

PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DE FORRAGEM DE MILHO EM FUNÇÃO DA POPULAÇÃO DE PLANTAS, DO SISTEMA DE PREPARO DO SOLO E DA ADUBAÇÃO¹

PRODUCTIVITY AND QUALITY OF CORN FORAGE AS A FUNCTION OF PLANT POPULATION AND SOIL MANAGEMENT AND FERTILIZATION.

Émerson Borghi^{2*}, Luiz Malcolm Mano de Mello³, Antonio Fernando Bergamaschine⁴, Carlos Alexandre Costa Crusciol⁵

¹ Projeto financiado pela FAPESP.

² Eng. Agr., Prof. Colaborador, Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO), Departamento de Agronomia, 85040-080, Guarapuava, Paraná.

³ Eng. Agr., Prof. Adjunto, Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos, Faculdade de Engenharia (FE), UNESP, Caixa Postal 56, 13385-000, Ilha Solteira, São Paulo.

⁴ Zootecnista, Prof. Adjunto, Departamento de Zootecnia, FE, UNESP, Ilha Solteira, São Paulo.

⁵ Eng. Agr., Prof. Adjunto, Departamento de Produção Vegetal, FCA, UNESP, Fazenda Experimental Lageado S/N, Caixa Postal 257, 18610-303, Botucatu, São Paulo – Bolsista CNPq. *Autor para correspondência. e-mail: borghi@fca.unesp.br

(Recebido para Publicação em 02/05/2005, Aprovado em 14/02/2007)

RESUMO

A distribuição equidistante de plantas de milho sob espaçamento reduzido pode ocasionar melhor absorção de nutrientes, porém, fatores como fertilidade do solo ou sistemas de preparo incorretos podem influenciar na produtividade de matéria seca. Sendo assim, fatores como preparo adequado do solo e aumento na disponibilidade de nutrientes através da adubação podem proporcionar acréscimos na produtividade, tanto de grãos como de matéria seca. O trabalho objetivou estudar o comportamento do milho em diferentes populações, bem como doses de adubação, sob diferentes sistemas de manejo do solo, em espaçamento reduzido. O experimento foi realizado em Latossolo Vermelho Distrófico, em Selvíria, MS, em blocos ao acaso em esquema fatorial 3x3x2, com três tratamentos de preparo do solo (convencional, cultivo mínimo e plantio direto), três populações de plantas (55.000, 65.000 e 75.000 plantas ha⁻¹) e dois níveis de adubação sendo uma de acordo com a recomendação para a cultura e outra proporcional ao aumento populacional, com quatro repetições. Avaliaram-se a produtividade de forragem, componentes bromatológicos e a porcentagem de matéria seca em sua composição. Os resultados mostram que a densidade de plantas não afetou a produção de matéria seca e que os sistemas de manejo do solo e adubações não influenciaram a produção e a qualidade da forragem.

PALAVRAS-CHAVE: *Zea mays L.*, distribuição espacial, produção de matéria seca, valor protéico.

ABSTRACT

The equity spacing of corn plants in the row could allow better nutrient absorption. However, the soil fertility or incorrect management may influence in the dry matter productivity. The adequate soil management and the increase of nutrient availability through mineral fertilizer can improve the grain and dry matter productivity. These work aimed to evaluate an Oxisol, Selvíria, MS, Brazil, in randomized blocks in factorial outline 3x3x2, under three soil management treatments (conventional planted, minimum tillage and no tillage), three corn populations (55.000, 65.000 and 75.000 plants ha⁻¹) and two fertilizer levels, according to the crop recommendation and other proposed population increases, with four replications. The single hybrid com P30F33 was sown with 0.45m of row spacing. It were evaluated forage yield, bromatologic components and dry matter percent in its composition. The increase of plant population did not alter the production, but reduced forage quality. The no-tillage system provided less corn forage quality. The plant densities did not affect the dry matter production and the soil management system and fertilizer uses did not influence dry matter and forage quality.

Key words: *Zea mays L.*, plant stand, forage production, dry matter percent, protein value.

INTRODUÇÃO

A cultura do milho representa o produto mais importante para a agricultura nacional, porém ainda é, em grande parte, praticada no sistema convencional de preparo do solo, com espaçamentos, adubações e populações recomendadas há muitos anos. Pesquisas recentes apontam que a redução do espaçamento entre linhas de semeadura de 0,90 metros para 0,45 metros, combinado com a redução no número de plantas nas linhas, têm contribuído para o aumento da produtividade (PENARIOL et al., 2002; AMARAL FILHO et al., 2002), porém pouco se conhece sobre a influência do sistema de manejo do solo nesta nova distribuição espacial de plantas.

O interesse em reduzir o espaçamento entre linhas do milho tem aumentado em regiões com estação estival de crescimento reduzida (ALMEIDA et al., 2000), o que limita a semeadura em determinadas épocas do ano devido às vantagens potenciais, como maior eficiência de utilização da radiação solar (SANGOI et al., 2005). Para isso, estudos multidisciplinares, com destaque para a adubação, são necessários para que se alcancem elevadas produtividades.

Em virtude das modificações introduzidas pelo melhoramento vegetal nos genótipos de milho nos últimos anos, torna-se necessário reavaliar as recomendações de práticas de manejo, inclusive no sistema de adubação visando altas produtividades, uma vez que os ganhos decorrentes da redução do espaçamento pode estar associada ao material genético e a densidade de plantas (ALMEIDA et al., 2000; ARGENTA, 2001a). Híbridos mais precoces (ciclo mais curto) requerem maior densidade de semeadura de plantas em relação aos de ciclo normal, em virtude de sua menor estatura, menor área foliar e menor sombreamento do dossel da cultura (SANGOI et al., 2001). DUNCAN (1984) relata que altas densidades de plantas aumentam o índice de área foliar e a produtividade de matéria seca, mas provocam o aumento da competição entre plantas, reduzindo o índice de colheita.

De maneira geral, a densidade de semeadura ótima é o número de plantas capaz de explorar de maneira mais eficiente os recursos ambientais de uma determinada área. Da mesma forma, possibilita a expressão do potencial

genético integral por meio da adequação física que permita melhor desempenho das atividades fisiológicas (ENDRES & TEIXEIRA, 1997).

De acordo com ARGENTA et al. (2000), o manejo da densidade de semeadura e o arranjo de plantas também podem ser manipulados pela sua distribuição na linha. Para determinar o estande de plantas adequado por área, alguns aspectos devem ser levados em conta, como o híbrido a ser semeado, a fertilidade do solo e conseqüente nível de adubação, época de semeadura, além de dados climáticos e o histórico de cultivos anteriores (SANGOI et al., 2005). Além disso, vale ressaltar que o sistema de cultivo pode influenciar diretamente nessas variáveis, principalmente por interferir na disponibilidade de nutrientes e de água para a cultura (FORNASIERI FILHO, 1992).

Na maioria das regiões produtoras de milho no Brasil, o espaçamento recomendado para produção de forragem é de 0,9 a 1,0m entre linhas, com densidade de 5 plantas por metro, perfazendo cerca de 50 a 55,5 mil plantas por hectare. O espaçamento tradicional de um metro entre linhas é originário do uso de animais nas lavouras para realização dos tratos culturais (MUNDSTOCK, 1977). Além disso, na maioria das regiões produtoras de milho, as recomendações de espaçamento entre linhas, densidade populacional e sistema de adubação são as mesmas para o sistema convencional de cultivo.

Desta maneira, o aumento da densidade de semeadura concomitante a redução no espaçamento entre linhas pode requerer acréscimos na absorção de nutrientes pelas plantas para a expressão do potencial máximo da cultura, uma vez que haverá mais plantas competindo por água, luz e nutrientes dentro de um mesmo espaço físico. Assim, a escolha do arranjo de plantas é uma das práticas de manejo de maior importância para otimizar a produtividade de grãos de milho, pois afeta diretamente a interceptação da radiação solar, que é um dos principais fatores determinantes da produtividade (SANGOI et al., 2005).

Práticas de manejo que influenciam a temperatura e/ou os efeitos da água disponível no solo provocam uma seleção de híbridos por maturidade, data de semeadura e densidade de plantas que influenciará, portanto, no índice de área foliar e na produtividade de matéria seca (GISKIN & EFRON, 1986). DUNCAN (1984) relata que altas densidades de plantas aumentam o índice de área foliar e a produtividade de matéria seca, mas provocam o aumento

da competição entre plantas, reduzindo o índice de colheita e a produção de grãos por área. ALLEN et al. (1997) consideram que a produção de grãos não pode ser considerada como único indicativo para seleção de cultivares de milho para silagem. Apesar de existir uma relação levemente negativa entre produtividade e qualidade de forragem, observa-se uma variação nesta última característica entre os cultivares mais produtivos, o que acaba permitindo a seleção de cultivares com alta qualidade sem redução na produtividade.

A forma como o cultivo do milho vem sendo empregado, nos últimos anos, tem provocado sérios danos ao ambiente, principalmente no que diz respeito à degradação do solo. Assim, a utilização de sistemas de manejo do solo que revertam o processo de degradação tem proporcionado, além dos ganhos ambientais, aumentos de produtividade da cultura. Dentre estes sistemas destaca-se o plantio direto, que tem como requisitos o não revolvimento do solo, a cobertura permanente e a rotação de culturas, refletindo diretamente em maior quantidade de água armazenada no perfil do solo, menor lixiviação de nutrientes e incremento no teor de matéria orgânica. Os resultados na literatura envolvendo sistemas de preparo do solo na cultura do milho são bastante divergentes. Maiores produtividades de milho no sistema de plantio direto, em relação a outros sistemas de manejo do solo, foram relatados por HERNANI (1997), e menores por KLUTHCOUSKI et al. (2000) e BALBINO et al. (1994). O sistema de manejo do solo adequado favorece o desenvolvimento radicular e a absorção de nutrientes e por conseguinte o desenvolvimento das plantas (ARF et al., 2002).

A necessidade nutricional das plantas é outro fator que deve ser considerado, quando da alteração da densidade populacional, uma vez que o milho é muito exigente em fertilidade do solo (BÜLL & CANTARELLA, 1993). O milho responde progressivamente a altas adubações, principalmente em relação ao nitrogênio e ao potássio, desde que outros fatores não sejam limitantes, uma vez que estes nutrientes são extraídos em grandes quantidades por ocasião da colheita para forragem.

A variação na densidade de semeadura de plantas deve implicar também na variação no nível de adubação, pois com mais plantas por área a retirada de nutrientes será maior. Assim, a adubação com base na análise de solo e na densidade de semeadura de plantas se justifica.

Deve-se considerar também a produtividade esperada, conforme preconiza RAIJ et al. (1996).

O presente trabalho teve por objetivo avaliar a produtividade e a qualidade da forragem de milho em função da adubação por área e por planta, em diferentes populações, nos sistemas de preparo convencional, mínimo e plantio direto.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no ano agrícola 2000/2001, em condições de campo, em área localizada no município de Selvíria, MS, pertencente à Faculdade de Engenharia da UNESP, Campus de Ilha Solteira, apresentando como coordenadas geográficas 51°22' de longitude oeste e 20°22' de latitude sul, com altitude de 335 metros. O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Vermelho Distrófico típico argiloso, A moderado, hipodistrófico álico, caulínítico, férrico, compactado, muito profundo e moderadamente ácido (LVd) (EMBRAPA, 1999). A área experimental apresenta declive médio de 4%, boa drenagem, precipitação média anual de 1370 mm, temperatura média de 23,5°C e a umidade relativa do ar entre 70 e 80%.

Antes da instalação do experimento foram coletadas amostras de solo para análise de fertilidade, de 0 a 0,20m de profundidade, seguindo metodologia proposta por RAIJ & QUAGGIO (1983). Os resultados foram os seguintes: pH (CaCl₂) = 5,2; M.O = 38,5 g kg⁻¹; P (resina) = 41 mg dm⁻³; K, Ca, Mg e H+Al = 3,8; 38; 12 e 32 mmol_c dm⁻³, respectivamente, e saturação por bases = 61%.

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial 3x3x2. As parcelas foram constituídas por três sistemas de manejo do solo (plantio convencional, cultivo mínimo e plantio direto), as subparcelas por três populações de plantas (55.000, 65.000 e 75.000 plantas ha⁻¹) e as subsubparcelas por dois sistemas de adubação: 1. por área: seguindo as recomendações de RAIJ et al. (1996) para a cultura do milho; 2. por planta: calculado em função da densidade populacional, com 4 repetições. Cada unidade experimental (subsubparcelas) apresentou uma área total de 72 m².

Os sistemas de manejo do solo, adotados na área há cinco anos, consistiram em: Preparo Convencional – compreendendo uma aração e duas gradagens; Cultivo Mínimo – compreendendo dessecação das parcelas

utilizando-se mistura de herbicidas: 2,4 D (720 g ha⁻¹) e Glyphosate (1,65 kg ha⁻¹), seguida de escarificação; Plantio Direto - dessecação das parcelas utilizando a mistura de herbicidas: 2,4 D (720 g ha⁻¹) e Glyphosate (1,65 kg ha⁻¹).

Na semeadura, realizada em janeiro/2001, foram utilizadas sementes de milho híbrido Pioneer 30F33 em quantidades suficientes para atender as populações desejadas. A cultura do milho foi semeada em espaçamento de 0,45 metros entre linhas, utilizando semeadora-adubadora com 7 linhas para plantio direto. Como tratamento de sementes utilizou-se o inseticida Thiocarb (300 g L⁻¹ de i. a.) na dose de 1,6 L / 100 kg semente.

As adubações propostas para o experimento foram calculadas de acordo com RAIJ et al. (1996). No sistema de adubação por área, a quantidade calculada foi de 500 kg ha⁻¹ do fertilizante Multifosfato magnésiano de fórmula 06-19-10, com os seguintes níveis mínimos de garantia: N-6%; P-19%; K-10%; Ca-8%; Mg-2,4%; S-5%; Zn-0,5%; B-0,15%; Cu-0,05%. Para o sistema de adubação por planta, as quantidades foram as seguintes: 500, 590 e 680 kg ha⁻¹ para 55.000, 65.000 e 75.000 plantas por hectare, respectivamente.

Tanto para a adubação de semeadura quanto de cobertura, o cálculo da quantidade de fertilizante levou em consideração a análise química do solo realizada previamente à semeadura, a produtividade esperada de matéria seca (8-12 ton ha⁻¹) e estande de 55.000 plantas ha⁻¹ (RAIJ et al., 1996).

Logo após a emergência das plântulas no campo foi efetuada uma aplicação em área total do herbicida Atrazine (500 g L⁻¹) na dose de 1,5 kg ha⁻¹ e, aos 17 dias após a emergência, foi efetuado o controle da lagarta do cartucho (*Spodoptera frugiperda*) com inseticida Lufenuron (50 g L⁻¹ de i. a.), na dose de 350 mL ha⁻¹.

A adubação de cobertura, à lanço, foi realizada no estádio de 5 folhas desenvolvidas, correspondendo a 20 dias após emergência do milho. Na ocasião, foi utilizado o fertilizante de formulação 30-00-06 nas quantidades de 330 kg ha⁻¹, para as parcelas com adubação por área. Nas parcelas com sistema de adubação de acordo com o estande as doses foram de 330, 400 e 455 kg ha⁻¹ para 55.000, 65.000 e 75.000 plantas por hectare, respectivamente.

Durante o período experimental determinou-se a precipitação pluvial e temperaturas máxima e mínima diárias (Figura 1).

A colheita do milho foi realizada 85 dias após a emergência, no estágio de grão farináceo (observado pela linha do leite). Para tanto, foram colhidas e pesadas as plantas de 3 linhas com comprimento de 5 metros cada, contidas na área útil de cada unidade experimental, sendo separadas 10 plantas aleatoriamente para serem picadas

com auxílio de uma picadora mecânica estacionária, as quais foram acondicionadas em sacos de papel e secas em estufa de circulação forçada de ar a 105° C até peso constante. Destas amostras, determinou-se a porcentagem de matéria seca (% MS) utilizada no cálculo da produção de matéria seca por hectare, e os caracteres de qualidade.

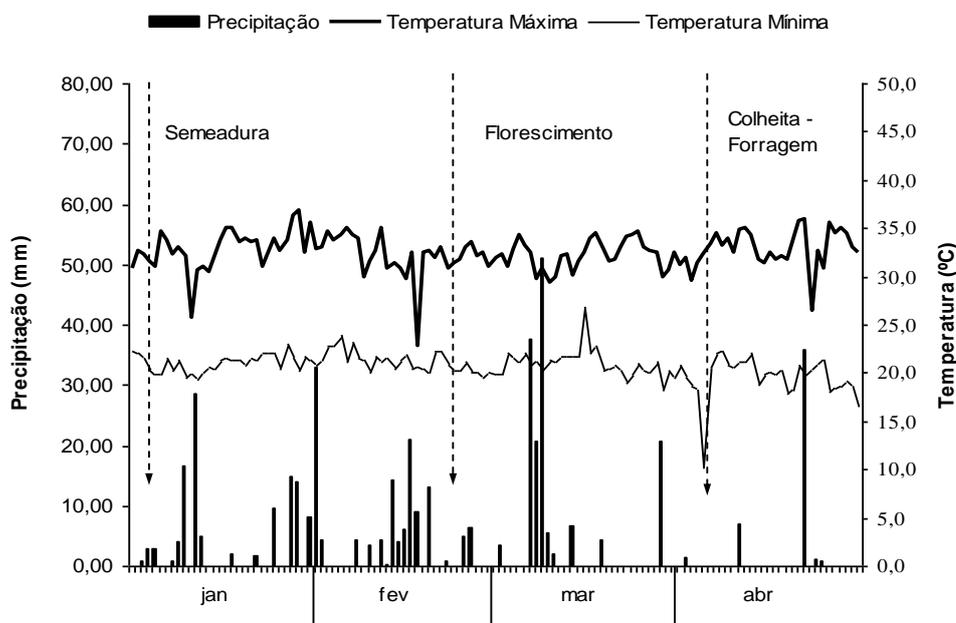


Figura 1 – Precipitação pluvial (mm), temperatura máxima e mínima (°C) registradas no ano agrícola 2000-2001, e estádios fenológicos da cultura do milho. Fazenda de Ensino e Pesquisa, UNESP, Selvíria, MS.

Os teores de proteína bruta (PB), fibra detergente neutro (FDN) e fibra detergente ácido (FDA) foram determinados de acordo com SILVA (1990).

A estimativa dos teores de nutrientes digestíveis totais (NDT) foi obtida utilizando-se a equação proposta por UNDERSANDER et al. (1993):

$$\%NDT = 87,84 - (0,7 \times \% FDA) \quad (1)$$

Onde: % NDT – porcentagem de nutrientes digestíveis totais; % FDA – fibra detergente ácido.

A análise estatística consistiu da análise de variância e da comparação das médias dos tratamentos pelo teste de F para adubação, do teste Tukey ($P < 0,05$) para sistemas de manejo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Produtividade e porcentagem de matéria seca na forragem de milho

A produção de forragem não foi influenciada pelos fatores estudados (Tabelas 1 e 2). Para LAVEZZO et al. (1997), a produção de matéria seca está relacionada com a época de ensilagem, pois, com o desenvolvimento vegetativo da planta, aumenta-se a proporção de espigas e, portanto, o valor nutritivo da silagem.

No entanto, é importante ressaltar que era esperada maior produtividade de matéria seca de forragem com o aumento da densidade de semeadura de plantas por área ($75.000 \text{ plantas ha}^{-1}$), aliada a uma maior disponibilidade de nutrientes fornecida pelo sistema de adubação por planta, o que acabou não ocorrendo.

De acordo com as especificações para silagem (PIONEER, 2000), nas condições em que o experimento foi conduzido e para a respectiva região de cultivo (Centro-Oeste), o estande recomendada para o híbrido P30F33 seria de $60.000 \text{ plantas ha}^{-1}$, visando a obtenção da máxima produtividade, tanto de grãos como de matéria

BORGHI et al. Produtividade e qualidade de forragem de milho em função da população de plantas, do sistema de...

seca. Isso explica em parte a maior produção de forragem para o estande de 65.000 plantas ha^{-1} , sendo superior

1683 kg ha^{-1} em relação a população de 55.000 plantas ha^{-1} , embora estatisticamente semelhantes (Tabela 2).

Tabela 1: Análise de variância para as variáveis produção de forragem, porcentagem de matéria seca (MS), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), proteína bruta (PB) e nutrientes digestíveis totais (NDT) do milho cultivado em diferentes sistemas de manejo do solo, estande de plantas e adubações. Selvíria, MS, 2001.

Causas da variação	G. L.	Produção de forragem		MS		FDN		FDA		PB		NDT	
		Q. M.	F	Q. M.	F	Q. M.	F	Q. M.	F	Q. M.	F	Q. M.	F
Repetições	3												
Preparo (Pre)	2	8147192	1,21 ^{ns}	61,19	2,02 ^{ns}	32,33	1,33 ^{ns}	29,87	1,62 ^{ns}	6,54	4,85*	15,33	1,65 ^{ns}
População (Pop)	2	21037307	3,13 ^{ns}	35,39	1,15 ^{ns}	118,25	4,87*	172,15	9,37*	8,47	6,28*	88,69	9,53*
Adubação (Adu)	1	7832882	1,17 ^{ns}	2,87	0,09 ^{ns}	2,35	0,10 ^{ns}	27,69	1,51 ^{ns}	1,39	1,03 ^{ns}	16,05	1,72 ^{ns}
Pop x Pre	4	5502564	0,82 ^{ns}	17,08	0,56 ^{ns}	16,46	0,68 ^{ns}	17,32	0,94 ^{ns}	2,32	1,72 ^{ns}	9,83	1,06 ^{ns}
Pop x Adu	2	5676009	0,70 ^{ns}	44,15	0,88 ^{ns}	18,02	2,37 ^{ns}	7,97	1,21 ^{ns}	0,40	0,41 ^{ns}	7,64	0,82 ^{ns}
Pre x Adu	2	4711098	0,85 ^{ns}	27,08	1,44 ^{ns}	57,55	0,74 ^{ns}	22,23	0,43 ^{ns}	0,55	0,30 ^{ns}	6,48	0,69 ^{ns}
Pop x Pre x Adu	4	7780958	1,16 ^{ns}	9,56	0,31 ^{ns}	29,50	1,22 ^{ns}	11,55	0,63 ^{ns}	0,74	0,55 ^{ns}	4,07	0,44 ^{ns}
Resíduo	51	6706544		30,64		24,26		18,37		1,35		9,31	
CV (%)		17,53		13,64		8,01		11,05		11,87		4,42	

Efeito significativo (P<0,05)

Tabela 2: Valores médios de produtividade de forragem (kg ha^{-1}), matéria seca (MS), fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA), proteína bruta (PB) e nutrientes digestíveis totais (NDT), expressos em porcentagem da cultura do milho cultivado em diferentes sistemas de manejo do solo, estande de plantas e adubações. Selvíria, MS, 2001.

Tratamentos	Produtividade de forragem	MS	FDN	FDA	PB	NDT
	(kg ha^{-1})	%				
Sistema de preparo do solo						
Plantio Convencional	14470 a	42,4 a	60,6 a	37,5 a	9,8 ab	70,0 a
Cultivo Mínimo	14407 a	40,0 a	61,0 a	39,1 a	10,3 a	68,7 a
Plantio Direto	15446 a	39,4 a	63,0 a	19,7 a	9,2 b	68,4 a
População (pl ha^{-1})						
55.000	13696 a	42,0 a	59,5 b	36,5 b	10,4 a	70,8 a
65.000	15379 a	41,0 a	61,0 ab	38,1 b	9,8 ab	69,2 a
75.000	15248 a	39,3 a	64,0 a	42,0 a	9,2 b	67,2 b
Sistema de adubação						
Área	15104 a	41,0 a	61,3 a	38,1 a	9,6 a	69,0 a
Planta	14444 a	39,3 a	61,6 a	39,4 a	10,0 a	68,6 a

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade (Tukey). Letras minúsculas referem-se às colunas.

Do ponto de vista econômico, os resultados encontrados podem tornar-se atrativos, uma vez que, a depender da quantidade de animais a serem suplementados e do seu respectivo ganho de peso, esta diferença na produtividade pode representar o retorno econômico esperado pelo produtor, viabilizando a utilização deste volumoso.

Os resultados encontrados corroboram com os obtidos por XIMENES (1991), que não verificou influência do aumento do estande de plantas sobre a produção de matéria seca.

Segundo ARGENTA et al. (2001), a influência dos fatores limitantes de uma cultura pode ser melhor compreendida se for conhecido o potencial máximo de produção, mesmo que o ambiente interfira, fazendo com que a produtividade obtida freqüentemente seja menor que o potencial esperado.

Por outro lado, o aumento demasiado do estande de plantas na área proporciona maior competição por água, luz e nutrientes e, conseqüentemente, as plantas tornam-se mais altas, porém com colmos mais finos e com folhas mais eretas o que de certa forma contribui diretamente na redução da porcentagem de matéria seca decorrente da

menor radiação solar recebida no interior do dossel da cultura (ARGENTA et al., 2000; ARGENTA et al., 2001).

A porcentagem de matéria seca não foi influenciada pelos fatores estudados (Tabelas 1 e 2), assim como verificado na produção de forragem. Isto é atribuído ao estágio de desenvolvimento em que a planta foi colhida, determinado quando a "linha do leite" ocupava 2/3 do volume do grão, tendo maior participação das partes vegetativas (colmos e folhas) do que a fração grão.

Assim como a produtividade de forragem, era esperado que o aumento do estande de plantas conjuntamente à maior disponibilidade de nutrientes, fornecida pelo sistema de adubação por planta, promovesse aumento na proporção de matéria seca, porém os resultados obtidos não confirmaram tal hipótese. Para LAVEZZO et al. (1997), a produção de matéria seca está relacionada com a época de ensilagem, pois com o desenvolvimento vegetativo da planta, aumenta-se a proporção de espigas e, portanto, o valor nutritivo da silagem. Por outro lado, quanto mais velha a planta, maior o teor de fibras nas folhas e colmos.

Qualidade da forragem de milho

Os resultados de fibra detergente neutro (FDN) estão contidos na Tabela 2. Constata-se que a variável sofreu influência da população de plantas (Tabela 1), onde o aumento da densidade populacional proporcionou maiores porcentagens de FDN (Tabela 2), muito embora na população recomendada para este híbrido os valores foram significativamente semelhantes aos demais. GRAYBILL et al. (1991), trabalhando com uma densidade de 80.000 plantas ha⁻¹ e 6 híbridos comerciais diferentes, concluíram que esta densidade pouco influenciou as concentrações de FDN e a qualidade da forragem produzida. Os teores de FDN estão dentro da faixa de 49 a 63%, encontrados por diversos autores para diferentes materiais de milho no Brasil (PEREIRA et al., 1997; ALMEIDA FILHO et al., 1999). Cabe salientar a importância desta variável, visto que as fibras obtidas por este método são compostas de celulose, hemicelulose e lignina, sendo os principais elementos determinantes da qualidade de uma forragem e, na silagem de milho, este contribui por, aproximadamente, 60% da matéria seca.

A adubação e os sistemas de preparo do solo não influenciaram essa variável (Tabela 1 e 2). Mesmo não tendo constatado efeito significativo para o fator adubação, esperaria que a aplicação por planta proporcionasse maior disponibilidade de nutrientes, resultando em maior desenvolvimento vegetativo da planta, com conseqüente aumento dos teores de celulose, hemicelulose e lignina, principalmente nas partes mais fibrosas, como o colmo (CAETANO, 2001) e, deste modo, a participação da fração grão na matéria seca da forragem seria reduzida. Tal fato pode estar relacionado à precipitação pluvial durante o período de florescimento (Figura 1), comprometendo o acúmulo e translocação de nutrientes pela planta, independente dos tratamentos avaliados.

Os valores de FDA também não apresentaram diferenças significativas em relação aos sistemas de preparo do solo e adubações (Tabela 2). Com relação às populações, nota-se, porém, que 75.000 plantas ha⁻¹ proporcionou valores superiores aos das demais populações. Os valores de FDA encontram-se superiores a faixa de 29 a 32% observados na literatura para a cultura do milho (ALMEIDA FILHO et al., 1999; CAETANO, 2001).

Contudo, cabe ressaltar que a determinação do FDA tem menor importância para quantificação da fibra em relação ao FDN. Porém, também expressa a

digestibilidade da forragem, além de ser fator fundamental na determinação dos nutrientes digestíveis totais.

Em relação aos valores de proteína bruta da forragem, os teores obtidos das plantas proveniente do sistema de cultivo mínimo foram maiores que o observado no plantio direto e semelhante ao convencional (Tabela 2). Em relação às populações, constata-se que a densidade de 75.000 plantas ha⁻¹ proporcionou menor teor protéico comparativamente às demais populações avaliadas. Isto pode ser explicado pelo fato de que, com maior população por área, a competição entre plantas por luz e nutrientes provoca redução na proporção folha:caule, aumentando assim a fibra e reduzindo a proteína.

Os valores encontrados para a porcentagem de proteína bruta foram superiores aos obtidos por MONTEIRO et al. (2000), os quais relatam que estas porcentagens na forragem ou silagem de milho variam de 6 a 9%, com média em torno de 7%. ONDEI (2001) relatou que o adensamento de plantas de milho para 0,45 metros entre linhas mantendo 60.000 plantas ha⁻¹ proporcionou 7,5 a 8,0% de proteína bruta na forragem, o que pode ser uma característica do híbrido, ou mesmo da fertilidade do solo utilizado no experimento.

Os valores altos referentes à proteína bruta obtidos no presente trabalho podem ser explicados pelo fato de se tratar de uma forragem a qual, por ser fornecida aos animais no momento do corte, propicia aproveitamento máximo dos nutrientes presentes na planta, diferindo da silagem, que pela compactação e, muitas vezes o modo de cobertura do material, apresenta alterações nas frações da proteína bruta, reduzindo o valor protéico.

O sistema de manejo do solo e o sistema de adubação não alteraram os valores de nutrientes digestíveis totais (Tabela 2). Quanto às populações de plantas, verifica-se que o aumento do estande reduziu os valores de NDT, assim como ocorreu para proteína bruta. Este resultado é conseqüência da elevação no teor de fibra (FDN e FDA) observado na maior população de plantas. Assim, quanto maior o teor de fibras, menor o teor de NDT e, portanto, menor a digestibilidade da forragem.

Os resultados obtidos foram superiores aos constatados por MACHADO et al. (1997) e ONDEI (2001), que verificaram valores de NDT da ordem de 56%, confirmando a importância da época adequada para colheita da forragem, concentrando mais energia em virtude do maior teor de NDT e da menor quantidade de fibras.

BORGHI et al. Produtividade e qualidade de forragem de milho em função da população de plantas, do sistema de...

Os resultados obtidos demonstram que o sistema de adubação proporcional à população de plantas não resultou em incremento da produção de forragem e da qualidade da mesma, demonstrando que o sistema de adubação proposto por RAIJ et al. (1996) é adequado para a variação de estande utilizada no presente trabalho.

Quanto ao aumento do estande, não houve maior produção de forragem e de matéria seca, fato agravado pelo menor valor nutritivo, independente do sistema de preparo do solo adotado. Embora tenha havido maior proporção de fibra, o aumento da população não implicou em aumento do valor protéico da forragem.

CONCLUSÕES

O aumento da população de plantas não altera a produção, mas reduz a qualidade da forragem.

O sistema de manejo do solo não altera a produção de forragem.

O sistema de plantio direto proporciona forragem de milho de menor qualidade

O sistema de adubação por área recomendado para o Estado de São Paulo pode ser empregado até para uma população de 75.000 plantas por hectare sem alterar a produção e a qualidade da forragem de milho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEN, M. S.; OBA, M.; CHOI, B. R. Silage: feed costs and performance affected by type of corn hybrid. **Feedstuffs**, Minnetonka, v. 69, n. 28, p. 11-31, 1997.

ALMEIDA, M. L.; MEROTTO JÚNIOR, A.; SANGOI, L. et al. Incremento na densidade de plantas: uma alternativa para aumentar o rendimento de grãos de milho em regiões de curta estação estival de crescimento. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 30, n. 1, p. 23-29, 2000.

ALMEIDA FILHO, S. L.; FONSECA, D. M.; GARCIA, R. et al. Características agrônômicas de cultivares de milho (*Zea mays* L.) e qualidade dos componentes e da silagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 28, n. 1, p. 7-13, 1999.

AMARAL FILHO, J. .P. R.; FORNASIERI FILHO, D.; BARBOSA, J. C. Influência do espaçamento, densidade populacional e adubação nitrogenada nas características produtivas em cultura do milho sob alta tecnologia. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 24,

2002, Florianópolis. **Resumos...** Florianópolis: ABMS, 2002. (CD – ROM).

ARF, O.; RODRIUES, R. A. F.; SÁ, M. E. et al. Preparo do solo, irrigação por aspersão e rendimento de engenho de arroz de terras altas. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 59, n. 2, p. 321-326, 2002.

ARGENTA, G; SILVA, P. R. F.; BORTOLINI, C. G. et al. Efeito do espaçamento entre linhas sobre a resposta de dois híbridos simples de milho à densidade de plantas. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 23, 2000, Uberlândia. **Congresso...** Uberlândia: ABMS, 2000. (CD – ROM).

ARGENTA, G; SILVA, P. R. F.; BORTOLINI, C. G. Resposta de híbridos simples de milho à redução do espaçamento entre linhas. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 23, 2000, Uberlândia. **Congresso...** Uberlândia: ABMS, 2000a. (CD – ROM).

ARGENTA, G.; SILVA, P. R. F.; SANGOI, L. Arranjo de plantas em milho: Análise do estado-da-arte. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 31, n. 6, p. 1075-1084, 2001.

ARGENTA, G.; SILVA, P. R. F.; BORTOLINI, C. G. et al. Resposta de híbridos simples de milho à redução no espaçamento entre linhas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 1, p. 71-78, 2001a.

BALBINO, L.C.; OLIVEIRA, E.F.; RALISCH, R. Desenvolvimento do milho (*Zea mays* L.) submetido a três sistemas de manejo em um Latossolo Roxo eutrófico. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 20., Goiânia, 1994. **Resumos**. Goiânia : ABMS, 1994. p.221.

CANTARELLA, H.; BÜLL, L.T. **Cultura do milho**: fatores que afetam a produtividade. Piracicaba: Potafós, 1993. 301 p.

CAETANO, H. **Avaliação de onze cultivares de milho colhidos em duas alturas de corte para produção de silagem**. 2001. Tese (Doutorado em Zootecnia / Produção Animal) – Faculdade de Ciências Agrônômicas e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2001.

DEINUM, B., STRUIK, P. C. Improving the nutritive value of forage maize. In: CONGRESS ON THE MAIZE AND SORGHUM SECTION OF EUCARPIA, 13, 1986, Wageningen. **Congress...**Wageningen, Netherlands: PUDOC, p. 77-90, 1986.

BORGHI et al. Produtividade e qualidade de forragem de milho em função da população de plantas, do sistema de...

DUNCAN, W. G. A theory to explain the relationship between corn population and grain yield. **Agronomy Journal**, Madison, v. 24, p. 1141-1145, 1984.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação dos solos**. Rio de Janeiro: EMBRAPA / CNPS, 1999. 412 p.

ENDRES, V. C.; TEIXEIRA, M. R. O. População de Plantas e arranjo entre fileiras. In: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA **Milho: informações técnicas**. Dourados, MS:EMBRAPA / CPAO, 1997. p. 108 – 110.

FORNASIERI FILHO, D. **A cultura do milho**. Jaboticabal: FUNEP, 1992. 273 p.

GISKIN, J., EFRON, Y. Planting date and foliar fertilization of corn grown for silage and grain under limited moisture. **Agronomy Journal**, Madison, v. 78, p. 426-429, 1986.

GRAYBILL, J. S., COX, W. J., OTIS, D. J. Yield and quality of forage maize as influenced by hybrid, planting date, and plant density. **Agronomy Journal**, Madison, v. 83, p. 559-564, 1991.

HERNANI, L.C. Manejo e conservação de recursos naturais da região Oeste do Brasil. In: EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agropecuária do Oeste. **Milho: informações técnicas**. Dourados:EMBRAPA, CPAO, 1997. p.39-67. (Circular Técnica, 5).

LAVEZZO, W.; LAVEZZO, O. E. N. M.; NETO, O. C. Estádio de desenvolvimento do milho. 1. Efeito sobre a produção, composição da planta e qualidade da silagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 26, n. 4, p. 675-682, 1997.

MACHADO, L. A. Z.; CARDOSO, E. G.; MEYER, A. Uso do milho na produção animal: utilização na alimentação animal. In: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA **Milho: informações técnicas**. Dourados, MS:EMBRAPA / CPAO, 1997. p. 182 – 186.

MEREGE, W. H., MARTINS, A. C. N. Milho. In: **Manual técnico das culturas**. Campinas: CATI, 1997. p.399 – 437.

MONTEIRO, M. A. R.; CRUZ, J. C.; OLIVEIRA, A. C. et al. Desempenho de cultivares de milho para produção de forragem no Estado de Minas Gerais. **Ciências Agrotecnológicas**, Lavras, v. 24, n. 24, p. 869-880, 2000.

MUNDSTOCK, C. M. Milho: Distribuição da distância entre linhas. **Lavoura Arrozeira**, Porto Alegre, n. 299, p. 28-29, 1977.

NUSSIO, L. G.; PENATI, M. A.; CORSI, M.; MARTELETO, M. Avaliação de parâmetros agrônômicos de híbridos de milho para a produção de silagem. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 29., 1992, Lavras. **Anais...** Lavras: SBZ, 1992. p. 57.

ONDEI, V. Mais silagem com milho adensado. **Revista DBO Rural**, São Paulo, v. 20, n. 245, p. 118-122, 2001.

PENARIOL, F. G.; BORDIN, L.; COICEV, L. et al. Comportamento de genótipos de milho em função do espaçamento e da densidade populacional nos períodos de safrinha e safra. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 24, 2002, Florianópolis. **Resumos...** Florianópolis: ABMS, 2002. (CD – ROM).

PEREIRA, J. R. A.; FONSECA, M. P.; REIS, R. A. et al. Avaliação da produção de forragem e composição química de três cultivares de milho. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34., 1997, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: SBZ, 1997. p. 167-169.

PIONEER. **Guia de Produtos**. Santa Cruz do Sul, Pioneer Hi-bred International, Inc., 2000. 79 p.

RAIJ, B. van; QUAGGIO, J. A. **Métodos de análise de solo para fins de fertilidade**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1983. 31 p. (Boletim Técnico, 81).

RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. et al. **Recomendação de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. São Paulo: Instituto Agrônomo & Fundação IAC, 2ª ed., 1996. Campinas: IAC, 1996. 285 p. (Boletim Técnico 100).

RENTERO, N. Qualidade total: a nova referência das silagens. **Revista Balde Branco**, São Paulo, v. 34, n. 403, p. 22-28, 1998.

RESENDE, S. G.; VON PINHO, R. G.; VASCONCELOS, R. C. Influência do espaçamento entrelinhas e da densidade de plantio no desempenho de cultivares de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 2, n. 3, sep./dez. 2003.

SANGOI, L.; ENDER, M.; GUIDOLIN, A. F. et al. Influence of row spacing reduction on maize grain yield in regions with a short summer. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 6, p. 861-869, 2001.

BORGHI et al. Produtividade e qualidade de forragem de milho em função da população de plantas, do sistema de...

SANGOI, L.; ALMEIDA, M. L. de; GRACIETTI, M. A. et al. Rendimento de grãos, produção e distribuição de massa seca de híbridos de milho em função do aumento da densidade de plantas. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 11, n. 1, p. 25-31, jan./mar. 2005.

SILVA, D. J. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. Universidade Federal de Viçosa: UFV, 2 ed., 1990. 165 p.

UNDERSANDER, D.; MERTENS, D. R.; THIEX, N. **Forage analyses procedures**. Omaha: National Forage Testing Association, 1993, p. 130-131.

XIMENES, P. A. **Influência da população de plantas e de níveis de nitrogênio na produção e qualidade da massa verde e da silagem de milho**. Viçosa, MG. 1991. 108 p. Tese (Doutorado em Agronomia)– Universidade Federal de Viçosa, 1991.