,19 a
Intervalo entre floração masculina e feminina (dias) ***	7,42 a	6,81 ab	6,08 bc	5,54 c
Altura da planta (cm)	148,74 a	150,27 a	151,93 a	153,36 a
Diâmetro do colmo (cm)	2,00 b	2,05 b	2,10 ab	2,18 a
Plantas acamadas (%)****	7,03 a	5,43 a	4,83 ab	3,21 b
Plantas quebradas (%)****	2,04 a	1,79 a	1,32 a	1,15 a

* Nas linhas, médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

** Dados transformados para arco seno $\sqrt{\%}$

*** Dados transformados para \sqrt{x}

**** Dados transformados para arco seno $\sqrt{\% + 0,5}$

QUADRO 10. Médias das características abaixo relacionadas, obtidas para os espaçamentos estudados em Itumirim, MG., 1979/80*.

Características	Espaçamento (cm)			
	70	80	90	100
Produção de grãos (kg/ha)	3872,48 b	4359,19 a	4375,94 a	4238,21 ab
Peso das espigas (kg/ha)	5956,27 a	6311,69 a	6284,63 a	6172,56 a
Plantas com espiga (%)**	66,41 c	71,24 b	77,30 a	75,72 a
Floração masculina (%)**	45,50 b	51,00 b	52,38 a	54,12 a
Floração feminina (%)**	53,74 c	59,22 b	61,90 ab	65,15 a
Intervalo entre floração masculina e feminina (dias) ***	8,38 a	7,69 ab	7,21 bc	6,60 c
Altura da planta (cm)	117,91 c	121,30 b	125,31 ab	130,96 a
Diâmetro do colmo (cm)	1,81 c	1,94 b	2,00 ab	2,05 a
Plantas acamadas (%)****	3,13 a	2,45 a	2,02 a	1,58 a
Plantas quebradas (%)****	2,08 a	1,68 a	1,36 a	1,18 a

* Nas linhas, médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

** Dados transformados para arco seno $\sqrt{\%}$

*** Dados transformados para \sqrt{x}

**** Dados transformados para arco seno $\sqrt{\% + 0,5}$.

QUADRO 11. Médias das características abaixo relacionadas, obtidas para as densidades estudadas em Lavras, MG., 1979/80*.

Características	Densidade (plantas/m linear)			
	4	5	6	7
Produção de grãos (kg/ha)	5679,23 ab	6226,00 a	6104,06 a	5653,98 b
Peso de espigas (kg/ha)	8094,15 b	8691,94 a	8038,83 b	7190,33 c
Plantas com espiga (%)**	87,85 a	84,54 b	80,43 c	74,58 d
Produção de matéria seca (kg/ha)	4124,77 b	4353,10 b	4959,56 a	5040,08 a
Floração masculina (%)**	66,30 a	62,38 b	59,36 c	49,68 d
Floração feminina (%)**	59,44 a	54,87 b	51,82 c	46,70 d
Intervalo entre floração masculina e feminina (dias) ***	5,83 a	6,33 ab	6,69 bc	7,00 c
Altura da planta (cm)	154,43 a	152,50 ab	150,05 bc	147,32 c
Diâmetro do colmo (cm)	2,22 a	2,12 b	2,03 bc	1,96 c
Plantas acamadas (%)****	2,52 c	4,80 b	6,10 ab	7,07 a
Plantas quebradas (%)****	0,44 c	1,23 b	1,64 b	3,00 a

* Nas linhas, médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

** Dados transformados para arco seno $\sqrt{\%}$

*** Dados transformados para \sqrt{x}

**** Dados transformados para arco seno $\sqrt{\% + 0,5}$

QUADRO 12. Médias das características abaixo relacionadas, obtidas para as densidades estudadas em Itumirim, MG., 1979/80*.

Características	Densidades (plantas/m linear)			
	4	5	6	7
Produção de grãos (kg/ha)	4287,56 a	4429,92 a	4250,60 a	3877,73 b
Peso de espiga (kg/ha)	6576,69 a	6257,06 ab	6074,50 b	5816,90 b
Plantas com espiga (%)**	78,26 a	75,56 a	70,94 b	65,90 c
Floração masculina (%)**	55,26 a	52,92 a	48,99 b	44,94 c
Floração feminina (%)**	69,37 a	62,89 b	56,60 c	50,89 d
Intervalo entre floração masculina e feminina (dias) ***	6,27 b	7,71 a	7,88 a	8,02 a
Altura da planta (cm)	128,18 a	125,23 ab	122,33 b	119,73 c
Diâmetro do colmo (cm)	2,17 a	2,00 b	1,87 c	1,77 d
Plantas acamadas (%)****	0,96 c	2,15 b	2,40 b	3,69 a
Plantas quebradas (%)****	0,78 c	1,10 cb	1,72 b	2,70 a

* Nas linhas, médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

** Dados transformados para arco seno $\sqrt{\%}$

*** Dados transformados para \sqrt{x}

**** Dados transformados para arco seno $\sqrt{\% + 0,5}$.

Lavras $\triangle \longrightarrow \hat{Y} = - 9977,81 + 399,59 x - 2,46 x^2 \quad R^2 = 0,9818$

Itumirim $\circ \longrightarrow \hat{Y} = - 7819,20 + 276,53 x - 1,56 x^2 \quad R^2 = 0,9818$

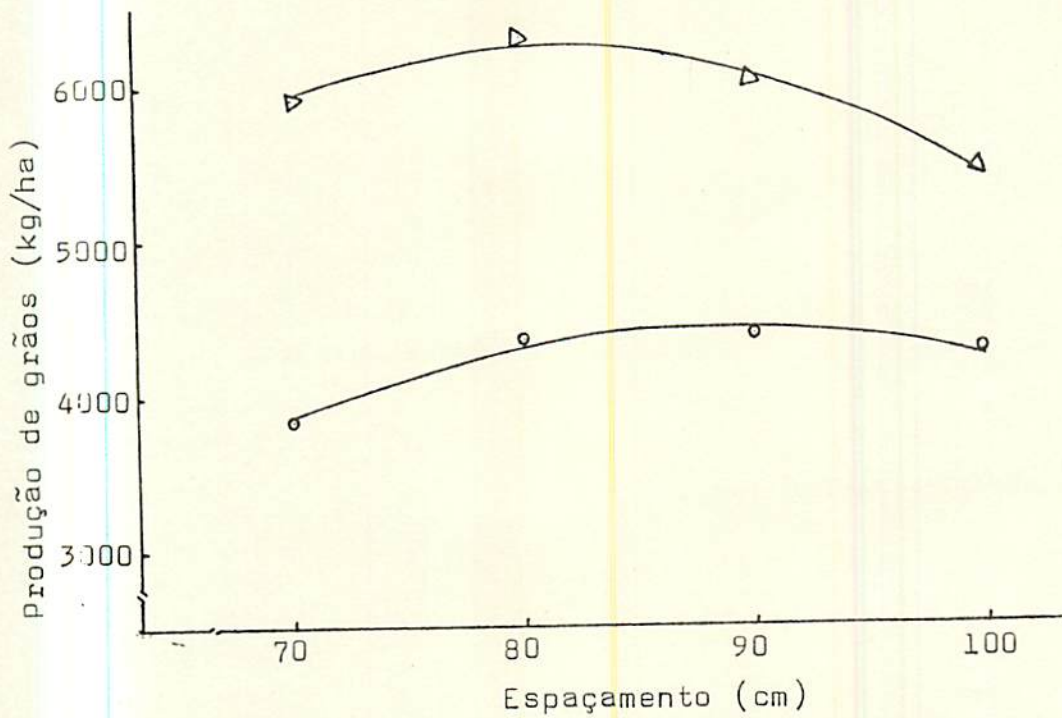


FIGURA 9. Efeito dos espaçamentos sobre a produção de grãos, em Lavras e Itumirim, MG.

Lavras $\triangleright \hat{Y}_i = 1202,66 + 2721,60 x - 249,21 x^2 \quad R^2 = 0,9774$

Itumirim $\circ \hat{Y}_i = 1250,89 + 1276,00 x - 128,81 x^2 \quad R^2 = 0,9774$

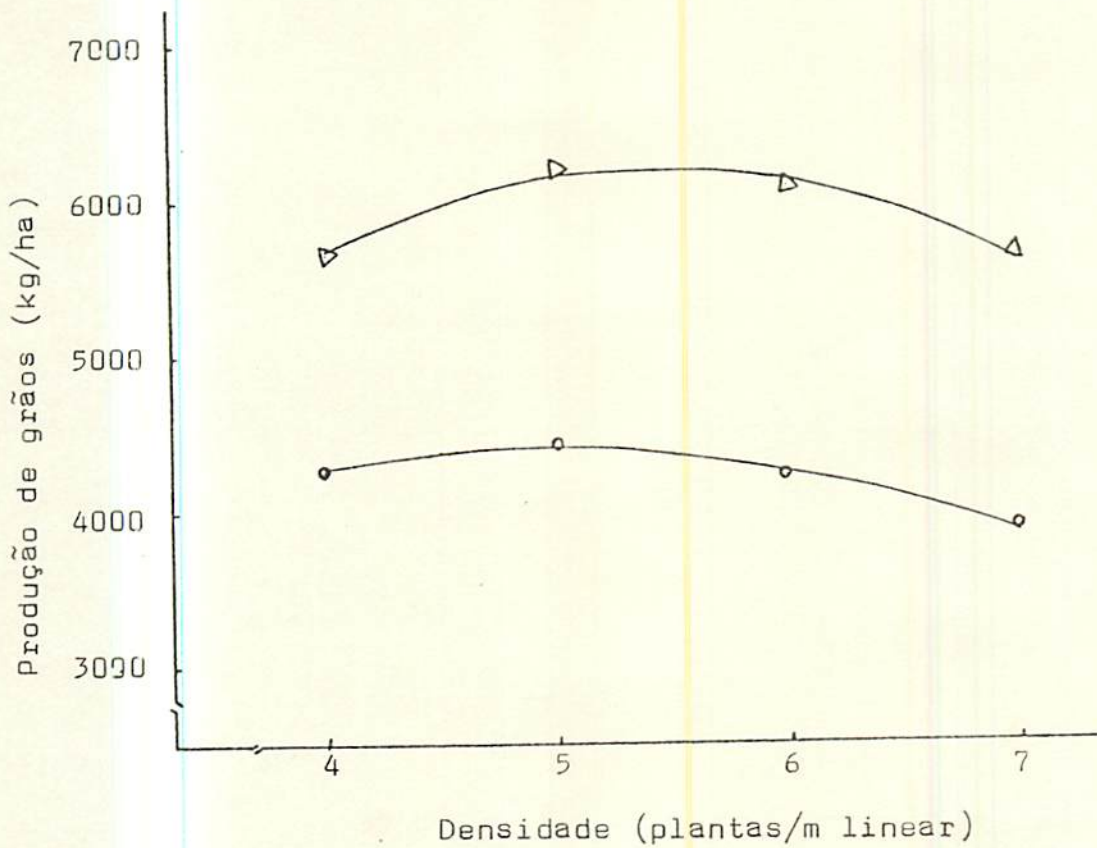


FIGURA 10. Efeito das densidades sobre a produção de grãos, em Lavras e Itumirim, MG.

trado que, de maneira geral, os maiores rendimentos foram obtidos com as populações de 50 a 60 mil plantas/ha (10, 29, 35, 70, 79, 81, 95). Portanto, a cultivar 'Piranão' não demonstrou grande eficiência produtiva nos plantios mais densos, o que pode ser atribuído ao fato de que esta cultivar apresenta folhas mais largas e maior ângulo de inserção das mesmas no colmo, provocando maior sombreamento entre plantas, o que dificulta a realização dos processos fotossintéticos nas folhas médias e inferiores, contribuindo para a redução na quantidade de fotossimilados que seriam produzidos e destinados aos grãos.

4.2.2. Efeito de espaçamento e densidade sobre o peso das espigas.

O efeito dos espaçamentos sobre o peso das espigas foi significativo apenas em Lavras, com resposta quadrática, sendo que o maior peso foi obtido no espaçamento de 80 cm (Figura 11). Resultados semelhantes foram encontrados por BROKE et alii (9) que, apesar de verificarem redução no peso das espigas por planta e peso médio das espigas, obtiveram maior peso de espigas/ha nos espaçamentos menores.

Em Itumirim, o aumento do número de plantas na linha provocou uma redução linear no peso das espigas, enquanto em Lavras a resposta foi quadrática, com o ponto de máximo situado na densidade de 6 plantas/m linear (Figura 12). Resultados semelhantes foram encontrados por BIANCHINI (7) e SILVA & MUNDSTOCK (76). O fato da redução provocada no peso das espigas pelo aumento do núme-

Lavras $\rightarrow \hat{Y} = -14808,00 + 581,03 x - 3,62 x^2 \quad R^2 = 0,9513$

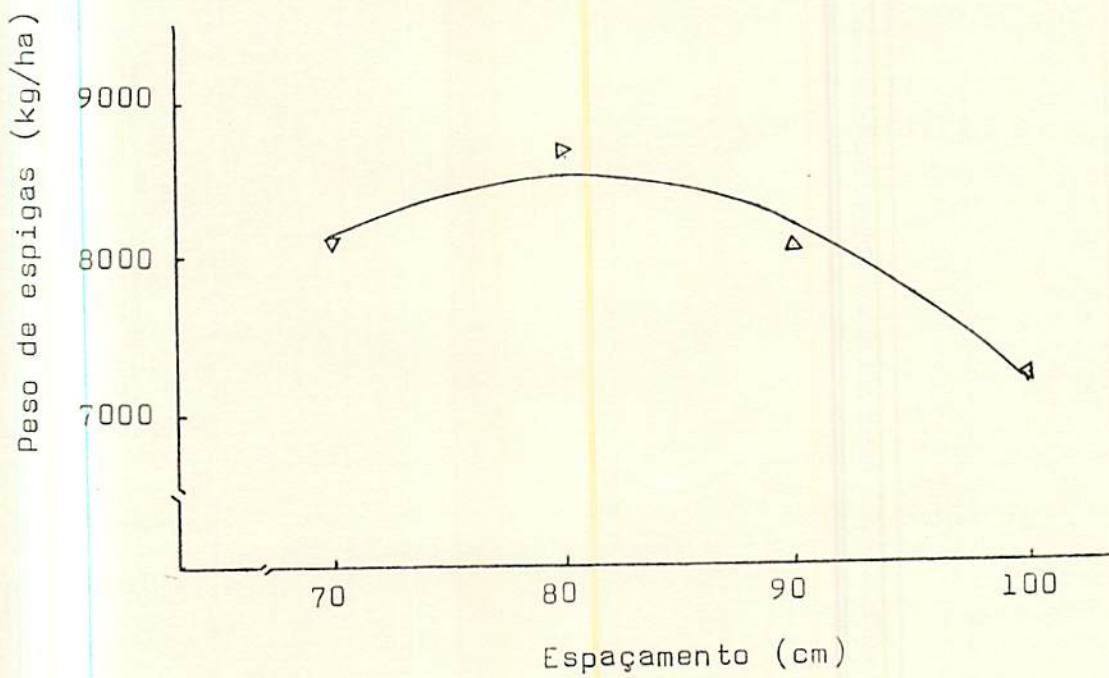


FIGURA 11. Efeito dos espaçamentos sobre o peso das espigas, em Lavras, MG.

Lavras $\triangleright \hat{Y}_i = -145,92 + 2956,06 x - 257,42 x^2$ $R^2 = 0,9120$
 Itumirim $\circ \hat{Y} = 7535,35 - 246,19 x$ $R^2 = 0,9895$

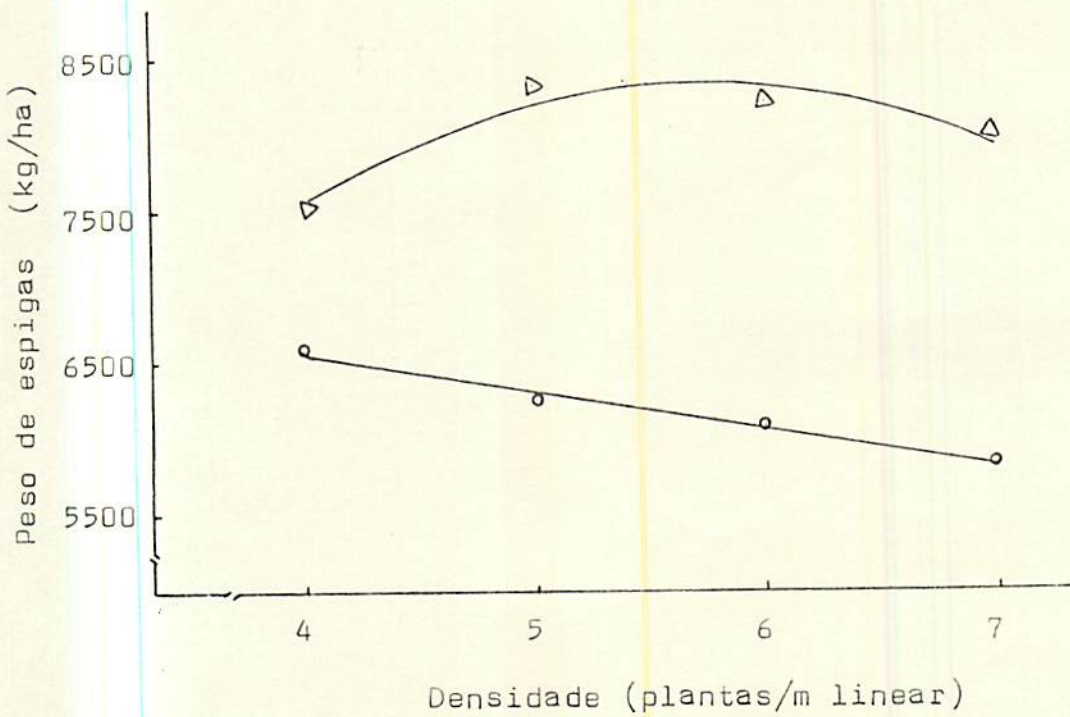


FIGURA 12. Efeito das densidades sobre o peso das espigas, em Lavras e Itumirim, MG.

ro de plantas na linha, se deve, de acordo com STINSON & MOSS (81), à redução na atividade fotossintética em decorrência da maior competição estabelecida por nutrientes, água, luz, gás carbônico, etc.

4.2.3. Efeito de espaçamento e densidade sobre a percentagem de plantas com espiga.

Em Itumirim, o efeito dos espaçamentos sobre a percentagem de plantas com espiga foi quadrático, com o ponto de máximo situado em 99 cm. Enquanto em Lavras a percentagem de plantas com espiga diminuiu linearmente com a redução dos espaçamentos (Figura 13). Em ambos os locais o aumento da densidade causou redução linear na percentagem de plantas com espiga (Figura 14). Esta maior esterilidade de plantas em função do aumento da população, também foi encontrada em diversos trabalhos de pesquisa (14, 19, 37, 44, 48, 68, 71, 76, 78, 82, 84, 93). A maior esterilidade de plantas causada pelo aumento da população foi atribuída por PRINE & SCRODER (61) à pouca penetração de luz nas camadas inferiores, resultante de um maior sombreamento. STINSON & MOSS (81), em condições de baixa luminosidade, também verificaram aumento do número de plantas estéreis. Já WOOLEY et alii (93) associaram a maior esterilidade ao aumento do intervalo de tempo observado entre a liberação do pólen e a emissão dos estigmas.

Lavras $\blacktriangleright \longrightarrow \blacktriangleleft$ $\hat{Y} = 47,63 + 0,2168 x$ $R^2 = 0,9668$

Itumirim $\circ \text{---} \circ$ $\hat{Y} = -24,56 + 1,75 x - 0,0088 x^2$ $R^2 = 0,9681$

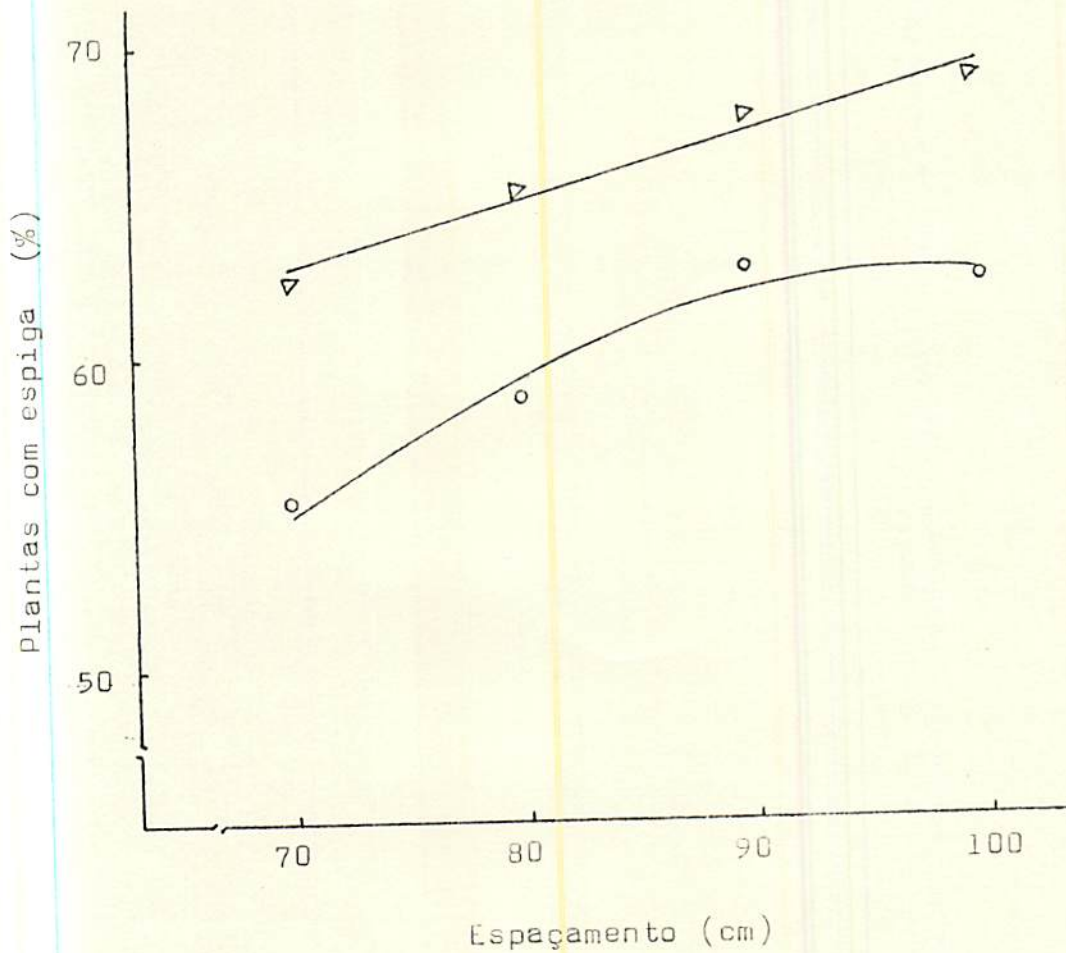


FIGURA 13. Efeito do espaçamento sobre a porcentagem de plantas com espiga, em Lavras e Itumirim, MG.

Lavras $\triangle \longrightarrow \hat{Y} = 86,278 - 3,676 x \quad R^2 = 0,9970$

Itumirim $\circ \longrightarrow \hat{Y} = 76,299 - 3,008 x \quad R^2 = 0,9861$

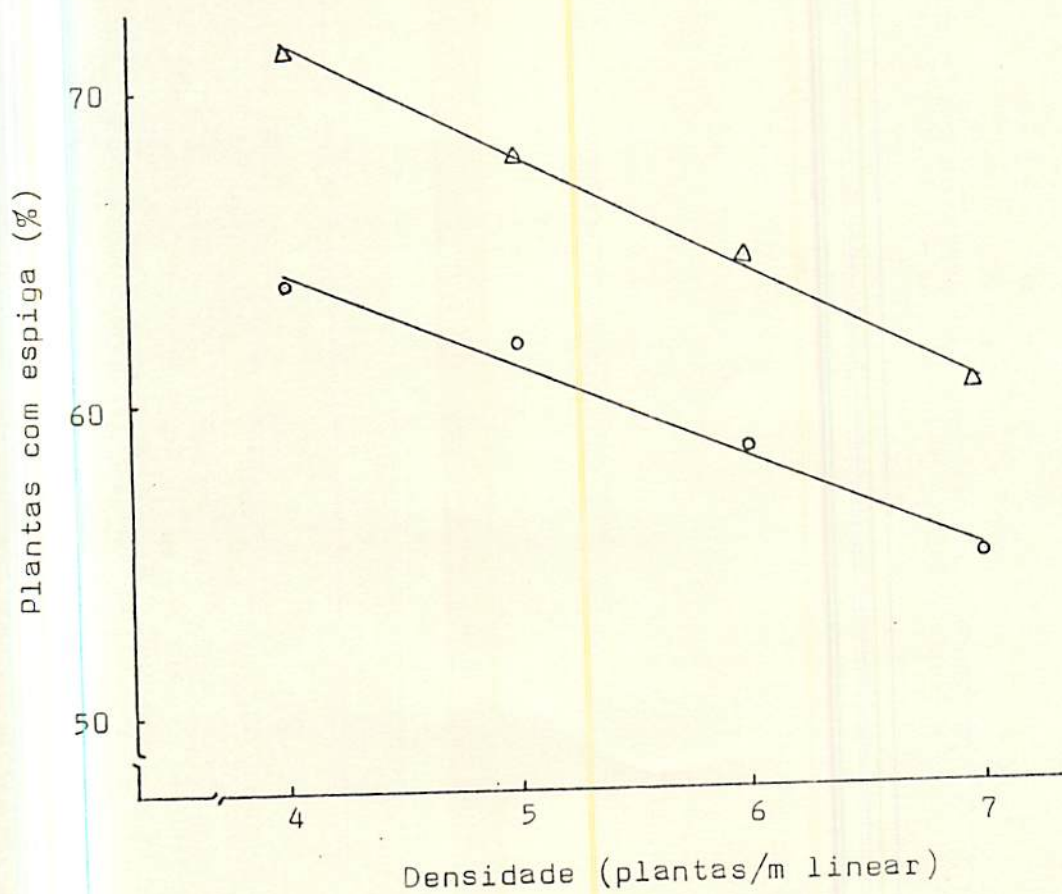


FIGURA 14. Efeito da densidade sobre a percentagem de plantas com espiga, em Lavras e Itumirim, MG.

4.2.4. Efeito de espaçamento e densidade sobre a produção de matéria seca.

A redução dos espaçamentos aumentou linearmente a produção de matéria seca (Figura 15), o mesmo ocorrendo quando se aumentou o número de plantas na linha (Figura 16). Estes resultados assemelham-se aos citados por KEMPER & SORENSEN (36), que obtiveram aumento na produção de matéria seca com os acréscimos na população, porém diferem dos resultados de EARLEY et alii (20) e ROBERTSON, TOMPSON & HAMOND (67), que verificaram menores produções de matéria seca nas populações mais elevadas. O fato do aumento na população causar acréscimo na produção de matéria seca, se deve, de acordo com MUNDSTOCK (47), a uma compensação dos efeitos negativos do maior número de plantas sobre os caracteres individuais das mesmas, através do aumento do número de plantas, acréscimos nas doses de nitrogênio e à ocorrência de plantas estéreis. Neste último caso, com a falta da espiga ou a produção de grãos menores e em número reduzido, torna-se pequena ou nula a concorrência da espiga por foto-assimilados, deixando que o acúmulo de matéria seca se dê em outras partes da planta.

4.2.5. Efeito de espaçamento e densidade sobre a percentagem de plantas com floração masculina e feminina.

O uso de fileiras mais estreitas causou redução na percentagem de plantas com flores masculinas e femininas, com resposta linear nos dois locais (Figura 17). Também o aumento do número de plantas na linha reduziu linearmente a percentagem de plantas com

Lavras $\triangle \longrightarrow \hat{Y} = 7819,83 - 37,65 x \quad R^2 = 0,9959$

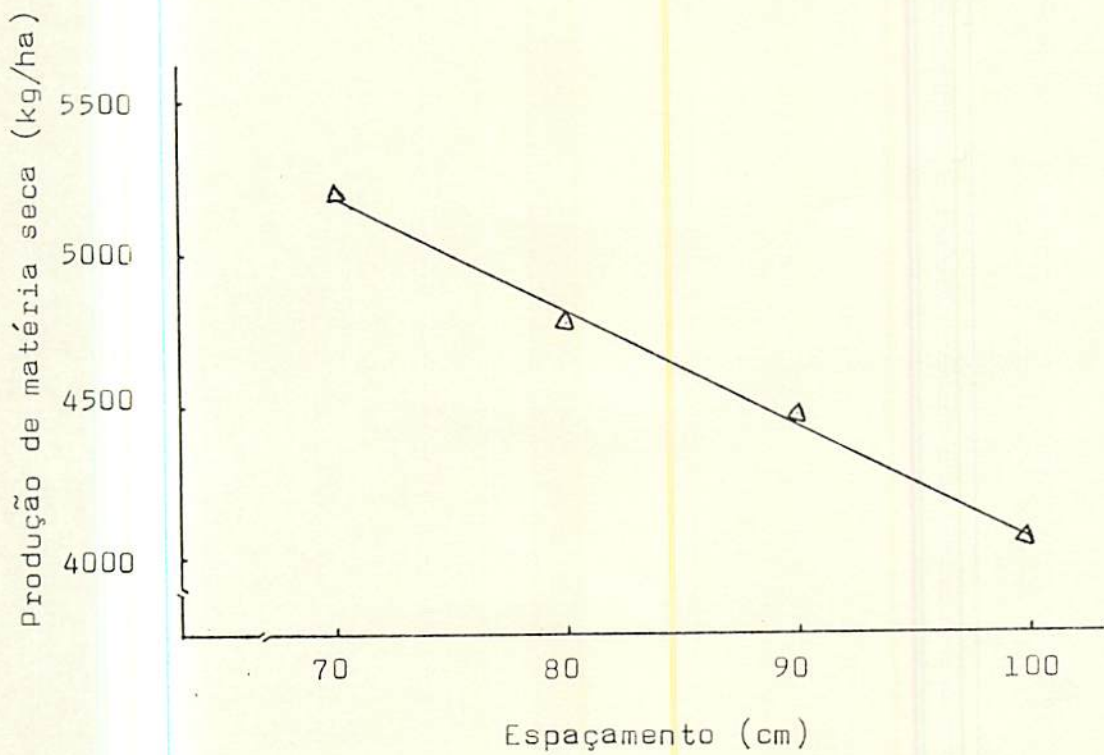


FIGURA 15. Efeito dos espaçamentos sobre a produção de matéria seca, Lavras, MG. 1979/80.

Lavras $\hat{Y} = 2775,56 + 335,23 x \quad R^2 = 0,9238$

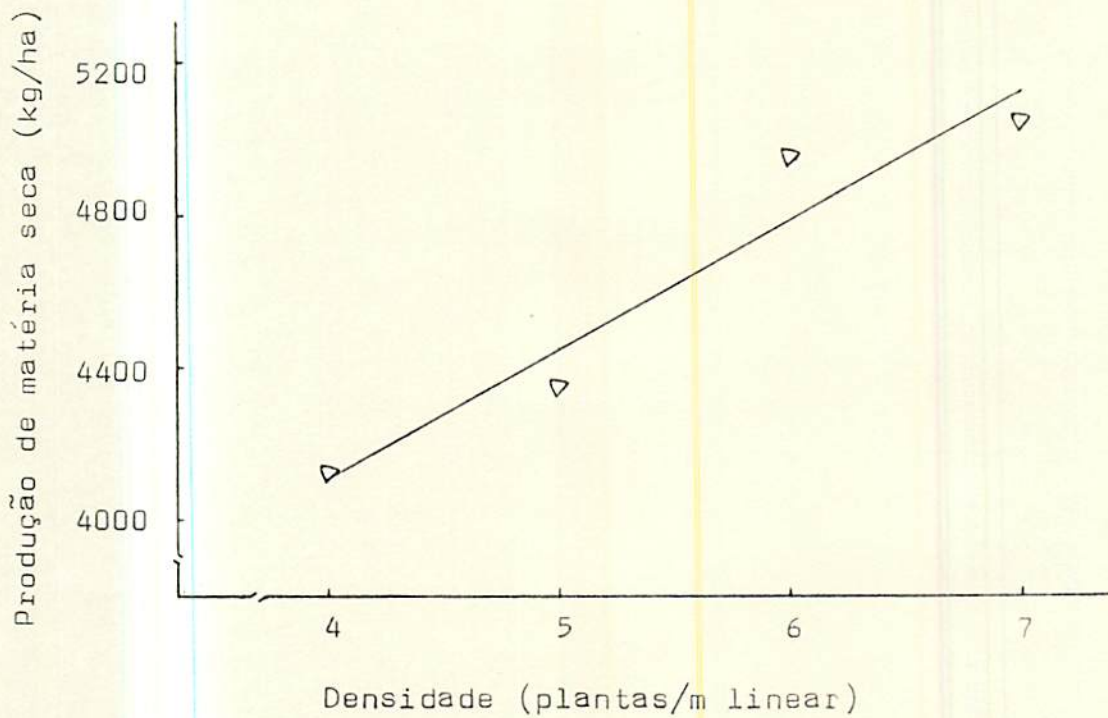


FIGURA 16. Efeito da densidade sobre a produção de matéria seca, em Lavras, MG. 1979/80.

Lavras $\triangleright \hat{Y} = 31,90 + 0,2185 x \quad R^2 = 0,9761$

Itumirim $\circ \hat{Y} = 31,56 + 0,1617 x \quad R^2 = 0,9468$

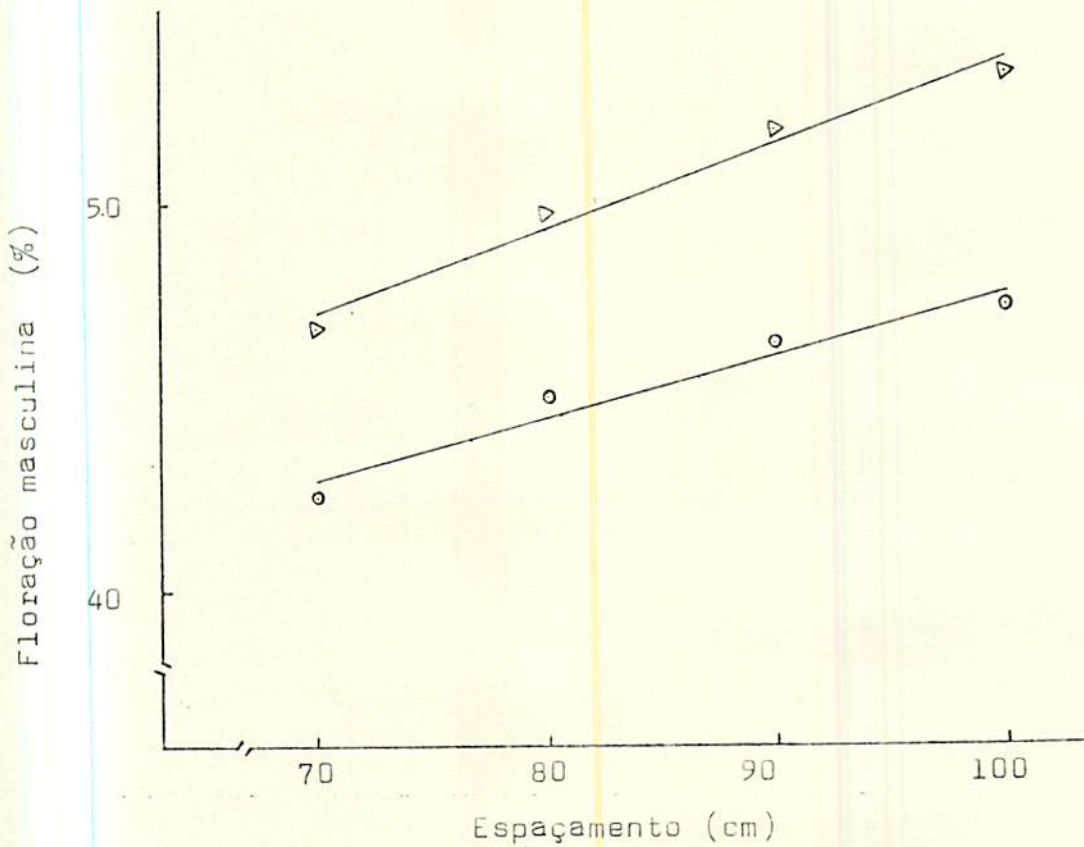


FIGURA 17. Efeito do espaçamento sobre a porcentagem de plantas com floração masculina, em Lavras e Itumirim, MG.

floração masculina e feminina (Figuras 18 e 19), tanto em Lavras quanto em Itumirim. Estes resultados indicam que, o aumento da população afeta o florescimento do milho, provocando um atraso na emissão da inflorescência, conforme o relatado por EL-LAKANY & RUSSEL (21) e SINGH & SINGH (78).

4.2.6. Efeito de espaçamento e densidade sobre o intervalo de tempo entre floração masculina e feminina.

O intervalo de tempo entre o pendoamento e o embonecamento aumentou linearmente com a redução nos espaçamentos, em ambos os locais (Figura 20). Também o aumento da densidade provocou uma ampliação deste intervalo, com resposta linear em Lavras e quadrática em Itumirim (Figura 21), sendo que o ponto de maior amplitude do intervalo se deu com 6 plantas/m linear. Os resultados mostram que o aumento da densidade populacional, tanto pelo uso de menores espaçamentos quanto pelo maior número de plantas na linha, atrasa a emissão dos estigmas em relação a liberação do pólen, dificultando a polinização, o que acarretará uma reduzida produção de grãos por espiga, e até mesmo maior incidência de plantas estéreis (Figuras 14 e 22). Resultados semelhantes foram encontrados por vários pesquisadores (19, 37, 40, 44, 76, 78, 93), que verificaram ampliação no intervalo entre a liberação do pólen e a emissão dos estigmas com os acréscimos do número de plantas por área.

Lavras $\triangle \longrightarrow \triangle$ $\hat{Y} = 67,44 - 3,085 x$ $R^2 = 0,9307$

Itumirim $\circ \longrightarrow \circ$ $\hat{Y} = 56,32 - 2,003 x$ $R^2 = 0,9868$

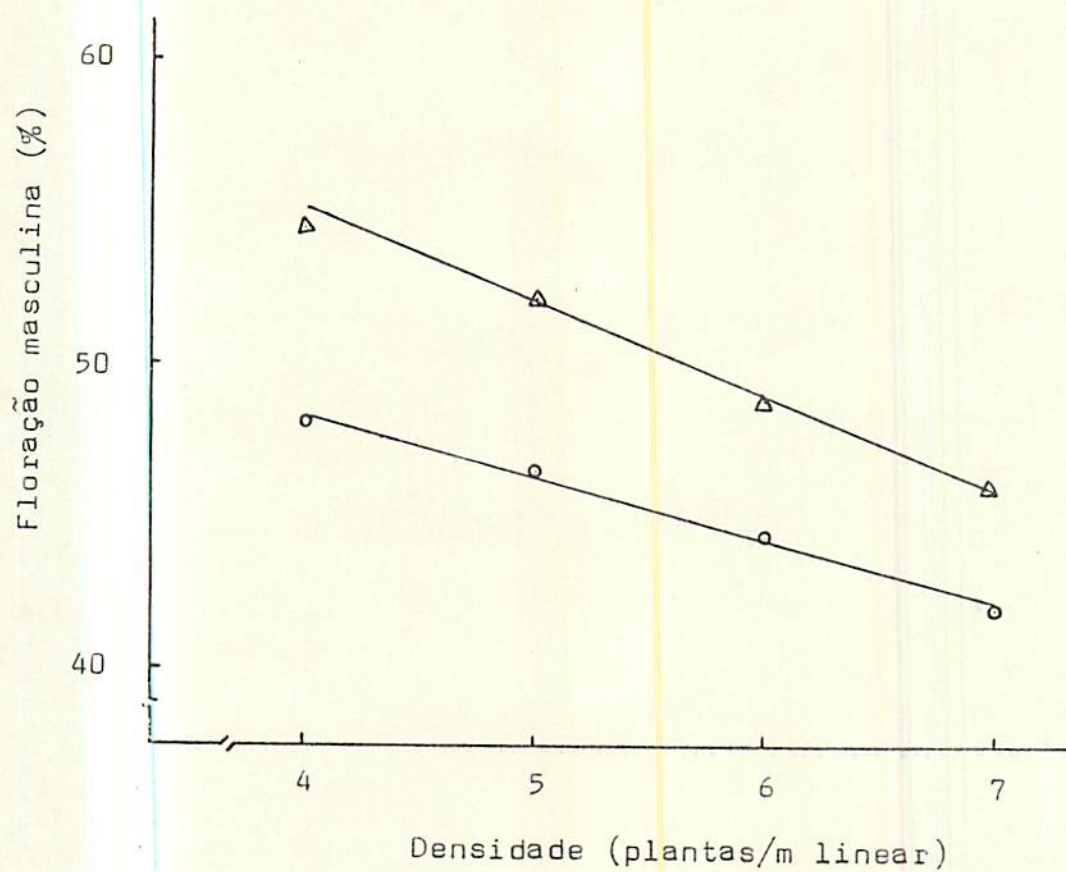


FIGURA 18. Efeito da densidade sobre a percentagem de plantas com floração masculina, em Lavras e Itumirim, MG.

Lavras $\blacktriangleright \hat{Y} = 59,91 - 2,375 x \quad R^2 = 0,9919$

Itumirim $\circ \hat{Y} = 70,77 - 3,632 x \quad R^2 = 0,9984$

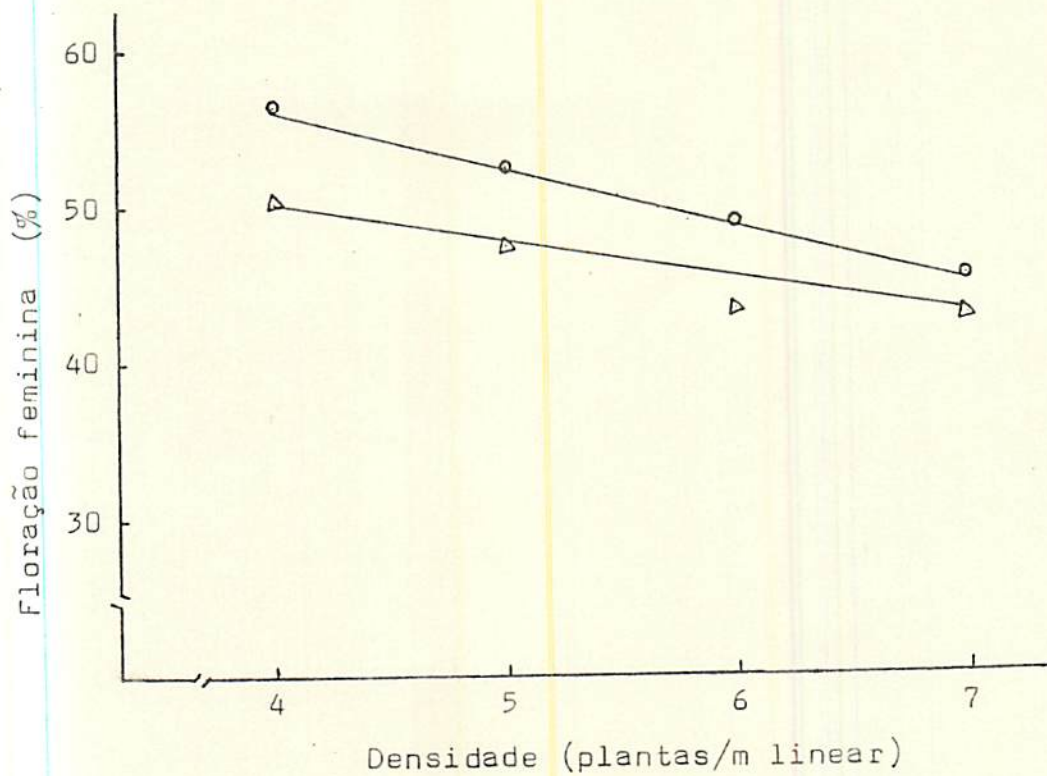


FIGURA 19. Efeito da densidade sobre a percentagem de plantas com flores femininas, em Lavras e Itumirim, MG.

Lavras $\triangle \longrightarrow \hat{Y} = 3,5946 - 0,0127 x \quad R^2 = 0,9983$
 Itumirim $\circ \text{---} \circ \hat{Y} = 3,5582 - 0,0103 x \quad R^2 = 0,9935$

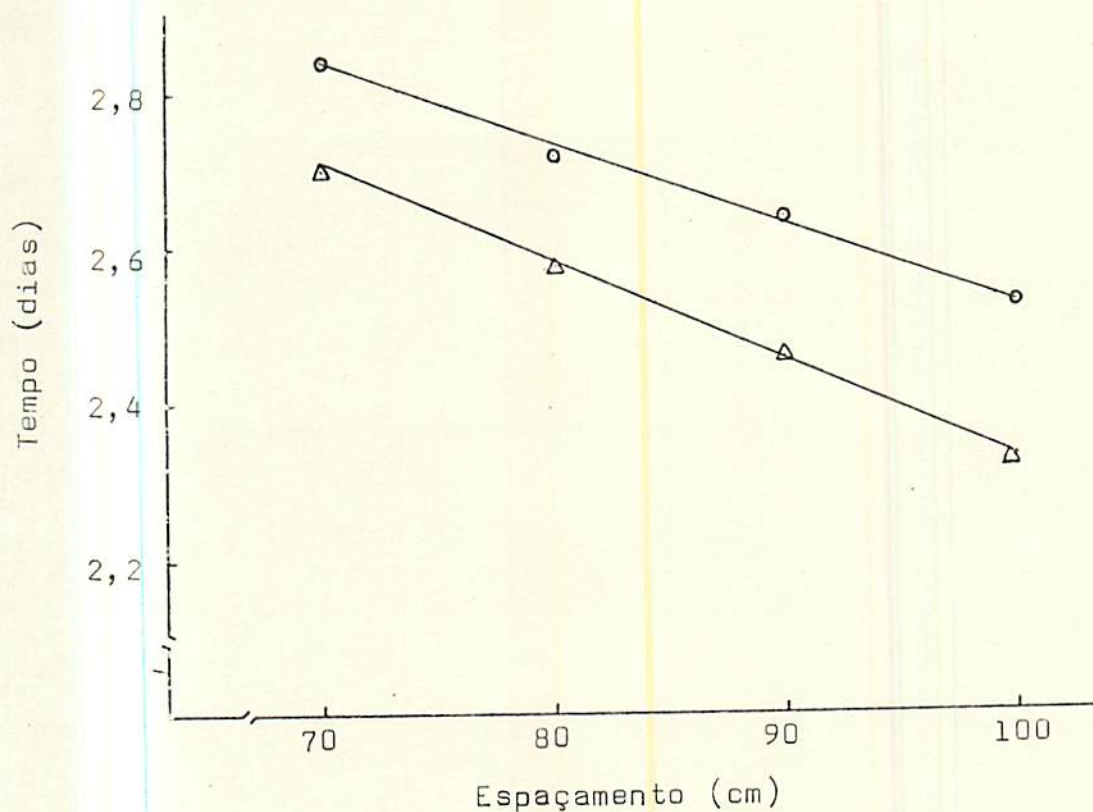


FIGURA 20. Efeito do espaçamento sobre o intervalo entre floração masculina e feminina, em Lavras e Itumirim, MG.

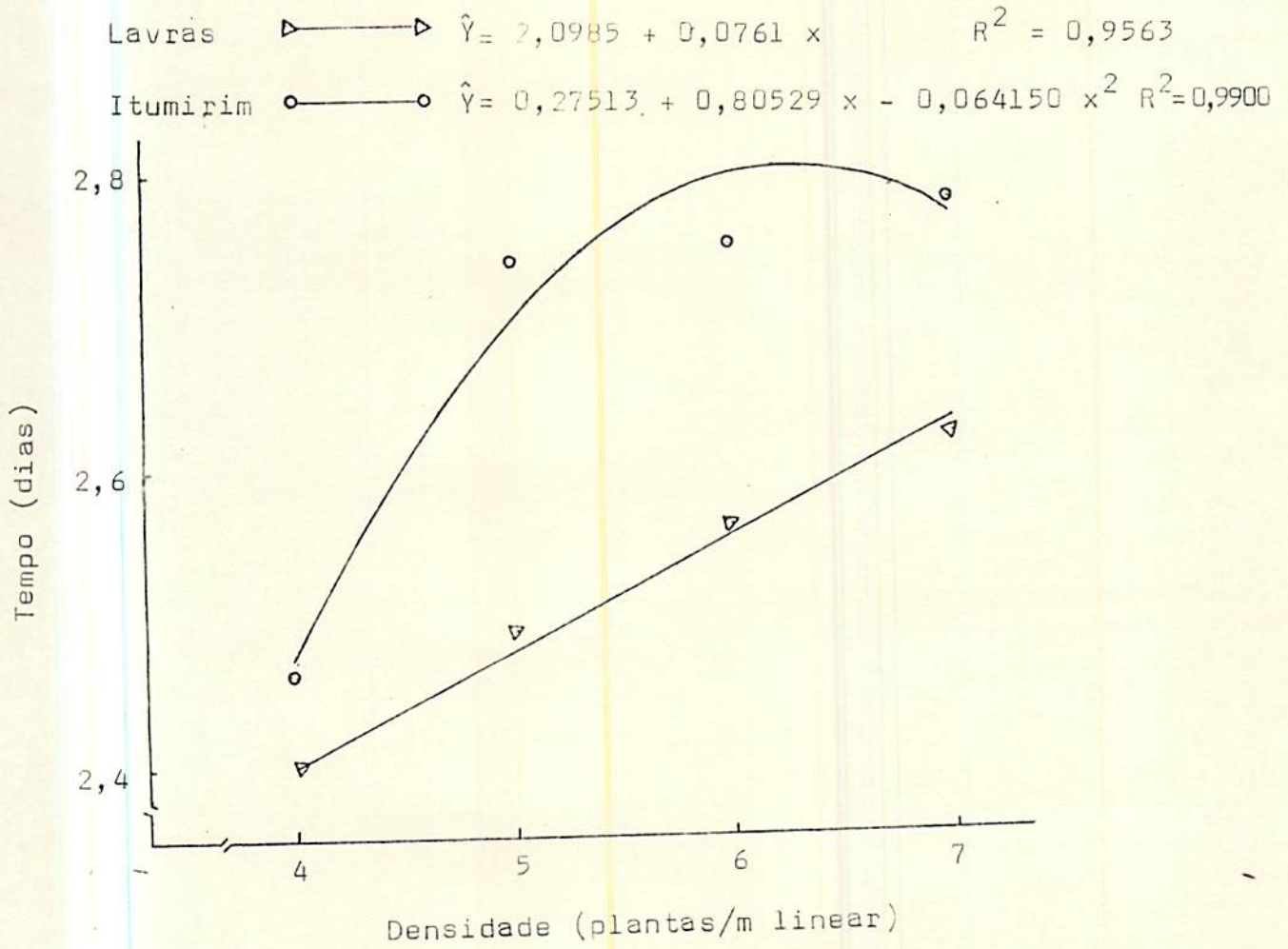


FIGURA 21. Efeito da densidade sobre o intervalo entre floração masculina e feminina, em Lavras e Itumirim, MG.

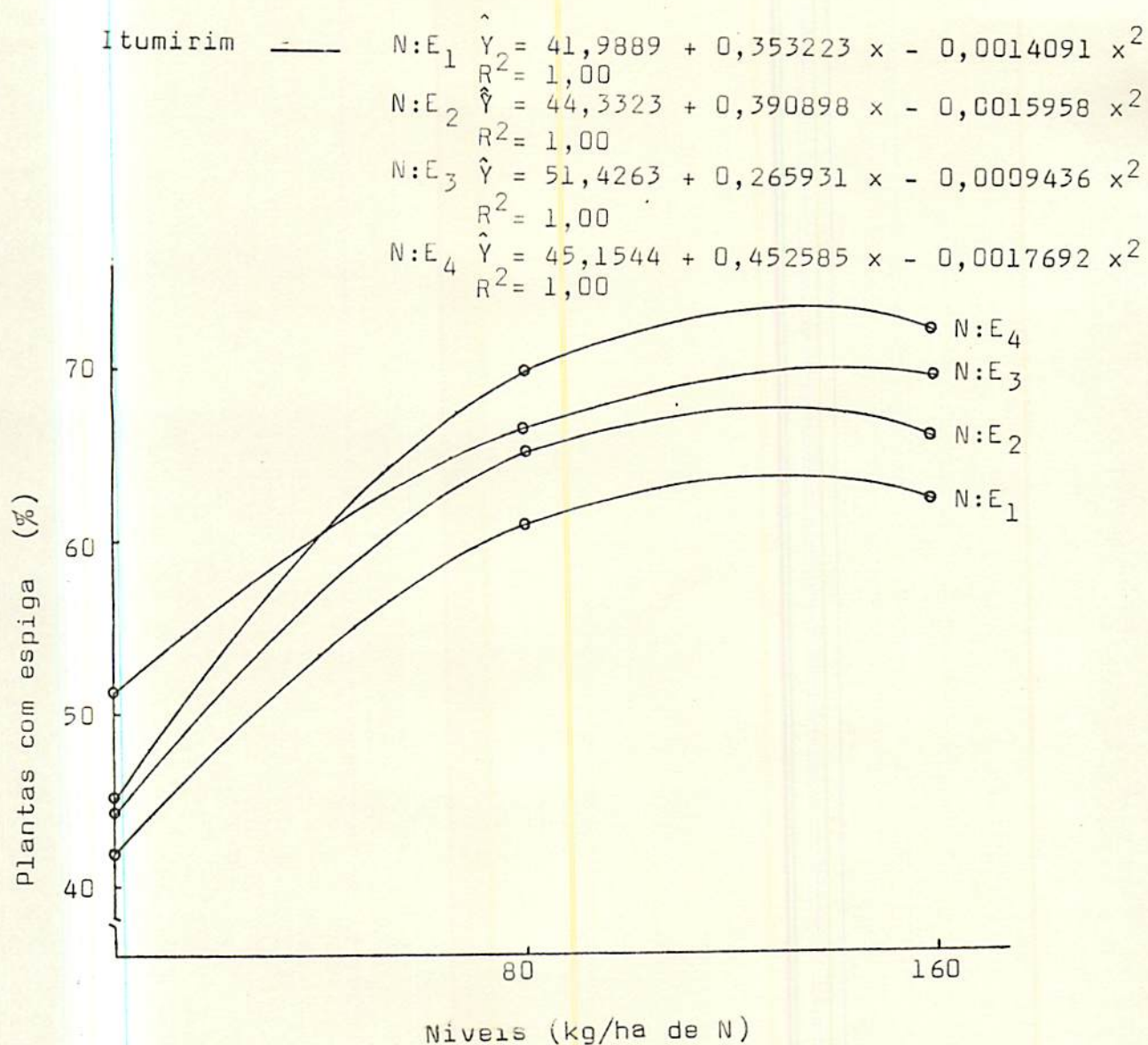


FIGURA 22. Efeito de níveis de nitrogênio sobre a porcentagem de plantas com espiga em quatro diferentes espaçamentos, em Itumirim, MG.

4.2.7. Efeito de espaçamento e densidade sobre a altura da planta.

Em Itumirim, a diminuição dos espaçamentos ocasionou uma proporcional redução na altura das plantas (Figura 23), enquanto que em Lavras a altura da planta não foi influenciada pelos espaçamentos. DUNGAN (18), DUNGAN et alii (19), RUTGER & GROWDER (71), também não detectaram efeito do número de plantas sobre a altura da planta, mas mostraram que, sob condições de baixa fertilidade natural do solo, uma pequena redução do espaçamento provoca menor desenvolvimento individual da planta. Já as densidades exerceram efeito linear sobre a altura da planta, tanto em Lavras como em Itumirim (Figura 24), reduzindo a altura das plantas à medida que eram aumentadas.

A redução na altura das plantas, em função do aumento do número de plantas por área, também foi verificada por BIANCHINI (7), GALVÃO & PATERNIANI (29) e RISSI et alii (66), o que pode ser explicado pela maior competição por nutrientes, água e outros fatores do crescimento, com menor desenvolvimento vegetativo. Porém, existem divergências quando comparados com os resultados de EL-LAKANY & RUSSEL (21), GIESBRECHT (31), STINSON & MOSS (81), que obtiveram maior altura das plantas quando utilizaram maior número de plantas por área.

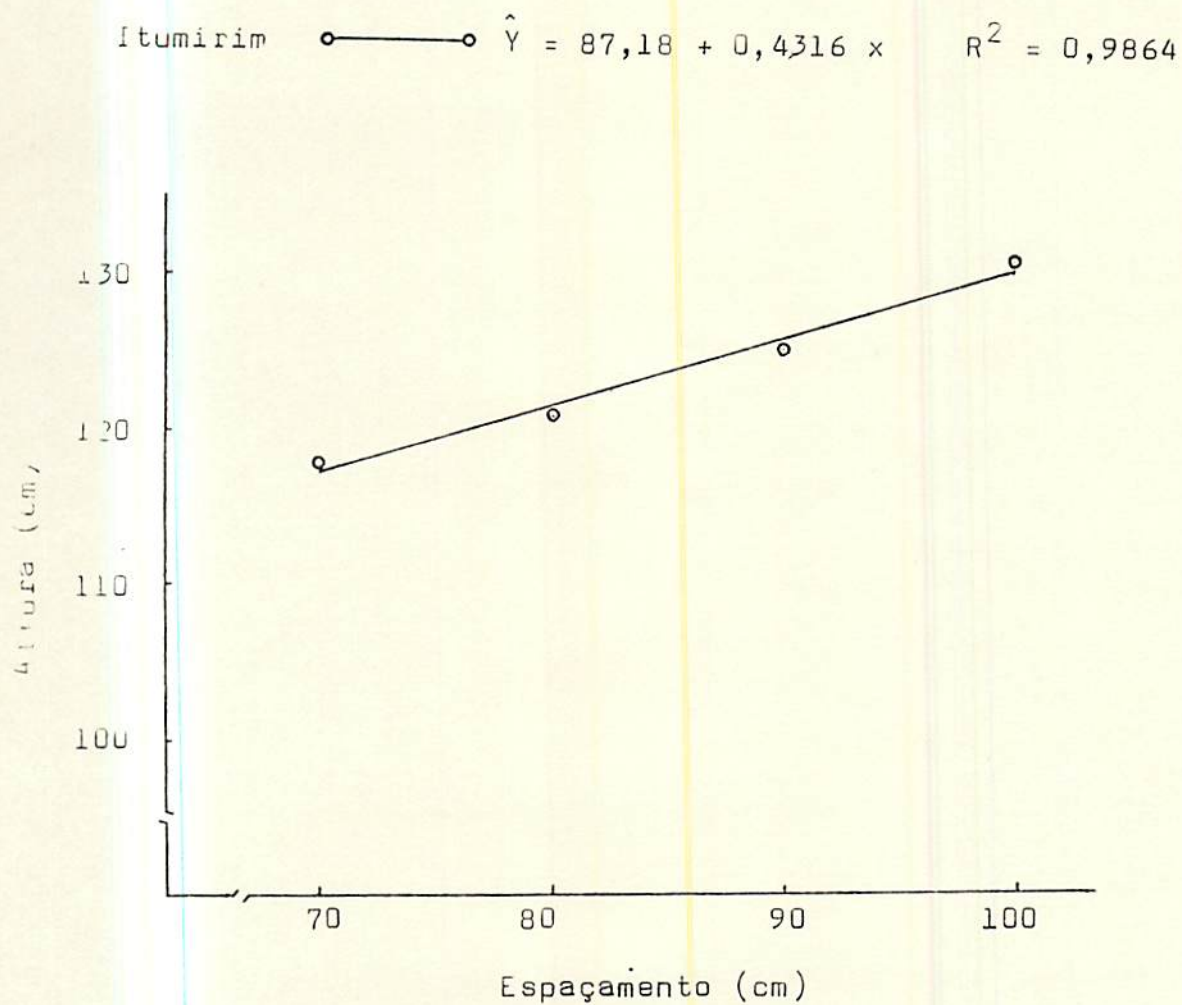


FIGURA 23. Efeito do espaçamento sobre a altura da planta, em Itumirim, MG.

Lavras $\triangle \longrightarrow \triangle \hat{Y} = 164,15 - 2,3780 x R^2 = 0,9990$

Itumirim $\circ \text{---} \circ \hat{Y} = 139,42 - 2,8273 x R^2 = 1,00$

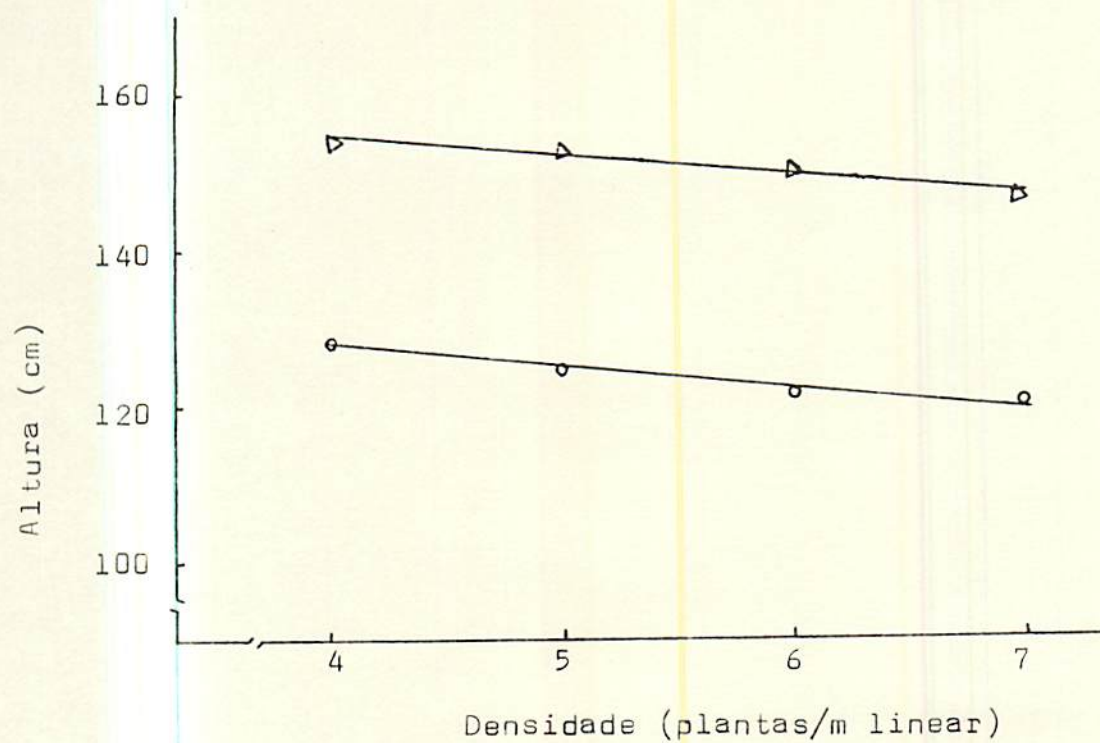


FIGURA 24. Efeito da densidade sobre a altura da planta, em Lavras e Itumirim, MG.

4.2.8. Efeito de espaçamento e densidade sobre o diâmetro do colmo.

O diâmetro do colmo respondeu linearmente à variação nos espaçamentos, em ambos os locais (Figura 25), com as plantas mostrando menor diâmetro à medida que se diminuía o espaçamento. O aumento do número de plantas na linha também exerceu influência negativa sobre o diâmetro do colmo, observando-se redução linear no diâmetro com o aumento da densidade, tanto em Lavras quanto em Itumirim (Figura 26). Estes resultados são semelhantes aos obtidos por diversos pesquisadores (7, 9, 30, 38, 57, 71), que encontraram redução no diâmetro do colmo com o aumento da população de plantas. Este comportamento se deve à distribuição do adubo entre um maior número de plantas, ocasionando menor desenvolvimento dos caracteres individuais das mesmas, o que se comprova pela redução observada na altura da planta com o aumento do número de plantas por área (Figuras 23 e 24).

4.2.9. Efeito do espaçamento e densidade sobre a percentagem de plantas acamadas e quebradas.

A análise de variância revelou efeito significativo do espaçamento apenas sobre a percentagem de plantas acamadas, em Lavras (Quadro 9), onde os menores espaçamentos foram mais desfavoráveis ao acamamento, sendo que em Itumirim (Quadro 10), as médias não diferiram estatisticamente com a variação nos espaçamentos. A maior altura alcançada pelas plantas em Lavras, possivelmente, favoreceu a ocorrência de um maior acamamento.

Lavras $\triangle \longrightarrow \triangle$ $\hat{Y} = 1,5978 + 0,00570 x$ $R^2 = 0,9852$

Itumirim $\circ \longrightarrow \circ$ $\hat{Y} = 1,2870 + 0,00780 x$ $R^2 = 0,9447$

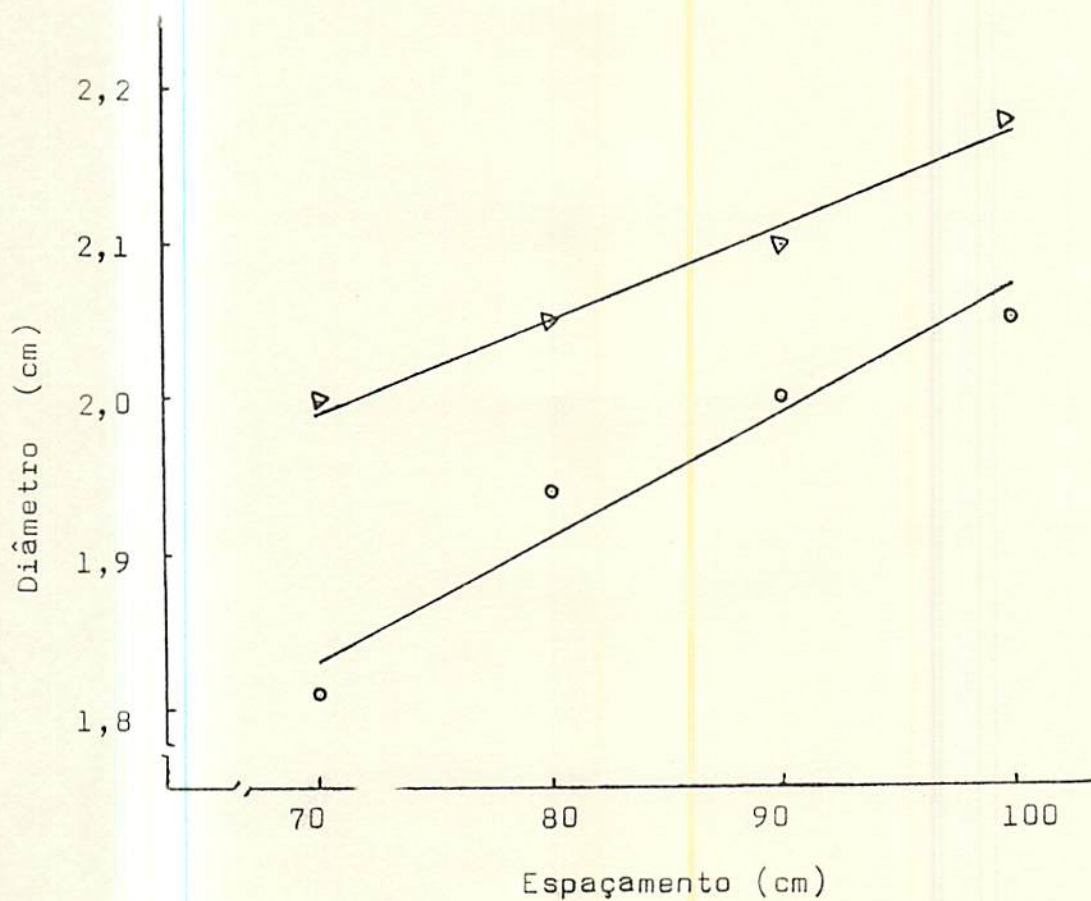


FIGURA 25. Efeito do espaçamento sobre o diâmetro do colmo, em Lavras e Itumirim, MG.

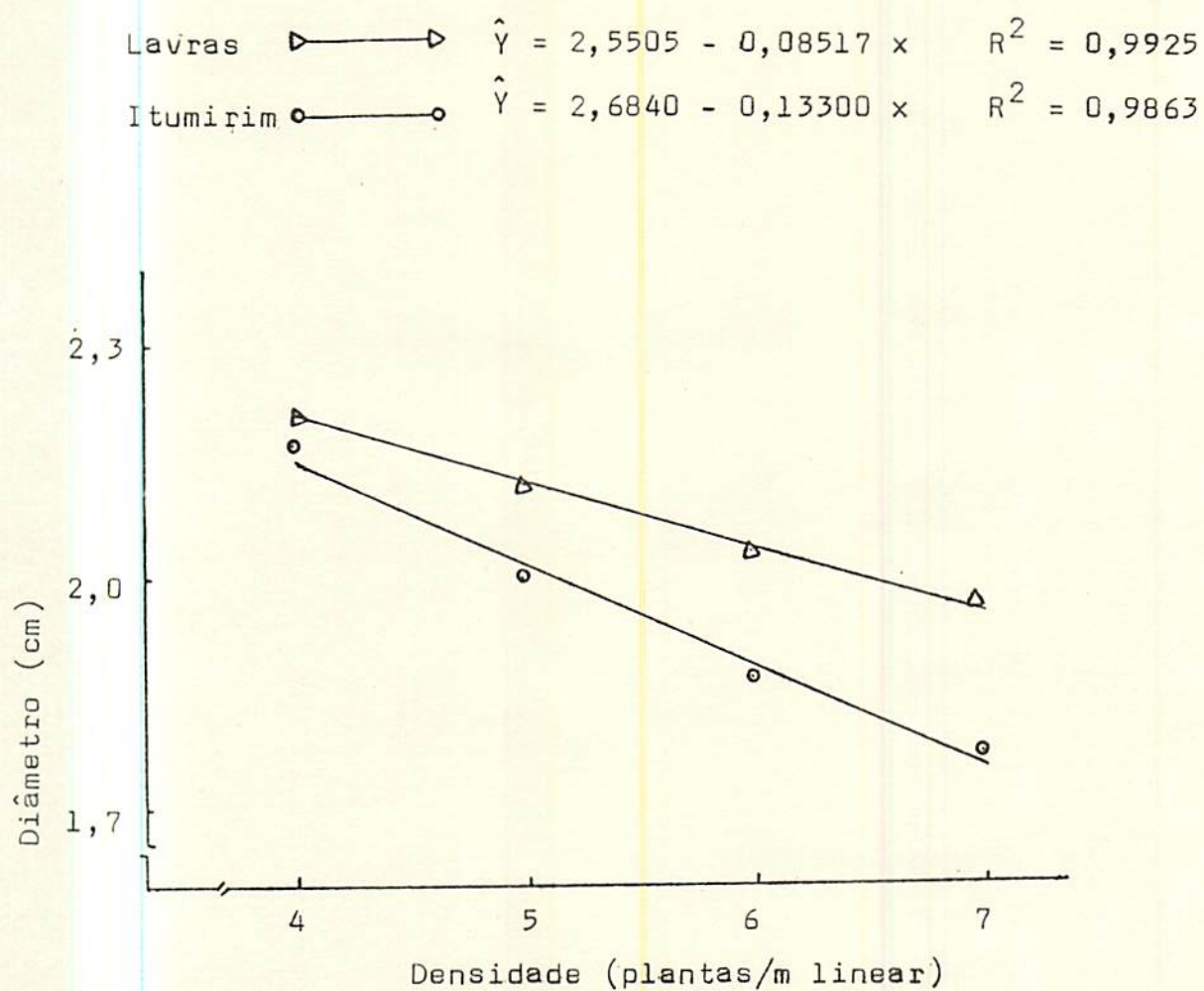


FIGURA 26. Efeito da densidade sobre o diâmetro do colmo, em Lavras e Itumirim, MG.

A percentagem de plantas quebradas não diferiu estatisticamente pela variação nos espaçamentos, nas duas localidades (Quadros 9 e 10). Estes resultados estão de acordo com os obtidos por PEREIRA FILHO (57), RUTGER & CROWDER (71), que não verificaram influência da população sobre o número de plantas acamadas e quebradas.

O efeito das densidades foi significativo para as duas características, em ambos os locais, observando-se aumento nas percentagens de plantas acamadas e quebradas com as maiores densidades (Quadros 11 e 12), o que pode ser atribuído à redução no diâmetro do colmo verificada com o aumento da população (Figuras 19 e 20), tornando-os menos resistentes à ação dos ventos e, portanto, mais quebradiços. Estes resultados concordam com os obtidos por outros autores (2, 5, 7, 15), que encontraram maior resistência das plantas ao tombamento e quebra, nos plantios menos densos, sendo que NORDEN (50) relata que o aumento do número de plantas por área, torna as mesmas mais sujeitas ao acamamento e quebra devido a redução na densidade de raízes.

4.3. Interação

4.3.1. Interação níveis de nitrogênio x espaçamento

A análise de regressão da interação N x E se encontra no quadro 13, e as médias no quadro 14. Observa-se que esta interação foi significativa para produção de grãos, peso de espigas, plantas com espiga e diâmetro do colmo em Itumirim, não se obser-

QUADRO 13. Análise de regressão (quadrados médios) da interação níveis x espaçamento para produção de grãos, peso de espigas, plantas com espiga e diâmetro do colmo, obtida em Itumbiara, MG., 1979/80.

Causas de variação		G.L.	Produção de grãos	Peso de espigas	Plantas com espiga	Diâmetro do colmo
Níveis + Níveis x espaçamento		8	98807152,5**	204815551,2**	2429,50**	0,69835**
Níveis: 70 cm		2	94493250,0**	221045205,0**	2105,38**	0,56150**
R L		1	182805750,0**	427445205,0**	3343,16**	1,10825**
R Q		1	6180750,0**	14645205,0**	867,60**	0,01482**
Níveis: 80 cm		2	120609400,0**	214120300,0**	2438,72**	0,49490**
R L		1	230867500,0**	382157800,0**	3764,18**	0,97142**
R Q		1	10352500,0**	46082800,0**	1113,26**	0,01839**
Níveis: 90 cm		2	89920740,0**	185539100,0**	1547,74**	0,64030**
R L		1	164870260,0**	297399100,0**	2706,45**	1,26780**
R Q		1	14971260,0**	73679100,0**	389,03**	0,01281**
Níveis: 100 cm		2	90205220,0**	198557600,0**	3626,15**	1,09670**
R L		1	147181220,0**	321292100,0**	5884,56**	1,92564**
R Q		1	33229220,0**	75823100,0**	1367,74**	0,26776**
Resíduo Combinado						
			142202,23(26)	353612,06(27)	12,65(17)	0,00560(22)

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade. Entre parêntesis o G.L. para o resíduo combinado.

QUADRO 14. Resultados médios de produção de grãos, peso de espigas, plantas com espiga e diâmetro do colmo, obtidos para os níveis de nitrogênio e os espaçamentos, em Itumirim, MG., 1979/80*.

Níveis de N (kg/ha)	Espaçamento (cm)			
	70	80	90	100
	Produção de grãos (kg/ha)			
0	1228,63 c	1334,81 c	1711,19 c	1505,25 c
80	4397,94 b	5051,94 b	5165,75 b	5414,88 a
160	6008,88 a	6716,81 a	6250,88 a	5794,50 a
\bar{X}	3872,48 B	4359,19 A	4375,94 A	4238,21 AB
	Peso de espigas (kg/ha)			
0	1910,88 c	2163,06 b	2360,00 b	2115,19 b
80	6737,44 b	7697,38 a	8036,75 a	7950,00 a
160	9220,50 a	9074,63 a	8457,13 a	8452,50 a
\bar{X}	5956,27 A	6311,69 A	6284,63 A	6172,56 A
	Plantas com espiga (%)**			
0	45,01 b	48,86 b	60,89 b	50,33 b
80	76,37 a	82,41 a	83,40 a	87,35 a
160	77,84 a	82,44 a	87,62 a	89,47 a
\bar{X}	66,41 C	71,24 B	77,30 A	75,72 A
	Diâmetro do colmo (cm)			
0	1,64 c	1,75 b	1,79 c	1,75 b
80	1,79 b	2,97 a	2,02 b	2,16 a
160	2,01 a	2,10 a	2,19 a	2,24 a
\bar{X}	1,81 C	1,94 B	2,00 AB	2,05 A

* As médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. Para as letras minúsculas a comparação deve ser feita no sentido vertical e para as maiúsculas no sentido horizontal.

** Dados transformados para arco seno $\sqrt{\%}$.

vando significância desta interação para as características observadas em Lavras.

4.3.1.1. Efeito da interação níveis de nitrogênio x espaçamento sobre a produção de grãos.

O efeito da interação níveis x espaçamento sobre a produção de grãos foi linear para os espaçamentos de 70, 80 e 90 cm e quadrático para o espaçamento de 100 cm, com o ponto de maior produção de grãos situado em 127 kg/ha de N (Figura 27). Estes resultados evidenciam a grande capacidade de resposta a nitrogênio em Itumirim, onde as maiores produções foram obtidas com acréscimos na adubação nitrogenada, em razão da baixa fertilidade natural deste solo.

4.3.1.2. Efeito da interação níveis de nitrogênio x espaçamento sobre o peso de espigas.

Apesar de não ter sido verificado o efeito geral dos espaçamentos, a interação níveis x espaçamento foi significativa e seu desdobramento revelou efeito quadrático com os pontos de máximo peso de espiga situados nos níveis 149, 127 e 126 kg/ha de N, respectivamente para os espaçamentos de 80, 90 e 100 cm, sendo que no espaçamento de 70 cm, a resposta foi linear (Figura 28). Resultados semelhantes foram obtidos por vários pesquisadores (19, 28, 47, 51, 69), que encontraram interação positiva entre o número de plantas por unidade de área e adubação nitrogenada, mostrando ser esta um dos fatores que determina a densidade de plantas a

Itumirim ○ — ○

N:E ₁	$\hat{Y} = 1482,35 + 29,88 x$	$R^2 = 0,9677$
N:E ₂	$\hat{Y} = 1673,19 + 33,58 x$	$R^2 = 0,9571$
N:E ₃	$\hat{Y} = 2106,09 + 28,37 x$	$R^2 = 0,9167$
N:E ₄	$\hat{Y} = 1505,25 + 70,93 x - 0,28 x^2$	$R^2 = 1,00$

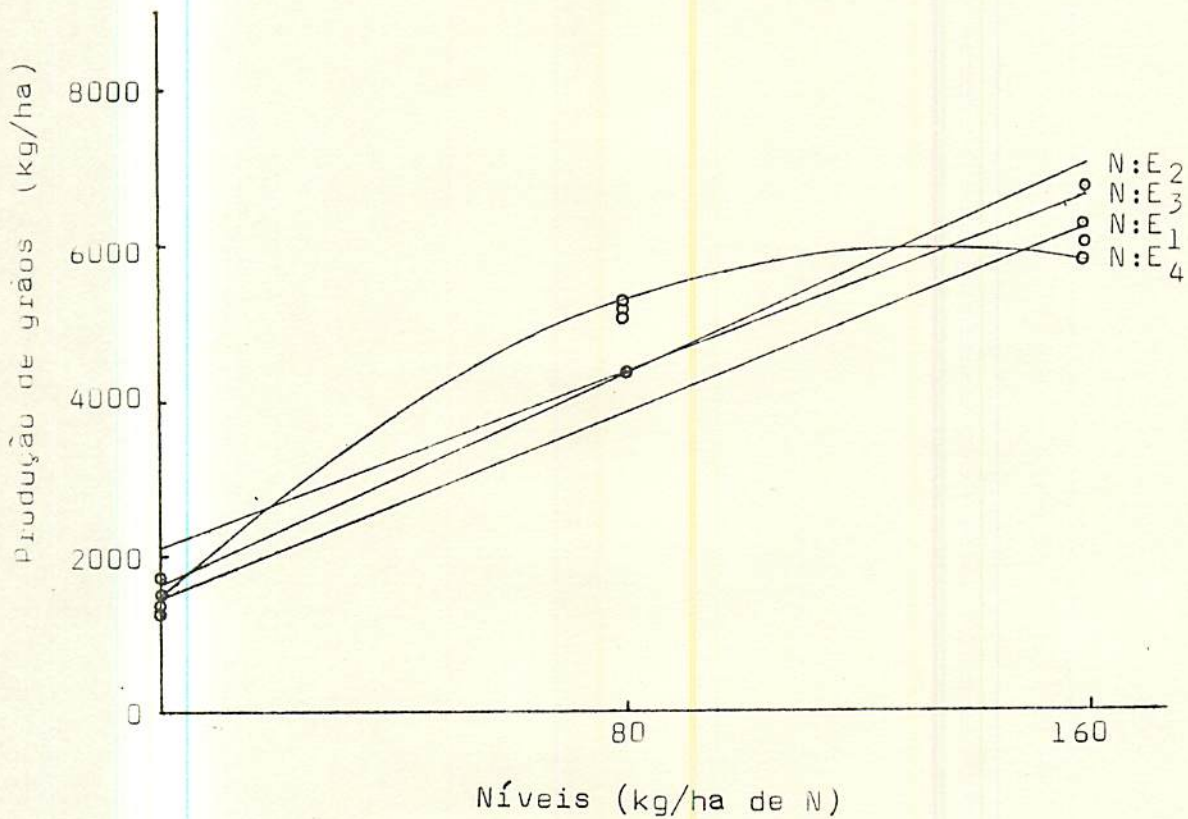


FIGURA 27. Efeito dos níveis de nitrogênio sobre a produção de grãos, em quatro diferentes espaçamentos, em Itumirim, MG.

Itumirim

N:E ₁	$\hat{Y} = 2301,46 + 45,68 x - 0,32 x^2$	$R^2 = 0,9669$
N:E ₂	$\hat{Y} = 2163,06 + 95,16 x - 0,41 x^2$	$R^2 = 1,00$
N:E ₃	$\hat{Y} = 2360,00 + 103,81 x - 0,41 x^2$	$R^2 = 1,00$
N:E ₄	$\hat{Y} = 2115,19 + 106,26 x - 0,42 x^2$	$R^2 = 1,00$

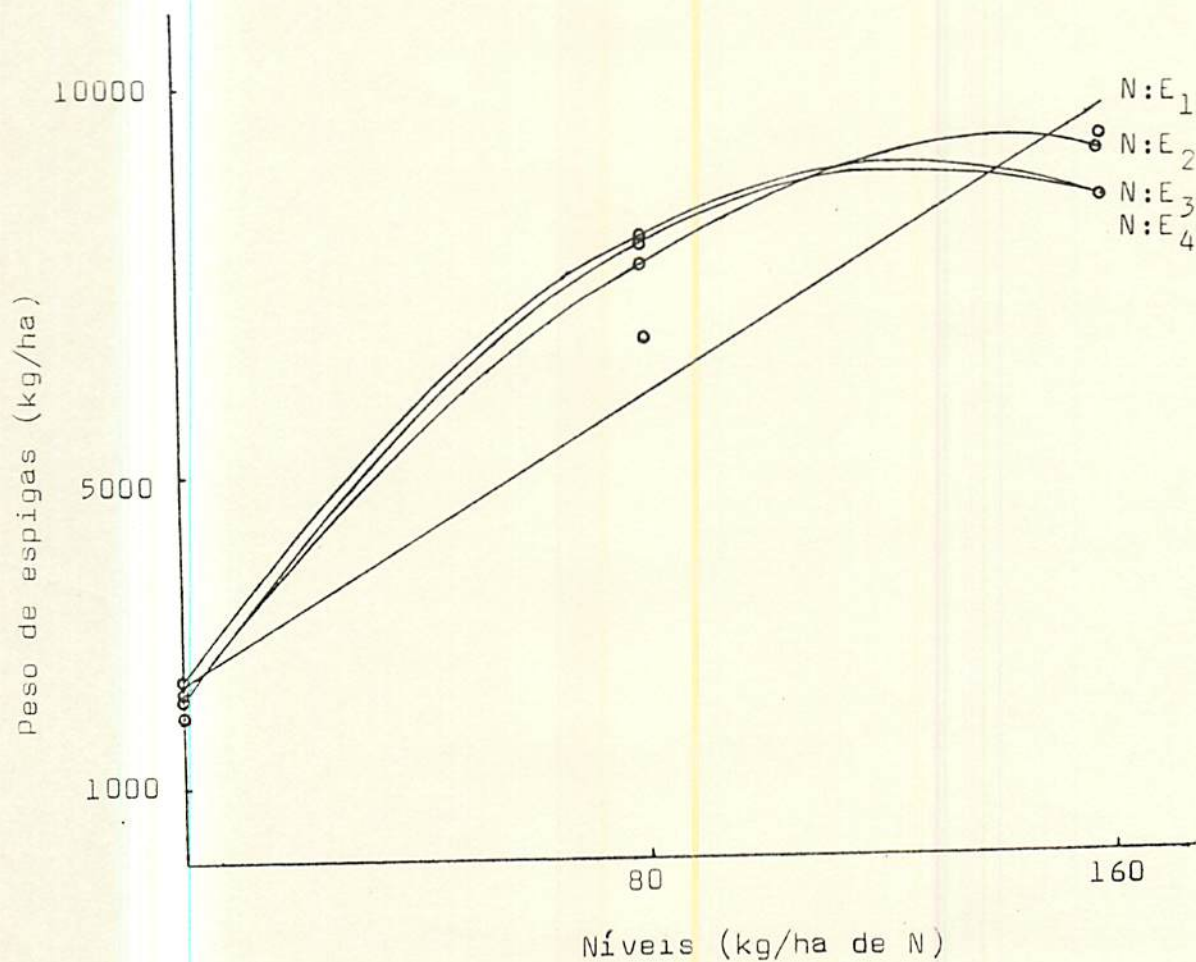


FIGURA 28. Efeito dos níveis de nitrogênio sobre o peso das espigas, em quatro diferentes espaçamentos, em Itumirim, MG.

adotar-se, o que pode ser observado pelo quadro 14, onde nos espaçamentos maiores os efeitos das altas doses de nitrogênio se igualam aos efeitos das mais baixas.

4.3.1.3. Efeito da interação níveis x nitrogênio x espaçamento sobre o número de plantas com espigas.

Para o número de plantas com espigas, o melhor ajustamento foi o quadrático, com os pontos de máximo situados em 125, 122, 140 e 127 kg/ha de N, respectivamente para os espaçamentos 70, 80, 90 e 100 cm (Figura 22). Estes resultados mostram que, nos espaçamentos menores 70 e 80 cm, o sombreamento provocado pela pouca penetração de luz dificultou os processos fotossintéticos realizados nas partes médias e inferior da planta e, conseqüentemente, um menor aproveitamento do adubo, enquanto no espaçamento de 100 cm, o baixo número de plantas foi insuficiente para utilizar todo nitrogênio disponível, conforme o relatado por MEDEIROS & SILVA (45).

4.3.1.4. Efeito da interação níveis de nitrogênio x espaçamento sobre o diâmetro do colmo.

O desdobramento da interação níveis x espaçamento revelou que o diâmetro do colmo aumentou linearmente em função dos acréscimos nas doses de nitrogênio, para os espaçamentos de 70, 80 e 90 cm. No espaçamento de 100 cm, a resposta à adubação nitrogenada foi quadrática, com o ponto de maior crescimento situado no ní

vel de 142 kg/ha de N (Figura 29). Estes resultados mostram que os efeitos negativos causados pelo aumento da população de plantas sobre os caracteres individuais da planta podem ser compensados pelas doses crescentes de nitrogênio.

4.3.2. Interação níveis de nitrogênio x densidade

As análises de regressão da interação níveis x densidade, em Lavras e Itumirim podem ser vistas nos quadros 15 e 16, e as médias nos quadros 17 e 18. Em Lavras houve significância para produção de grãos, peso de espigas, produção de matéria seca e floração feminina, e em Itumirim, para diâmetro do colmo e floração feminina.

4.3.2.1. Efeito da interação níveis de nitrogênio x densidade sobre a produção de grãos.

Em Lavras, obteve-se interação significativa, com resposta linear para as densidades de 4, 6 e 7 plantas/m linear e quadrática para a densidade de 5 plantas/m linear, com o ponto de máxima produção de grãos situado em 125 kg/ha de N (Figura 30). O alto rendimento obtido com uma densidade mais baixa e menor quantidade de adubo, possivelmente se deve à melhor distribuição das plantas, facilitando o aproveitamento do adubo e a penetração da luz através da folhagem, especialmente nas folhas médias e inferiores, aumentando a contribuição da luz para a formação de produtos elaborados que são translocados aos grãos, conforme o rela-

Itumirim ○ — ○

N:E ₁	$\hat{Y} = 1,62723 + 0,0023262 x$	$R^2 = 0,9869$
N:E ₂	$\hat{Y} = 1,76702 + 0,0021781 x$	$R^2 = 0,9816$
N:E ₃	$\hat{Y} = 1,80115 + 0,0024881 x$	$R^2 = 0,9900$
N:E ₄	$\hat{Y} = 1,75470 + 0,0070262 x - 0,00002475 x^2$	$R^2 = 0,9998$

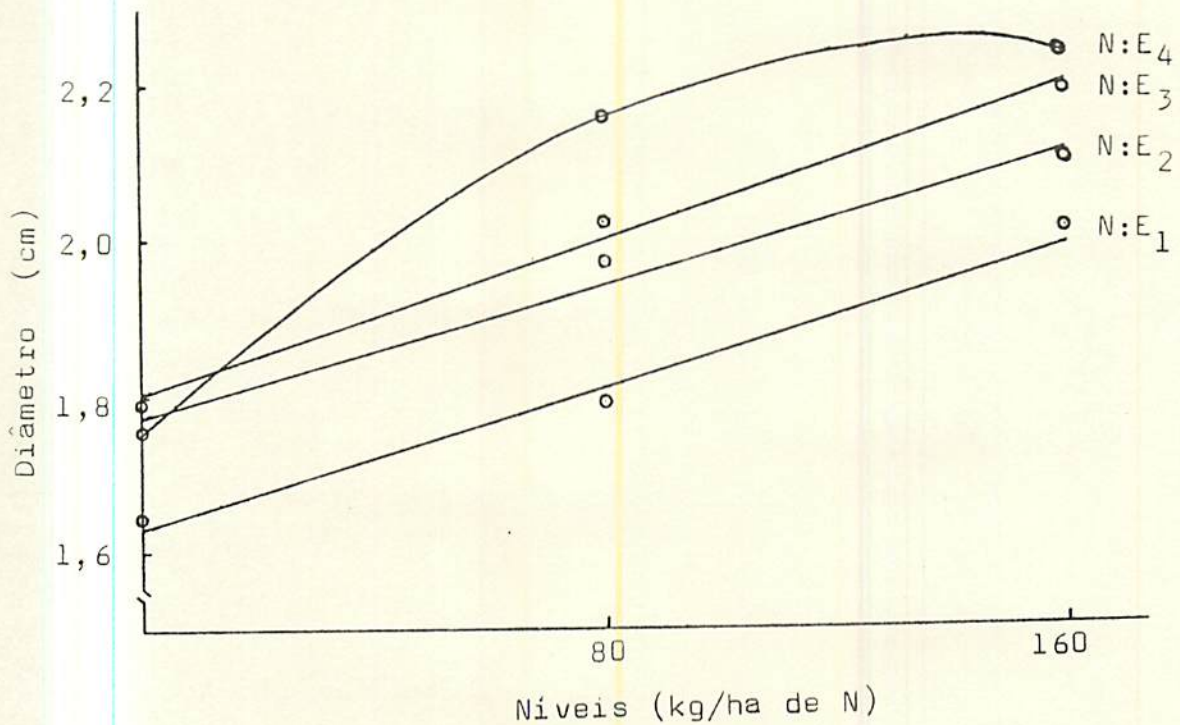


FIGURA 29. Efeito de níveis de nitrogênio sobre o diâmetro do colmo em quatro diferentes espaçamentos, em Itumirim, MG.

QUADRO 15. Análise de regressão (quadrados médios) da interação níveis x densidade para produção de grãos, peso de espigas, produção de matéria seca e floração feminina, obtida em Lavras, MG., 1979/80.

Causas de variação	G.L.	Produção de grãos	Peso de espigas	Produção de matéria seca	Floração feminina
Níveis + Níveis x densidade	8	29756624,4**	62629167,5**	22001516,9**	1660,68**
Níveis: 4 plantas/m linear	2	17944377,5**	49917620,0**	15147100,0**	1294,76**
R L	1	34694450,0**	98199980,0**	28275200,0**	2128,45**
R Q	1	1194595,0**	1636580,0**	2019000,0**	461,06**
Níveis: 5 plantas/m linear	2	24966020,0**	52268420,0**	24612830,0**	1728,81**
R L	1	38172070,0**	81431020,0**	48553080,0**	2728,81**
R Q	1	11759970,0**	23105820,0**	672580,0**	728,83**
Níveis: 6 plantas/m linear	2	30894720,0**	65855490,0**	25809340,0**	1874,96**
R L	1	55748920,0**	123147000,0**	42352140,0**	2939,19**
R Q	1	6040520,0**	8563980,0**	9266540,0**	810,77**
Níveis: 7 plantas/m linear	2	45221380,0**	82475140,0**	22436797,5**	1744,19**
R L	1	85991730,0**	155836000,0**	38263850,0**	2215,81**
R Q	1	4451030,0**	9114280,0**	6609745,0**	1272,57**
Resíduo Combinado		135529,19(65)	214767,27(32)	107947,85(112)	2,82(25)

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade.
Entre parêntesis o G.L. para o resíduo combinado.

QUADRO 16. Análise de regressão (quadrados médios) da interação níveis x densidade para as características diâmetro do colmo e floração feminina, em Itumirim, MG. 1979/80.

Causas de variação	G.L.	Diâmetro do colmo	Floração feminina
Níveis + níveis x densidade	8	0,68188**	5147,98**
Níveis: 4 plantas/m	2	1,05730**	4891,34**
RL	1	2,02488**	8204,45**
RQ	1	0,08989**	1578,23**
Níveis: 5 plantas/m	2	0,61010**	3983,70**
RL	1	1,17229**	6023,37**
RQ	1	0,04788**	1944,02**
Níveis: 6 plantas/m	2	0,52810**	6127,24**
RL	1	1,02990**	9243,10**
RQ	1	0,02630*	3011,40**
Níveis: 7 plantas/m	2	0,53200**	5589,63**
RL	1	1,06400**	9044,16**
RQ	1	0,00100	2135,14**
Resíduo combinado		0,00573(22)	6,58(17)

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

Entre parêntesis o G.L. para o resíduo combinado.

QUADRO 17. Resultados médios de produção de grãos, peso de espigas, produção de matéria seca e floração feminina, obtidos para os níveis de nitrogênio e as densidades estudadas, em Lavras, MG., 1979/80*.

Níveis de N (kg/ha)	Densidade (plantas/m linear)			
	4	5	6	7
	Produção de grãos (kg/ha)			
0	4526,44 b	4783,81 b	4533,31 b	3799,38 c
80	5902,31 a	6926,00 a	6605,75 a	6084,63 b
160	6608,44 a	6968,10 a	7173,13 a	7077,94 a
\bar{X}	5679,23 AB	6226,00 A	6104,06 A	5653,98 B
	Peso de espigas (kg/ha)			
0	5636,69 c	6235,13 b	5941,13 b	5458,88 c
80	7780,13 b	9302,13 a	8798,88 a	8590,00 b
160	9140,25 a	9428,56 a	9864,56 a	9872,44 a
\bar{X}	7519,02 B	8320,94 A	8201,52 A	7973,77 A
	Produção de matéria seca (kg/ha)			
0	3039,75 b	3037,63 c	3498,44 b	3684,19 b
80	4414,81 a	4520,50 b	5580,94 a	5564,88 a
160	4919,75 a	5501,19 a	5799,31 a	5871,19 a
\bar{X}	4124,77 B	4353,10 B	4959,56 A	5040,08 A
	Floração feminina (%)**			
0	41,47 b	34,23 b	30,52 b	26,76 b
80	66,80 a	64,30 a	61,84 a	59,37 a
160	69,38 a	65,58 a	63,30 a	54,86 a
\bar{X}	59,22 A	54,70 B	51,89 C	46,99 B

* As médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. Para as letras minúsculas a comparação deve ser feita no sentido vertical e para as maiúsculas no sentido horizontal.

** Dados transformados para arco seno $\sqrt{\frac{\%}{100}}$.

QUADRO 18. Resultados médios de floração feminina e diâmetro do colmo, obtidos para os níveis de nitrogênio e as densidades estudadas, em Itumirim, MG., 1979/80*.

Níveis de N (kg/ha)	Densidade (plantas/m linear)			
	4	5	6	7
	Floração feminina (%)**			
0	35,08 b	40,03 b	23,78 b	16,53 b
80	81,45 a	77,51 a	54,98 a	67,02 a
160	86,39 a	77,19 a	75,27 a	71,30 a
\bar{X}	67,64 A	64,91 B	51,34 C	51,62 D
	Diâmetro do Colmo (cm)			
0	1,89 c	1,79 c	1,67 c	1,59 c
80	2,23 b	2,04 b	1,90 b	1,76 b
160	2,39 a	2,17 a	2,03 a	1,95 a
\bar{X}	2,17 A	2,00 B	1,87 C	1,77 D

* As médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. Para as letras minúsculas a comparação deve ser feita no sentido vertical e para as maiúsculas no sentido horizontal.

** Dados transformados para arco seno $\sqrt{\%}$.

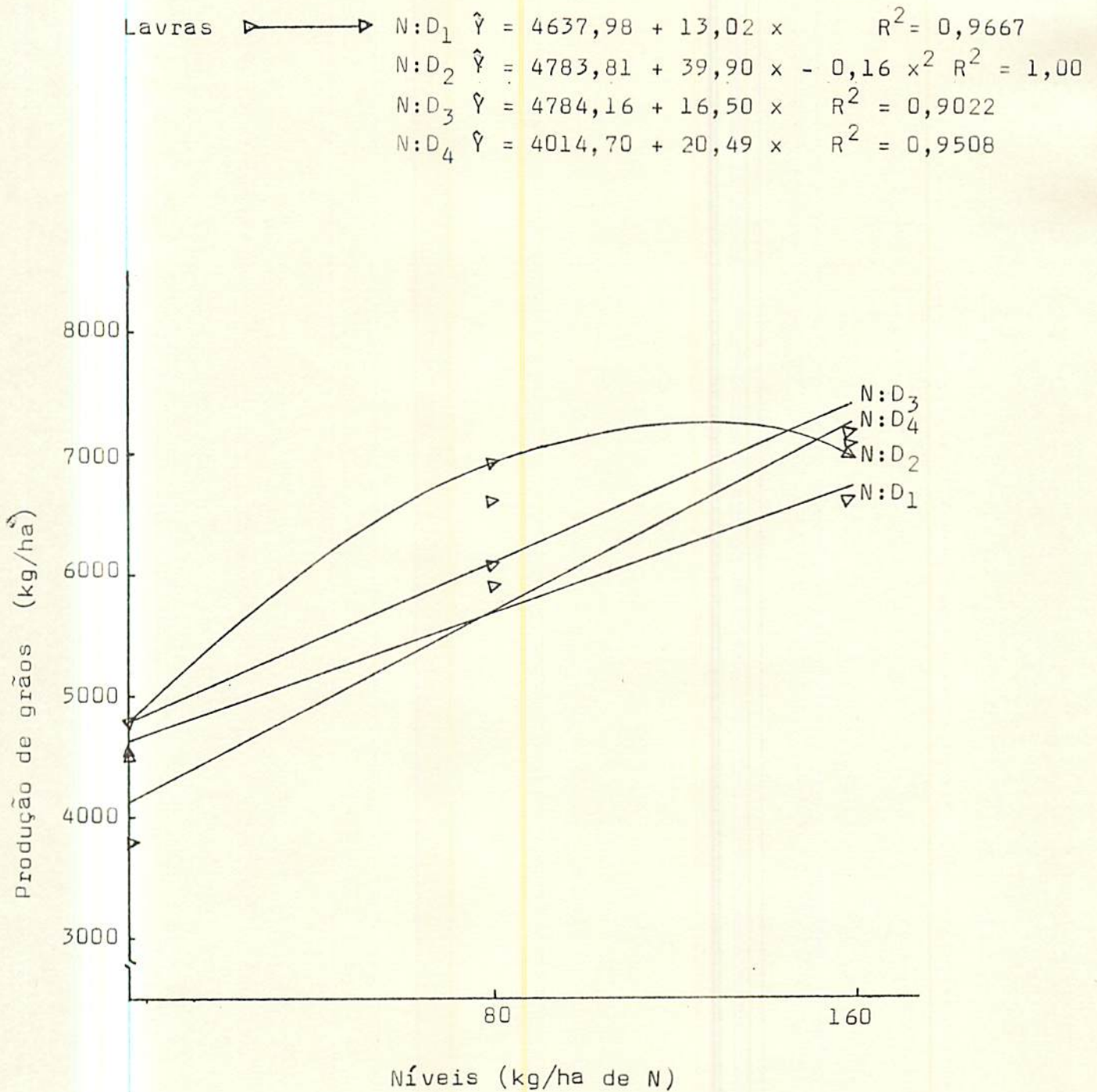


FIGURA 30. Efeito dos níveis de nitrogênio sobre a produção de grãos, em quatro diferentes densidades, em Lavras, MG.

tado por MUNDSTOCK (49), SCARBROOK & DOSS (74) e YAO & SHAW (94).

Em Itumirim não foi verificado efeito da interação níveis x densidade sobre a produção de grãos.

4.3.2.2. Efeito da interação níveis de nitrogênio x densidade sobre o peso das espigas.

Apenas em Lavras obteve-se o efeito significativo da interação sobre o peso das espigas. O desdobramento revelou resposta linear para as densidades de 4,6 e 7 plantas/m linear e quadrática para a densidade de 5 plantas/m linear, com o ponto de máximo peso de espigas situado em 123 kg/ha de N (Figura 31). Este fato se deve, possivelmente, a uma melhor distribuição das plantas na densidade de 5 plantas/m linear, facilitando o processo de nutrição e penetração da luz através da folhagem, conforme o relatado por MUNDSTOCK (49), SCARSBROOK & DOSS (74) e YAO & SHAW (94).

4.3.2.3. Efeito da interação níveis de nitrogênio x densidade sobre a produção de matéria seca.

Além dos efeitos gerais, obteve-se interação níveis x densidade sobre a produção de matéria seca, com resposta linear para todas densidades estudadas (Figura 32). Este fato, de acordo com EPSTEIN (26), pode ser explicado pela adequada produção de carboidratos para o fornecimento de esqueletos carbônicos ao íon amônio, para a formação de proteínas e outros compostos orgânicos que compõem o esqueleto das plantas.

Lavras $\blacktriangleright \longrightarrow$

N:D ₁	$\hat{Y} = 5767,24 + 218,97 \times$	$R^2 = 0,9836$
N:D ₂	$\hat{Y} = 6235,13 + 56,73 \times - 0,23 \times^2$	$R^2 = 1,00$
N:D ₃	$\hat{Y} = 6239,80 + 24,52 \times$	$R^2 = 0,9350$
N:D ₄	$\hat{Y} = 5766,99 + 27,58 \times$	$R^2 = 0,9447$

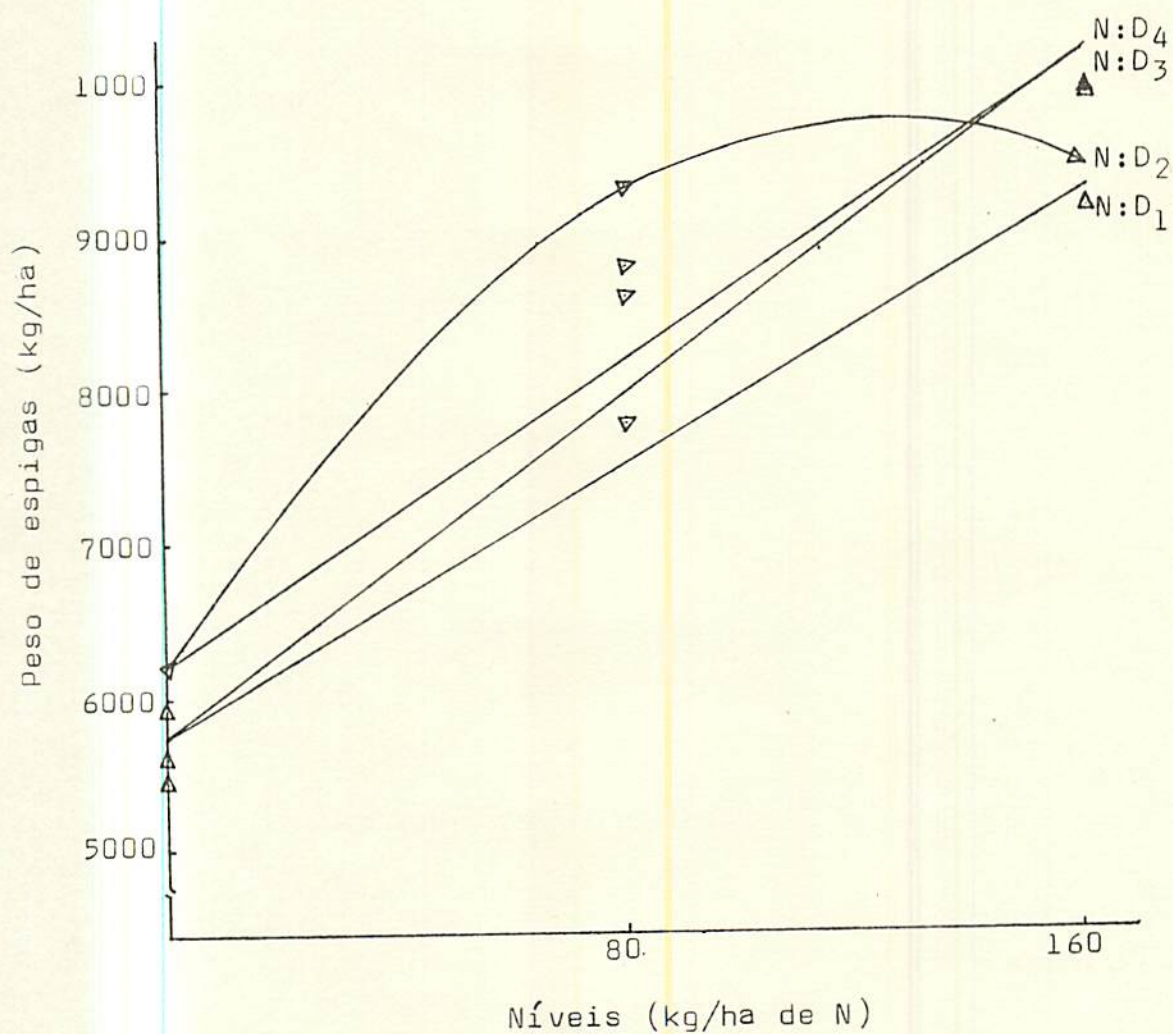


FIGURA 31. Efeito dos níveis de nitrogênio sobre o peso das espigas, em quatro diferentes densidades, em Lavras, MG.

Lavras $\triangleright \longrightarrow$

N:D ₁	$\hat{Y} = 3184,77 + 11,75 \times$	$R^2 = 0,9334$
N:D ₂	$\hat{Y} = 3121,32 + 15,40 \times$	$R^2 = 0,9863$
N:D ₃	$\hat{Y} = 3809,13 + 14,38 \times$	$R^2 = 0,8205$
N:D ₄	$\hat{Y} = 3946,58 + 13,67 \times$	$R^2 = 0,8525$

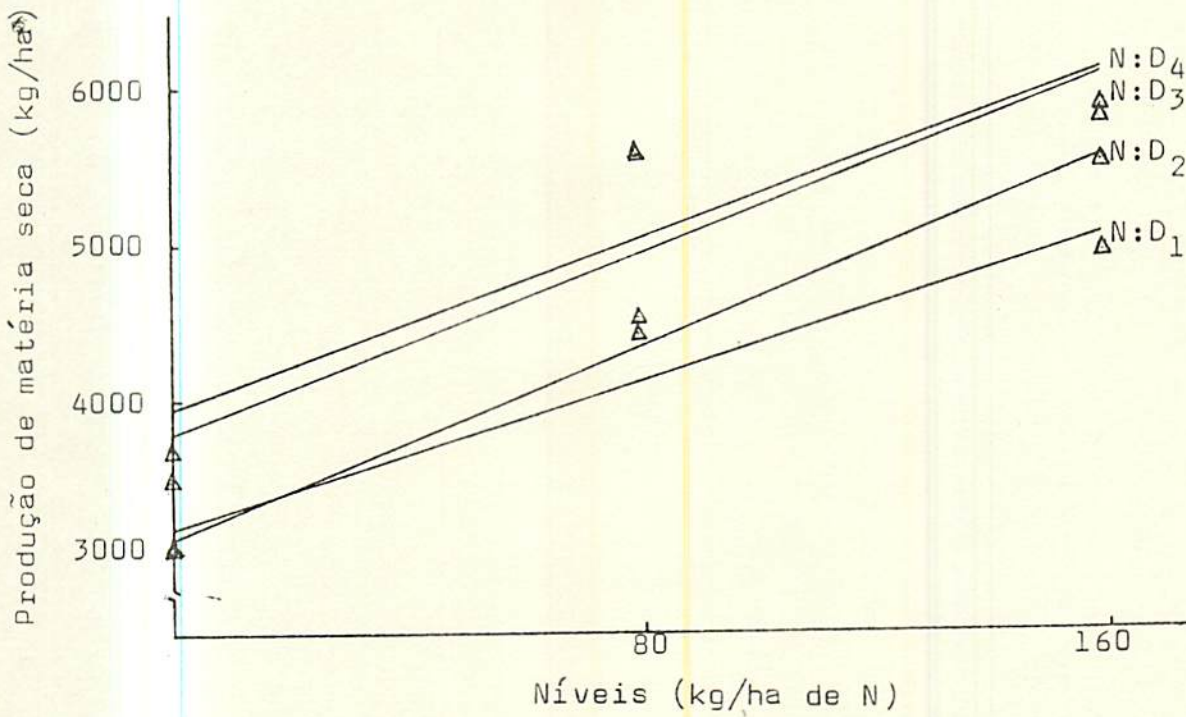


FIGURA 32. Efeito de níveis de nitrogênio sobre a produção de matéria seca, em quatro diferentes densidades, em Lavras, MG.

4.3.2.4. Efeito da interação níveis de nitrogênio x densidade sobre a percentagem de plantas com floração feminina.

Nas duas localidades obteve-se interação níveis x densidade, sobre a percentagem de plantas com flores femininas. Com o desdobramento verificou-se o efeito quadrático da adubação nitrogenada, em cada densidade estudada. Os pontos de máxima floração feminina ocorreram com 130, 125, 124 e 110 kg/ha de N, respectivamente para 4, 5, 6 e 7 plantas/m linear, em Lavras (Figura 6). Em Itumirim, os pontos de máxima floração se situaram em 133, 121, 120 e 125 kg/ha de N, respectivamente para 4, 5, 6 e 7 plantas/m linear (Figura 7). O fato das máximas florações terem sido atingidas com menores quantidades de nitrogênio, à medida que se aumentava o número de plantas na linha, se deve, de acordo com MUNDSTOCK (47), a uma redução da capacidade individual de competição das plantas com o aumento da densidade, reduzindo a massa vegetativa de cada planta (quadros 9 e 10) e, conseqüentemente, suas exigências por nutrientes.

4.3.2.5. Efeito da interação níveis de nitrogênio x densidade sobre o diâmetro do colmo.

O desdobramento da interação níveis x densidade para diâmetro do colmo revelou resposta quadrática à adubação nitrogenada nas densidades de 4,5 e 6 plantas/m linear, com os pontos de maior crescimento situados fora dos limites estudados. Na densidade de 7 plantas/m linear, o diâmetro do colmo aumentou linearmente com

as doses crescentes de nitrogênio (Figura 33). Estes resultados estão de acordo com a afirmação de DUNGAN et alii (19) e VIEGAS (87), de que à medida que se aumenta o nível de fertilidade do solo pode-se admitir progressivamente maior número de plantas por unidade de área até certo limite, quando surge a concorrência entre elas.

4.4. Correlações

A percentagem de plantas com floração masculina mostrou-se positivamente correlacionada com a produção de grãos em Lavras ($r = 0,6606^{**}$) e Itumirim ($r = 0,9701^{**}$), o mesmo acontecendo com a percentagem de plantas com floração feminina em Lavras ($r = 0,7365^{**}$) e Itumirim ($0,9400^{**}$); percentagem de plantas com espigas em Lavras ($r = 0,5761^{**}$) e Itumirim ($r = 0,9035^{**}$). O intervalo entre floração masculina e feminina se correlacionou negativamente com a produção de grãos, em Lavras ($r = - 0,5884$) e Itumirim ($r = - 0,9486$). Estes resultados são semelhantes aos encontrados por BIANCHINI (7), que obteve correlação positiva da percentagem de plantas com floração masculina e feminina com produção de grãos. Discordam, porém, do mesmo autor, que não encontrou correlação entre o intervalo de floração masculina e feminina com a produção de grãos. Estes dados mostram que mais de 70% da produção de grãos dependem da percentagem de plantas com floração feminina, em ambos os locais. Em Itumirim a produção de grãos foi mais afetada pelo aumento do intervalo entre floração masculina e feminina, com mais de 50% da redução na produção explicada pela ampli

Itumirim ○ — ○ N:D₁ $\hat{Y} = 1,8881 + 0,005436 x - 0,00001432 x^2$
 $R^2 = 0,9999$
 N:D₂ $\hat{Y} = 1,7866 + 0,004068 x - 0,00001047 x^2$
 $R^2 = 0,9999$
 N:D₃ $\hat{Y} = 1,6731 + 0,003492 x - 0,00000781 x^2$
 $R^2 = 1,00$
 N:D₄ $\hat{Y} = 1,5856 - 0,002279 x$ $R^2 = 0,9988$

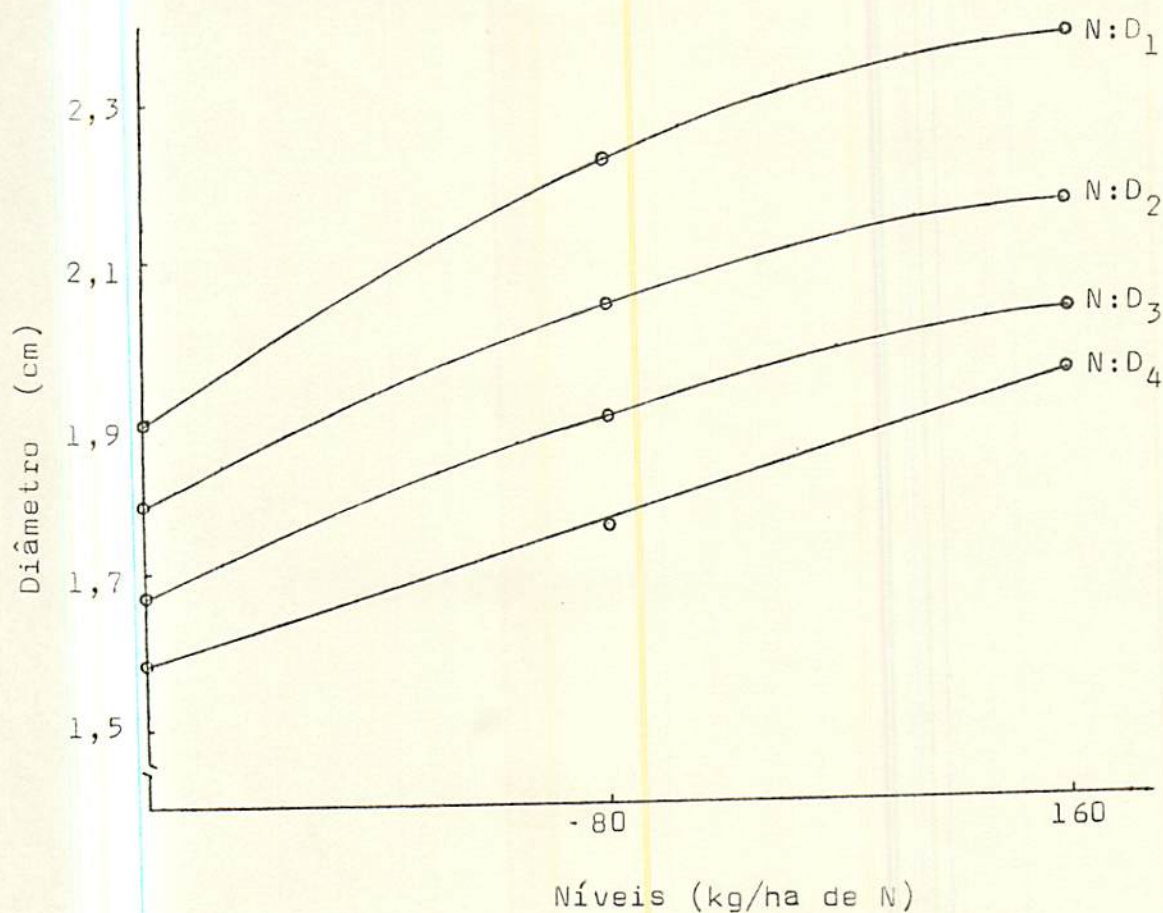


FIGURA 33. Efeito de níveis de nitrogênio sobre o diâmetro do colmo em quatro diferentes densidades, em Itumirim, MG.

ação do intervalo.

O peso das espigas exerceu uma alta influência sobre a produção de grãos, mostrando que mais de 95% da mesma se deve ao maior peso das espigas, com os coeficientes de correlação de $(r = 0,9587^{**})$ em Lavras e $(r = 0,9771^{**})$ em Itumirim.

5. CONCLUSÕES

Nas condições em que foram realizados estes ensaios, as seguintes conclusões puderam ser obtidas:

- A produção de grãos teve um aumento de 43,43 e 57,73% em Lavras e 245,02 e 327,84% em Itumirim, respectivamente, com as doses de 80 e 160 kg/ha de N.
- O aumento verificado no peso das espigas foi da ordem de 48,12 e 64,59% em Lavras e 255,34 e 311,79% em Itumirim, respectivamente para as doses de 80 e 160 kg/ha de N.
- A produção de matéria seca aumentou 51,44 e 66,60%, respectivamente com as doses de 80 e 160 kg/ha de N.
- Em ambos os locais as percentagens de plantas com floração masculina e feminina e o intervalo de tempo entre uma e outra não sofreram efeito da adubação nitrogenada acima de 80 kg/ha de N. O mesmo foi observado em Lavras com relação a percentagem de plantas com espiga, altura da planta, diâmetro do colmo e produção de matéria seca.
- A adubação nitrogenada não exerceu nenhum efeito sobre o acamamento e quebra das plantas, em ambos os locais.

- As maiores produções de grãos foram obtidas com as populações de 62.500 plantas/ha e 56.180 plantas/ha, com os espaçamentos de 80 e 89 cm, respectivamente, em Lavras e Itumirim, e densidade de 5 plantas/m linear em ambas as localidades.

- Em Itumirim o peso de espigas não sofreu efeito da variação nos espaçamentos, enquanto em Lavras o maior peso das mesmas foi obtido com o espaçamento de 80 cm e densidade de 6 plantas/m linear.

- A produção de matéria seca aumentou 10,64%, 18,17% e 28,56%, respectivamente com os espaçamentos de 90, 80 e 70 cm.

- Em ambos os locais, a redução dos espaçamentos e o aumento das densidades atrasaram tanto a emissão dos estigmas, quanto a liberação do pólen, aumentando o intervalo entre floração masculina e feminina e a esterilidade de plantas.

- Em Lavras, o crescimento em altura foi influenciado apenas pela densidade, sendo que o crescimento em diâmetro sofreu influência tanto do espaçamento quanto da densidade e, em Itumirim, tanto o crescimento em altura quanto em diâmetro foi afetado pelos espaçamentos e pelas densidades, sendo maior o efeito das densidades sobre o diâmetro do que sobre a altura da planta.

A incidência de acamamento e quebra das plantas aumentaram com a redução dos espaçamentos em Lavras e aumento das densidades em ambos os locais, não havendo, em Itumirim, influência da variação dos espaçamentos sobre as mesmas características.

- Observou-se interação níveis x densidade sobre as características produção de grãos e de matéria seca em Lavras, floração

feminina em ambos os locais e diâmetro do colmo em Itumirim, onde houve também efeito da interação níveis x espaçamento sobre o diâmetro do colmo, peso de espigas e produção de grãos.

- Em ambos os locais, as percentagens de plantas com floração masculina e feminina, plantas com espiga e peso de espigas, se correlacionaram positivamente com a produção de grãos. O intervalo entre floração masculina e feminina se correlacionou negativamente com a produção de grãos.

6. RESUMO

Com o objetivo de aumentar a capacidade de aproveitamento de luz, água, nutrientes, CO_2 , etc, foram estudados os efeitos de níveis de nitrogênio, espaçamento e densidades sobre o comportamento da cultivar de milho 'Piranão'.

Os ensaios foram conduzidos no ano agrícola 1979/80 nos solos: Latossolo Roxo Distrófico, textura argilosa e Podzólico Vermelho Amarelo Distrófico, textura arenosa, situados respectivamente, na Escola Superior de Agricultura de Lavras (ESAL) e Fazenda Curral de Cima no município de Itumirim, na região Sul de Minas Gerais.

O delineamento foi o de blocos casualizados com parcelas subsubdivididas e quatro repetições. Nas parcelas foram colocados os níveis de nitrogênio, 0, 80 e 160 kg/ha de N; nas subparcelas os espaçamentos 70, 80, 90 e 100 cm e nas subsubparcelas as densidades 4, 5, 6 e 7 plantas/m linear. Analisou-se as seguintes características: percentagem de plantas com floração masculina e feminina, diâmetro do colmo, altura da planta, plantas com espiga, peso de espigas, plantas acamadas e quebradas, intervalo entre floração masculina e feminina, produção de grãos e de matéria seca.

A adubação nitrogenada acima de 80 kg/ha de N não exerceu efeito sobre as percentagens de plantas com floração masculina e feminina e também sobre o intervalo de tempo entre uma e outra , tanto em Lavras quanto em Itumirim. O mesmo foi observado em Lavras com relação a percentagem de plantas com espiga, altura da planta, diâmetro do colmo e produção de matéria seca. O intervalo entre floração masculina e feminina reduziu-se com as doses crescentes de nitrogênio, não apresentando, porém, diferença acima de 80 kg/ha de N, em ambas as localidades. As percentagens de plantas acamadas e quebradas não sofreram efeito dos níveis de nitrogênio, tanto em Lavras quanto em Itumirim.

A produção de grãos aumentou 43,43 e 57,73; o peso de espigas, 48,12 e 64,59%; e a produção de matéria seca, 51,44 e 66,60%; respectivamente com a aplicação de 80 e 160 kg/ha de N , no solo de Lavras. Em Itumirim, os aumentos se processaram da seguinte forma: 245,02 e 327,84% com relação à produção de grãos; e 255,84 e 311,79% com respeito ao peso de espigas.

O aumento da população de plantas, tanto pela redução dos espaçamentos, quanto pelo maior número de plantas na linha, causou redução da percentagem de plantas com floração masculina e feminina, plantas com espiga, diâmetro do colmo, altura da planta , em Lavras e Itumirim. Enquanto a percentagem de plantas acamadas e quebradas e o intervalo entre floração masculina e feminina aumentaram com os plantios mais densos.

Em Lavras e Itumirim, as maiores produções de grãos foram obtidas com as populações de 62.500 e 56.180 plantas/ha, respectivamente.

Em ambos os locais, verificou-se interação níveis de nitrogênio x densidades sobre a percentagem de plantas com floração masculina. Em Lavras houve o efeito da interação sobre o peso das espigas e produção de grãos, porém em Itumirim isto se deu sobre o diâmetro do colmo. Apenas em Itumirim houve efeito da interação níveis de nitrogênio x espaçamento sobre o diâmetro do colmo, plantas com espiga, peso de espigas e produção de grãos.

Correlações positivas foram observadas entre percentagens de plantas com floração masculina e feminina, plantas com espiga, peso de espigas e a produção de grãos. O intervalo entre floração masculina e feminina se correlacionou negativamente com a produção de grãos.

7. SUMMARY

We studied the effects of nitrogen level, space and densities on the maize cultivar "Piranão" aiming to increase the utilization of light, water nutrients, CO_2 , etc.

The experiments were conducted during the agricultural year of 1979/1980 in the soils: Red Distrofic Lactosol, clayey texture and Podzolic Red-Yellow Distrofic, sandy texture, located at "ESAL" and "Fazenda Curral de Cima" in the municipality of "Itumirim" that are located in the southern region of Minas Gerais State.

The experimental design was of randomized blocks with split-split-plot and four repetitions. In the plot one put the levels of nitrogen, 0, 80 and 160 kg/ha of N and in the split-plot the spaces 70, 80, 90 and 100 cm and in the split-split-plot the densities 4, 5, 6 and 7 plants/linear meter.

The following characteristics were analysed: percentage of plants with male and female flowering, stalk diameter, height of the plant, plants with ear, weight of the ears, lodged and broken plants, interval between the male and female flowering, production of grains and dry matter.

Nitrogen level above 80 kg/ha did not have any influence on the percentage of plants with male and female flowering and also upon the interval of time among these flowering, both, in Lavras and Itumirim. Identical data were observed in Lavras with respect to the percentage of plants with ear, height of plant, stalk diameter and dry matter production. The interval between male and female flowering, reduced with increasing dosis of nitrogen, but did not present any difference above 80 kg/ha, in both places. The percentage of lodged and broken plants did not suffer any effect of nitrogen levels also in both places, ESAL and Itumirim.

Grain production increased 43,43 and 57,73%; ear weight increased 48,12 and 64,59% and dry matter production 51,44 and 66,60% respectively at 80 and 160 kg/ha of nitrogen at ESAL. In Itumirim the following values were observed, 245,02 and 327,84 % for grain production increase; 255,84 and 311,79 for ear weight.

The increase of plant population due to the decrease of space as well as by the bigger number of plants in the line caused a decrease in the percentage of plants with male and female flowering, plants with ear, stalk diameter, height of plant, at ESAL and Itumirim, while the percentage of lodged and broken plants and also the interval between male and female flowering increased with the more dense plantings.

At ESAL and Itumirim, the greatest grain productions were obtained at population levels of 62.500 and 56.180 plants/ha respectively.

In both places it was verified interaction between levels of nitrogen x densities on the percentage of plants with male flowering. At ESAL the effect of this interaction was observed on ear weight and grain production, however, in Itumirim this interaction was observed on stalk diameter and also was observed the interaction of nitrogen levels x spacing on stalk diameter, plants with ear, ear weight and grain production.

Positive correlations were observed among percentages of plants with male and female flowering, plants with ear, weight of the ears, and the production of grains. The interval between the male and female flowering correlate negatively with the production of grains.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALESSI, J. & POWER, J.F. Effects of plant population, row spacing and relative maturity of dryland corn in the Northern Plains. Corn forage and grain yield. Agronomy Journal. Madison, 66(2):316-9, Mar./Apr. 1974.
2. ANDERSON, J.C. & CROW, P.N. Phenotypes and grain yield associated with brachytic-2 gene in single cross hybrids of dent corn. Crop Science, Madison, 3(2):111-3, Mar./Apr. , 1963.
3. ANDRADE, A.G. Acumulação diferencial de nutrientes em cinco cultivares de milho. Piracicaba, ESALQ, 1977. 106 p. (Tese M.S.).
4. BATISTELA, A.M. Densidade e espaçamento para o plantio do milho. Ipagro Informa, Porte Alegre, (17):18-20, 1977.
5. _____ et alii. Comportamento de híbrido de porte alto e tardio e híbrido de porte baixo e precoce em cinco densidades de plantio. In: REUNIÃO TÉCNICA COMERCIAL DO MILHO, 21. , Porte Alegre, 1976. Ata... Porte Alegre, Instituto de Pesquisas Agronômicas, 1976. p. 108-16.

6. BAYNES, R.A. Yields of maize (Zea mays L.) in four Caribbean Islands as influenced by variety and plant density. Tropical Agriculture, Guidford, 49(1):37-49, Jan. 1972.
7. BIANCHINI, H.C. Comportamento do cultivar de milho (Zea mays L.) 'Piranão', em níveis crescentes de adubação NPK-Zn em diferentes densidades de plantio. Lavras, ESAL, 1980. 84p (Tese M.S.).
8. BONDAVALI, B. et alii. Effects of wather, nitrogen and popula tion on corn yield response. Agronomy Journal, Madison , 62(5):669-72, Sept./Oct. 1970.
9. BROKE, S. et alii. Influência de la distancia entre plantas en el surco sobre desarrollo y crecimiento de diferentes ca racteres de la planta y rendimiento de maíz colorado "Flint". Turrialba, Costa Rica, 17(1):40-5, mar. 1967.
10. BROWN, R.H. et alii. Influence of row and population on yield of two varieties of corn (Zea mays L.). Agronomy Journal , Madison, 62(6):767-70, Nov./Dec. 1970.
11. BUREN, L.L. et alii. Morphological and phisiological traits maize associated with tolerance to high plant density. Crop Science, Madison, 14(3):426-9, May/June, 1974.
12. CLONINGER, F.D. et alii. Synchronization of flowering in corn (Zea mays L.) by clipping young plants. Agronomy Journal , Madison, 66(2):270-2, Mar./Apr. 1974.

13. CLOYER, D. & KROTH, E.M. Corn yield response and economic optima for nitrogen treatments and plant population over a seven-year period. Agronomy Journal, Madison, 60(5):525-9, Sept./Oct. 1968.
14. COLVILLE, W.L. Influence of rate and method of planting on several components of irrigated corn yields. Agronomy Journal, Madison, 54(3):297-300, May/June, 1962.
15. _____ et alii. Influence of plant population hybrid on productivity level on irrigated corn production. Agronomy Journal, Madison, 56(3):332-5, May/June. 1964.
16. COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. Recomendações do uso de fertilizantes para o Estado de Minas Gerais; 2ª tentativa. Belo Horizonte, Secretaria da Agricultura, 1972. 88 p.
17. DAVIDE, J.G. The effect of fertilizer and population density on the grow and yield of corn in the Philippines. Philippine Agriculturist, Philippines, 14(10):573-80, 1967.
18. DUNGAN, E.R. Influence of varying plant population soil fertility and hybrid on corn yields. Soil Science Society of American Proceedings, Madison, 18(3):437-40, July/Sept. 1954.

19. DUNGAN, H.H.; LANG, A.L. & PENDLETON, J.W. Corn plant population in relation to soil productivity. Advance in Agronomy, Ann Arbor, 10:435-74, 1958.
20. EARLEY, E.B. et alii. Effects of shade on maize production under field conditions. Crop Science, Madison, 1(6):1-7 , Jan./Feb. 1966.
21. EL-LAKANY, M.A. & RUSSEL, W.A. Relationship of maize characters with yield in test crosses in inbred at different plant densities. Crop Science, Madison, 11(5):698-701, Sept. / Oct., 1971.
22. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Sistema de produção para milho. Pelotas, EMATER-RS, 1977. 46 p. (Boletim, 120).
23. _____; Sistemas de Produção para milho e feijão. Viana , EMATER-ES, 1976. 39 p. (Circular, 121).
24. _____. Sistemas de produção para milho e feijão. Lavras , EMATER-MG, 1976. 33 p. (Circular, 150).
25. _____. Unidade de Execução de Pesquisa de Âmbito Estadual, Dourados. Sistemas de produção para milho. Dourados, MS , 1976. 32 p. (Circular, 113).

26. EPSTEIN, E. Elementos nutrientes em processos fisiológicos .
In: _____. Nutrição mineral das plantas. Rio de Janeiro ,
SEDEGRA-Gráficos e Editores, 1975. p. 243-5.
27. FAGUNDES, A.C. et alii. Efeitos da redução da área foliar so-
bre a produção de milho. Revista da Faculdade de Agronomia
da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porte Alegre,
1(2):79-84, 1976.
28. GALVÃO, J.D.; BRANDÃO, S.S. & GOMES, F. Efeito da população
de plantas e níveis de nitrogênio sobre a produção de grãos
e peso médio das espigas de milho. Experientiae, Viçosa ,
9(2):39-82, maio, 1969.
29. _____. & PATERNIANI, E. Comportamento do milho 'Piranão'
(Braquítico-2) e de milhos de porte normal em diferentes ní-
veis de nitrogênio e populações de plantas. Experientiae ,
20(2):18-52, jul. 1975.
30. GENTER, C.F. & CAMPER, H.M. Component plant part development
in maize as affected by híbrids and population density. A-
gronomy Journal, Madison, 65(4):669-71, July/Aug. 1973.
31. GIESBRECHT, J. Effect of population and row spacing on perfor-
mance of four corn (Zea mays L.) híbrids. Agronomy Jour-
nal, Madison, 61(3):439-41, May/June. 1969.

32. GOMES, A.G.; VIÉGAS, G.P. & FREIRE, E.S. Adubação do milho no Vale do Paraíba. Experiências com NPK e Ca num solo série Itumirim. Bragantia, Campinas, 22(4):149-57, mar. 1963.
33. GROSSMAN, J. & ASSIS, J.A. Ensaio de adubação. Revista Agronômica, Rio Grande do Sul, 15(169-172):2-15, jun. 1951.
34. JOBIM, J.D.C. et alii. Efeito da povoação e três níveis de adubação nitrogenada sobre a produção do milho. Revista do Centro de Ciências Rurais, Santa Maria, 6(1):1-6, mar. 1976.
35. KEMPER, D.W. & SORENSEN, R.C. Comparative effects of nitrogen and sulfur fertilization and lining on three crops grown on four soils. Agronomy Journal, Madison, 66(1):92-7, Jan./Feb. 1974.
36. KRALL, J.M. et alii. Influence of within-row variability in plant spacing on corn grain yield. Agronomy Journal, Madison, 69(6):797-9, Sept./Oct. 1977.
37. LANG, A.L.; PENDLETON, J.W. & DUNGAN, G.H. Influence of population and nitrogen levels on yield protein and oil contents of nine corn hybrids. Agronomy Journal, Madison, 48(6):284-9, July, 1956.
38. LEITE, D.R. Comportamento de milho (Zea mays L.) braquítico-2 em diferentes densidades de plantio. Piracicaba, ESALQ, 1973. 60 p. (Tese M.S.).

39. LOOMIS, R.S. et alii. Quantitative descriptions of foliage display and light absorption in field communities of corn plants. Crop Science, Madison, 8(3):352-6, May/June. 1968.
40. LUTZ, J.A.; CAMPER, H.M. & JONES, G.D. Row spacing population effects on corn yields. Agronomy Journal, Madison, 63(1) : 12-4, Jan./Feb. 1971.
41. MACHADO, J.A. et alii. Avaliação de cultivares de milho (Zea mays L.) de porte baixo. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MILHO E SORGO, 11., Piracicaba, 1976. Anais... Piracicaba, ESAIQ, 1976. p. 39-43.
42. MAGNAVACA, R.; LOBATO NETO, J. & SILVA, J. Efeito de borba em um híbrido de milho. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Rio de Janeiro, 6:273-8, 1971.
43. MALAVOLTA, E. et alii. Estudos sobre a nutrição mineral do milho. Efeito de doses crescentes de N, P e K no crescimento, produção e composição mineral da variedade 'Piranão' em condições controladas. Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiróz", Piracicaba, 33:479-99, 1976.
44. MEDEIROS, J.B. & SILVA, P.R.F. Efeitos de níveis de nitrogênio e densidades de semeadura no rendimento de grãos e em outras características agrônômicas de duas cultivares de milho. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MILHO E SORGO, 10., Sete Lagoas, 1974. Anais... Sete Lagoas, EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo, 1974. p. 1-11.

45. MILBOURN, G.M.; TILEY, G.E.D. & CARR, M.K.V. Planting density of grain maize in South-East-England. Experimental Agriculture, Cambridge, 14(3):261-8, July, 1978.
46. 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.
47. _____. A interação entre o número de plantas e o nível de adubação nitrogenada em cobertura no milho (Zea mays L.) . Agronomia Sulriograndense, Porto Alegre, 15(1):111-8, 1979.
48. _____. Milho; distribuição da distancia entre linhas. Lavoura Arrozeira, Porto Alegre, 30(299):28, maio/jun. 1977.
49. _____ & CARVALHO, F.I. Influência do número de plantas por unidade de área sobre o rendimento de grãos e outras características em milho de ciclo longo. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MILHO, 8., Porto Alegre, 1970. Anais... Porto Alegre , UFRS, 1970. p. 1-3.
50. NORDEN, A.J. Response of corn (Zea mays L.) to population, big height, and genotype on poorly drained sand soil. II. Top growth and root relationships. Agronomy Journal, Madison , 58(3):299-302, May/June, 1966.

51. NOVAIS, R.F.; GALVÃO, J.D. & BRAGA, J.M. Efeitos de nitrogênio, população de plantas e híbridos sobre a produção de grãos e sobre algumas características agrônômicas da cultura do milho. Experientiae, Viçosa, 12(2):341-80, dez. 1971.
52. ORTIZ-SOLORIO, C.A. & LA CERDA, H.C. El efecto del suelo e clima sobre la producción de maiz en el area de influencia de chapingo Bajo en diferentes niveles de manejo. Agrociencia, Chapingo, (19):83-91, 1975.
53. PAIXÃO, J.S. et alii. Adubos nitrogenados e populações em quatro localidades. Boletim de Agricultura, Belo Horizonte , 8(11-12):174-7, 1959.
54. PATERNIANI, E. Comportamento do milho de porte baixo em dias densidades de plantas. In: ESALQ, Instituto de Genética . Relatório Científico do Instituto de Genética. Piracicaba , 1971. p. 133-5.
55. PEIXOTO, T.C. et alii. O efeito da introdução de poligenes para redução do porte das plantas de milho (Zea mays L.). In: ESALQ. Instituto de Genética. Relatório Científico do Instituto de Genética. Piracicaba, 1976. p. 174-7.
56. PENDLETON, S.W. & SEIF, R.D. Plant population and row spacing studies with brachitic-2 dwarfs corn. Crop Science, Madison , 1(6):433-5, Nov./Dec. 1961.

57. PEREIRA FILHO, I.A. Comportamento dos cultivares de milho (Zea mays L.) 'Piranão' e 'Centralmex' em diferentes condições de ambientes, espaçamentos e níveis de nitrogênio. Lavras , ESAL, 1977. (Tese M.S.).
58. PIMENTEL GOMES, F. & CAMPOS, H. de. Resultados de ensaios de adubação. In: KRUG, C.A. et alii. Cultura e adubação do milho. São Paulo, Instituto Brasileiro de Potassa, 1966 . p. 429-49.
59. PONS, A.L. Nitrogenio na cultura do milho. Ipagro Informa , Porto Alegre, (20):31-4, 1978.
60. POZAR, G. & ZINSLY, J.R. Estudo comparativo entre vários genes que afetam a arquitetura da planta de milho (Zea mays L.). In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MILHO E SORGO, 11. Piracicaba , 1976. Anais... Piracicaba, ESALQ, 1976. p. 39-43.
61. PRINE, G.M. & SCHRODER, V.W. Above-soil enviroment limits yield of semiprolific corn as plant population increases . Crop Science, Madison, 5(4):361-2, May/June, 1964.
62. RAMIREZ, R. Fertilización nitrogenada y densidade de siembra del maiz en la serie Maracay. Agronomia Tropical, Maracay, 14(3):155-67, 1967.
63. REGIS, E.O.; SAMPAIO, J.V. & SOUZA, F.S. Adubação orgânica e mineral para a cultura do milho. Boletim Técnico do Instituto Agrônômico do Leste, Cruz das Almas, 4(1):25-33, 1957.

64. REZENDE, J.A.M. & PATERNIANI, E. Comparação entre o milho 'Piranão' A e 'Piranão' B (plantas baixas) em dois locais e dois espaçamentos. In: REUNIÃO BRASILEIRA DO MILHO E SORGO, 11., Piracicaba, 1976. Anais... Piracicaba, ESALQ, 1976 . p. 93-100.
65. RIBEIRAL, V.C. Efeito do gene braquítico-2 na produtividade e outras características fenotípicas de híbridos de milho. In: REUNIÃO BRASILEIRA DO MILHO E SORGO, 11., Piracicaba, 1976. Anais... Piracicaba, ESALQ, 1976. p. 115-20.
66. RISSI, R. et alii. Comportamento de híbridos e populações de milho (Zea mays L.) de porte baixo, em duas densidades de plantio e em quatro locais. In: ESALQ. Instituto de Genética. Relatório Científico do Instituto de Genética. Piracicaba, 1976. p. 186-96.
67. ROBERTSON, W.R.; TOMPSON, JR., L.G. & HAMMOND, L.C. Yield and nutrient removal by corn (Zea mays L.) for grain as influenced by fertilizer plant population and hybrid. Soil Science of America Proceedings, Madison, 32(2):245-8, Mar./Apr. 1968.
68. ROSSMAN, R.B. & COOK, E.W. Performance of five maize hybrid in varying plant population and row widths. Agronomy Journal, Madison, 62(2):255-9, Mar./Apr. 1967.

69. RUSSEL, W.A. Hybrid performance of maize inbred lines selected by testeross performance in low high plant densities. Crop Science, Madison, 9(2):185-8, Mar./Apr. 1969.
70. _____. Produção e estabilidade de comportamento de híbridos não prolíficos e prolíficos. São Paulo, Fundação Cargil, s.d. 39 p.
71. RUTGER, J.N. & CROWDER, L.V. Effect of plant density on silage an grain yield of six hybrids. Crop Science, Madison, 7(3):182-4, May/June, 1967.
72. SÁ LEITE, C.A. Pesquisas agrícolas com milho. Porte Alegre, Secretaria da Agricultura, 1959. p. 27-41.
73. SANTOS, J.M. et alii. Balanço de radiação em campos cultivados com milho 'Piranão'. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MILHO E SORGO. 11, Piracicaba. Anais... Piracicaba, ESALQ, 1976, p. 506-16.
74. SCARSBROCK, C.E. & DOSS, B.D. Leaf area index and radiation as related to corn yield. Agronomy Journal, Madison, 65(13): 459-61, May/June, 1973.
75. II CONCURSO Agrocerees de produtividade de milho. Jornal Agrocerees, São Paulo, 8(91):1-8, ago. 1979. Encarte especial.

76. SILVA, P.R.F. & MUNDSTOCK, C.M. Determinação dos efeitos de quatro densidades de plantas no rendimento de grãos e características de seis cultivares de milho. Revista da Faculdade de Agronomia da Universidade do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1(2):141-56, 1976.
77. SILVA, R.P. Influência de diferentes niveles de nitrogenio y poblaciones de plantas sobre los rendimientos en maiz (Zea mays L.). Agronomia Tropical, Maracay, 27(4):451-9, jul./ago. 1977.
78. 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.
79. SIQUEIRA, L.A. & CUNHA, M.A.P. Competição de espaçamentos e densidades de plantas na cultura do milho em Sergipe. Aracaju, EMBRAPA, 1976. 8 p. (Comunicado Técnico, 04).
80. SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. Comissão Permanente de Métodos de Trabalho de Campo. Manual de métodos de trabalho de campo; 2ª aproximação. Rio de Janeiro, Divisão de Pedologia e Fertilidade do Solo, 1967. 33 p.
81. STINSON, JR., H.T. & MOSS, D.N. Some effects of shade upon corn hybrids tolerant and intolerant of planting. Agronomy Journal, Madison, 58(8):462-4, Aug. 1960.

82. STIVERS, R.K.; GRIFFITH, D.R. & CHRISTIMAS, E.P. Corn performance in relation to row spacings, population and hybrids on five soils in Indiana. Agronomy Journal, Madison, 63(4): 580-2, July/Aug. 1971.
83. TERMUDE, D.E. et alii. Effects of population levels on yield and maturity of maize hybrids grow on the Northern Great Plains. Agronomy Journal, Madison, 55(6):551-5, Nov./Dec. 1963.
84. TIMMONS, D.R.; HOLT, R.F. & MORANGHAN, J.T. Effect of corn population on yield, evapotranspiration and water-use efficiency in the north-west Corn Belt. Agronomy Journal, Madison, 58(4):429-32, July/Aug. 1966.
85. TOLEDO, F.F. de & MARCOS FILHO, J. Manual de Sementes; Tecnologia da produção. São Paulo, Agronômica Ceres, 1977. 224p.
86. VETTORI, L. Métodos de análises. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura, 1969. 24 p. (Boletim Técnico, 7).
87. VIEGAS, G.L. Adubação do milho. II. Adubação mineral quantitativa. Bragantia, Campinas, 14(16):149-70, mar. 1954/55.
88. VIEGAS, G.P.; ANDRADE SOBRINHO, J. & VENTURINI, W.R. Comportamento dos milhos 'H6999', 'Asteca' e 'Cateto' em três níveis de adubação e três espaçamentos em S. Paulo. Bragantia, Campinas, 22(18):201-36, mar. 1963.

89. VIEGAS, G.P. & CATANI, R.A. Adubação do milho. III. Adubação mineral quantitativa. Bragantia, Campinas, 14(17):171-8, abr. 1954/55.
90. VIEIRA, J.M. Produção de grãos, teores de proteína e lisina em cultivares de milho opaco-2 e normal, em presença de níveis de adubação nitrogenada e fostatada. Viçosa, UFV, Imprensa Universitária, 1975. 39 p. (Tese M.S.).
91. VON BULOW, J.F.W. Efeitos do gene braquítico-2 em populações análogas e em híbrido de milho (Zea mays L.). Pesquisa Agropecuária Brasileira: Série Agronômica, Rio de Janeiro, 6: 155-61, 1971.
92. WILLIAMS, W.A. et alii. Canopy architecture at various population densities and growth and grain yield of corn. Crop Science, Madison, 8(3):303-8, May/June, 1968.
93. WOOLEY, D.G. et alii. Performance of four corn hybrids in single-cross hybrids as influenced by plant density and spacing patterns. Crop Science, Madison, 2(5):441-4, Sept./Oct., 1962.
94. YAO, A.Y. & SHAW, R.N. Effect of plant population and plant pattern of the distribution of net radiation. Agronomy Journal, Madison, 56(2):165-9, Mar./Apr. 1964.
95. _____ & _____. Effect of plant population and planting pattern corn on water use and yield. Agronomy Journal, Madison, 56(2):147-52, May/June, 1964.