

INFLUÊNCIA DA GERMINAÇÃO DA SEMENTE E DA DENSIDADE DE SEMEADURA NO ESTABELECIMENTO DO ESTANDE E NA PRODUTIVIDADE DE MILHO¹

CLAUDINEI ANDREOLI², RAMIRO V. ANDRADE², SÉRGIO A. ZAMORA³, MONICA GORDON³

RESUMO - Uma das principais causas da baixa produtividade de milho é a qualidade da semente, que afeta o estande inicial, o vigor das plantas e, conseqüentemente, a produtividade. O objetivo deste trabalho foi determinar o efeito da germinação, um dos principais componentes da qualidade da semente e a densidade de semeadura no estabelecimento da cultura e na produtividade de milho. Quatro lotes de sementes de milho híbrido BRS 201, com germinação de 95%, 90%, 85% e 75%, foram semeados em três densidades de semeadura: 50, 60 e 70 mil sementes/ha na Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG, em 1996/97 e 1997/98. Os parâmetros avaliados foram: emergência de plântulas 10 dias após a semeadura, índice de velocidade de emergência (IVE), número de espigas/ha, número de plantas/ha, produção de espigas/ha e produção de grãos/ha. A utilização de sementes com germinação inferior a 90% provocou reduções acentuadas na emergência de plântulas em campo, no número de plantas e conseqüentemente, na produtividade do milho BRS 201. O aumento da densidade de 50 para 70 mil sementes/ha na semeadura não compensou a redução da qualidade de semente. Para o acréscimo de 15% na germinação, foi observado, em média, um ganho de produtividade de 30%. Com base nos resultados deste trabalho, recomenda-se aos produtores de milho, a utilização de lotes de semente com germinação superior a 90% e densidade de semeadura entre 50 e 60 mil sementes/ha.

Termos para indexação: *Zea mays*, germinação, emergência de plântulas, população de plantas.

THE EFFECT OF SEED GERMINATION AND SEEDING RATE ON CORN STAND ESTABLISHMENT AND YIELD

ABSTRACT - One of the main causes of low corn yield in Brazil is low seed quality that affects stand establishment and yield. The main goals of this research were to determine the effect of seed quality and seeding rate on corn stand establishment and yield. Four seed lots of hybrid corn BRS 201, with initial germination of 95%, 90%, 85% and 75% were sown at three seeding rates: 50, 60 and 70 thousand seeds/ha at Embrapa Milho and Sorgo, Sete Lagoas, MG, in 1996/97 and 1997/98. The parameters evaluated were: field emergence at 10 days after sowing, rate of emergence, ear number/ha, plant population/ha, ear production/ha and kernel yield/ha. Low seed vigor markedly reduced field emergence, plant vigor, number of plants, and yield. Increasing seeding rate did not overcome seed quality. There was a yield gain of 30% for seed quality improvement of 15%. Based on the results of this trial, we recommend that corn growers use seed lots with germination over 90% and seeding rate between 50 and 60.000 seeds/ha.

Index terms: *Zea mays*, vigor, germination, emergence, seeding rate, plant population.

INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos maiores produtores mundiais de milho; entretanto, ainda são observadas produtividade relativamente baixas. Uma das principais causas dessa baixa produtividade é a qualidade da semente que, conseqüentemente,

¹ Aceito para publicação em 29/04/2002.

² Eng^o Agr^o, Ph.D., Pesquisador da Embrapa Pecuária Sudeste; Cx. Postal 339, 13560-970, São Carlos, SP; e-mail: andreoli@cnpq.br

³ Eng^o Agr^o, bolsista do Convênio Embrapa/CIMMYT/FAPED.

afeta o estande inicial e o número de plantas por hectare (TeKrony e Egli, 1991). Estes autores ainda enfatizaram que um dos maiores problemas para a agricultura é utilizar sementes que não podem expressar seu potencial genético de produção. Vários autores têm demonstrado que a baixa qualidade da semente afeta o vigor das plântulas, o estande e, conseqüentemente a produtividade (Perry, 1972; Santipracha, et. al 1997; Andreoli & Andrade, 1998). Estudos da Embrapa de Milho e Sorgo - Sete Lagoas, MG indicaram que para a maioria dos genótipos, a população mais adequada é de 50 mil plantas por hectare (Embrapa, 1997). Entretanto, são escassas as informações que demonstram as possíveis relações entre a qualidade da semente e densidade de semeadura para milho.

Portanto, o objetivo deste trabalho foi o de demonstrar o efeito da germinação da semente e da densidade de semeadura e suas interações na emergência de plântulas, no estabelecimento do estande e na produtividade de milho.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido com quatro lotes de sementes de milho híbrido BRS 201 semeados em três densidades de semeadura: 50, 60, 70 mil sementes/ha na Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG nas safras de 1996/97 e 1997/98. A qualidade dos lotes foi avaliada pelo teste de germinação (BRASIL, 1992), denominados de Q1, Q2, Q3, e Q4, e apresentaram os valores de 95, 90, 85 e 75%, respectivamente. As parcelas constituíram-se de quatro linhas de cinco metros lineares e espaçadas entre si de 90 cm. Foi feita uma adubação antes da semeadura de 300 kg/ha da fórmula 8-28-16, e 60 kg/ha de N em cobertura, 35 dias após o plantio. O delineamento experimental foi o fatorial (4x3) em blocos casualizados com quatro repetições. Os parâmetros avaliados foram: porcentagem de plântulas emergidas aos 10 dias

após a semeadura (EMERG), índice de velocidade de emergência (IVE), número de espigas/ha na colheita (EF), produção de espigas/ha (PESP) e produção de grãos/ha (PGR). O IVE foi calculado utilizando-se a fórmula proposta por Maguire (1962), sendo que a contagem inicial foi efetuada no quinto dia após a semeadura, em 1996, e no quarto dia, em 1997. Para avaliação da emergência das plântulas em campo, 100 sementes foram distribuídas em 4 linhas de 5 m, espaçadas entre si de 90 cm e as plântulas foram contadas aos 10 e 30 dias após a semeadura. As espigas das quatro linhas foram colhidas, contadas e pesadas. Após a trilha, os grãos foram pesados e o teor de água determinado. A produção dos grãos em kg/ha foi ajustada para 13% de água.

A análise de variância (teste F) e a regressão linear foram realizadas com o programa MSTAT e as comparações entre as médias foram efetuadas pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados da Tabela 1 e 3 mostram que, a utilização de lotes de sementes com diferenças no poder germinativo, afetou significativamente ($P < 0,01$) a porcentagem de emergência e o índice de velocidade de emergência (IVE) nos dois anos de pesquisa. Entretanto, esses parâmetros não foram afetados pela densidade de semeadura. Não houve também efeito da interação entre qualidade de semente e densidade de semeadura para todos os parâmetros estudados.

A emergência das plântulas em campo atingiu valores superiores a 95% quando foram utilizados lotes de alta qualidade (Q1 e Q2) e, inferiores a 85%, para lotes de menor qualidade (Q3 e Q4). O uso de lotes com germinação de 75% reduziu a produtividade em 21%, em 1996 e 25%, em 1997, quando comparados com sementes de maior qualidade. Por

TABELA 1. Relação entre a qualidade de semente e a densidade de semeadura na emergência de plântulas em campo e o índice de velocidade de emergência em milho BRS 201, Sete Lagoas, MG, 1996/97.

Qualidade de semente (%)	Número de sementes/ha (1000)					
	50		60		70	
	Emergência (%)	IVE	Emergência (%)	IVE	Emergência (%)	IVE
Q1 (95.0)	94.8 a *	13.3a *	95.1a *	13.4 a *	97.0 a *	13.6 a *
Q2 (90.0)	95.6 a	13.5a	95.1a	13.0 a	96.0 a	13.2 a
Q3 (85.0)	84.2 b	10.9 b	83.7 b	10.6 b	82.0 b	10.7 b
Q4 (75.0)	72.3 c	9.4 c	76.2 c	9.6 c	74.4 c	9.5 c
Média	86.7	11.8	87.5	11.6	87.4	11.8

* As médias dentro de cada coluna seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade.

TABELA 2. Relação entre a qualidade de semente e a densidade de semeadura na produção de grãos do milho BRS 201, em Sete Lagoas, MG, 1996/97.

Qualidade de semente (%)	Número de sementes/ha (1000)			
	50 (kg/ha)	60 (kg/ha)	70 (kg/ha)	Média (kg/ha)
Q1 (95.0)	6.650 a*	6.900 a*	7.320 a*	6.905 a*
Q2 (90.0)	6.870 a	6.800 a	7.210 a	6.906 a
Q3 (85.0)	5.800 b	6.230 b	6.660 b	6.230 b
Q4 (75.0)	4.990 c	5.520 c	5.840 c	5.460 c
Média	6.080	6.365	6.760	6375.0

* As médias dentro de cada coluna seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade.

outro lado, o aumento da densidade de semeadura de 50 para 70 mil sementes por hectare, houve um aumento de produtividade da ordem de 11% e 15% (Tabelas 2 e 4). O uso de sementes dentro dos padrões mínimos estaduais, ou seja, 85%, afetou substancialmente a porcentagem e velocidade de emer-

gência das plântulas em campo, o número de plantas/ha e a produtividade, tanto em 1996 como em 1997 (Tabelas 1, 2, 3, 4, 6). O ganho médio de produtividade (Tabela 5) foi de 39% para sementes de alta qualidade e de 46,7% para a mais alta produtividade (semeadura de 70 mil sementes com 95% de germinação) em relação à qualidade e densidade de semeadura mais baixa.

A população de plantas foi significativamente afetada pela qualidade da semente (Tabela 6) e esta, conseqüentemente, influenciou o número de espigas e a produção de espigas (Tabela 7). Não houve diferença significativa ($P < 0,05$) entre lotes com germinação de 90 e 95%, para a emergência de plântulas aos 10 dias e 30 dias após a semeadura, o índice de velocidade de emergência, o peso de espigas e o peso de grãos. Isto indica que os produtores de milho deveriam somente utilizar sementes para plantio com germinação superior a 90%.

TABELA 3. Relação entre a qualidade da semente e a densidade de semeadura na emergência de plântulas em campo e o índice de velocidade de emergência em milho BRS 201, Sete Lagoas, MG, 1997/98.

Qualidade de semente (%)	Número de sementes/ha (1000)					
	50		60		70	
	Emergência (%)	IVE	Emergência (%)	IVE	Emergência (%)	IVE
Q1 (95.0)	92.4 a*	16.5 a*	94.7 a*	19.9 a*	90.4 a*	22.4 a*
Q2 (90.0)	92.9 a	16.3 a	93.7 a	19.2 a	92.2 a	22.9 a
Q3 (85.0)	70.4 b	11.9 b	76.4 b	15.0 b	77.3 b	17.4 b
Q4 (75.0)	64.7 c	10.8 c	64.4 c	12.1 c	68.6 c	15.9 c
Média	80.1	13.8	82.3	16.5	82.1	19.6

* As médias dentro de cada coluna seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade.

TABELA 4. Relação entre a qualidade de semente e a densidade de semeadura na produção de grãos do milho BRS 201, em Sete Lagoas, MG, 1997/98.

Qualidade de semente (%)	Número de sementes/ha (1000)			
	50 (kg/ha)	60 (kg/ha)	70 (kg/ha)	Média (kg/ha)
Q1 (95.0)	4.568 a*	4.772 a*	4.928 a*	4.756 a*
Q2 (90.0)	4.344 a	4.422 a	4.911 a	4.559 a
Q3 (85.0)	3.583 b	4.089 b	4.200 b	3.957 b
Q4 (75.0)	3.105 c	3.533 c	4.006 c	3.548 c
Média	3.900	4.206	4.511	4.205

* As médias dentro de cada coluna seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade.

TABELA 5. Ganho de produtividade em milho BRS 201 em relação à qualidade de semente e a densidade de semeadura em Sete Lagoas, MG, 1996/97.

Qualidade de semente (%)	Número de sementes/ha (1000)			
	50 (%)	60 (%)	70 (%)	Média (%)
Q1 (95.0)	133.3 a*	138.3 a*	146.7 a*	139.4 a*
Q2 (90.0)	137.7 a	136.3 a	144.5 a	139.5 a
Q3 (85.0)	116.2 b	124.8 b	133.5 b	124.8 b
Q4 (75.0)	100 c	110.6 c	117.0 c	109.2 c
Média	121.8	127.5	135.5	128.2

* As médias dentro de cada coluna seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade.

A população final variou de 36,2 a 67,9 mil plantas/ha, em 1996 e de 32,4 a 64,5 mil plantas/ha, em 1997, para as diferentes combinações entre germinação e densidade de semeadura (Figura 1). Ainda na mesma figura observa-se um efeito linear positivo entre a população de plantas e a produtividade de milho. O aumento de produtividade foi de 51 kg e 64 kg para cada aumento de 1000 plantas por hectare em 1996 ($R^2 = 0,96$) e 1997 ($R^2 = 0,92$), respectivamente. A produtividade em 1997 foi inferior àquela observada em 1996, devido à deficiência hídrica na época da floração e do enchimento dos grãos.

A densidade de semeadura não afetou a emergência das plântulas aos 10 dias, o estande aos 30 dias, e o IVE em 1996 ($P > 0,05$). Entretanto, o aumento no número de sementes per hectare aumentou o número de espigas, e somente a alta densidade (70 mil) aumentou significativamente ($P < 0,05$) a produção de espigas (Tabela 8). Esses mesmos efeitos foram observados na safra de 1997/1998 (dados não apresentados)

Verificou-se correlação positiva entre a germinação da semente e o peso de espigas ($r = 0,77^{**}$) e o peso de grãos ($r = 0,75^{**}$), bem como entre o número de espigas e o estande final ($r = 0,81^{**}$), o peso de espigas ($r = 0,90^{**}$) e o peso de grãos ($r = 0,89^{**}$).

A produção de espiga e de grãos foram diretamente proporcionais à germinação da semente, mas os aumentos não foram significativos para o acréscimo na densidade de semeadura, principalmente quando se utilizaram sementes de alta qualidade. Isto significa que o aumento da densidade de semeadura para o híbrido BRS 201, não compensou a menor qualidade de semente. Nas Tabelas 2 e 6, verifica-se que o

TABELA 6. Relação entre a qualidade de semente e a densidade de semeadura na população de plantas/ha do milho BRS 201, em Sete Lagoas, MG, em 1996/97.

Qualidade de semente (%)	Número de sementes/ha (1000)			
	50 (plantas/ha)	60 (plantas/ha)	70 (plantas/ha)	Média (plantas/ha)
Q1 (95.0)	47.400a*	57.060a*	67.900a*	57.453a*
Q2 (90.0)	47.800a	57.060a	67.200a	57.353a
Q3 (85.0)	42.100 b	50.220 b	57.400 b	49.909 b
Q4 (75.0)	36.250 c	45.720 c	52.080 c	44.683 c
Média	43.200	53.380	61.320	

* As médias dentro de cada coluna seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade.

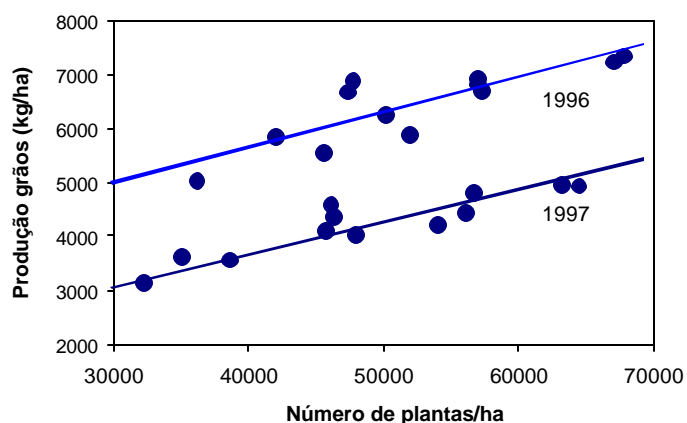


FIG. 1. Relação entre a população de plantas e a produtividade do milho BRS 201 em Sete Lagoas, MG. Os valores da regressão linear são: $a = 1.712,3$ e $b = 0,051$ ($R^2 = 0,96$) para 1996 e $a = 3.031,2$ e $b = 0,064$ ($R^2 = 0,92$) para 1997.

TABELA 7. Efeito da qualidade inicial da semente na emergência de plântulas, no estande, no número de espigas e na produção de milho BRS 201, em Sete Lagoas, MG em 1996/97.

Qualidade da semente	Emergência 10 dias (%)	Estande 30 dias (%)	IVE	Número de espigas (ha)	Peso de espigas (kg/ha)
Q1 - 95%	95.6 a*	95.8 a*	13.4 a*	63.833a*	8.152 a*
Q2 - 90%	95.6 a	95.3 a	13.3 a	64.000a	8.160a
Q3 - 85%	83.3 b	83.0 b	10.2 b	60.278 b	7.290 b
Q4 - 75%	74.3 c	74.4 c	9.5 c	51.788 c	6.370 c
lsd (5%)	1.50	1.36	0.21	890	526

* As médias dentro de cada coluna seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade.

TABELA 8. Efeito da densidade de semeadura na emergência de plântulas, no estande, no número de espigas e na produção de milho BRS 201, em Sete Lagoas, MG em 1996/97.

Número de sementes/ha (1000)	Emergência 10 dias (%)	Estande 30 dias (%)	IVE	Número de espigas (ha)	Peso de espigas (kg/ha)
50	86.7 a*	86.4 a*	11.8 a*	55.389 c*	7.121 b*
60	87.6 a	87.3 a	11.7 a	59.111 b	7.465 ab
70	87.4 a	87.6 a	11.8 a	62.167 a	7.894 a
Média	87.2	87.1	11.8	58.889	7.500
Isd (5%)	1.30	1.17	0.18	722	460

* As médias dentro de cada coluna seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade.

aumento da densidade de 50 para 70 mil sementes/ha com semente de baixa qualidade (75%), a população foi de 52.080 plantas/ha e a produtividade de 5.840 kg/ha, enquanto que o uso de um lote de semente de alta qualidade (90%) e densidade de 50 mil sementes/ha, a população foi de 47.800 plantas e a produtividade de 6.870 kg/ha. Isto indica que mesmo com um aumento da densidade de semeadura de 40%, houve um declínio na produtividade de 15%, devido à baixa qualidade da semente.

CONCLUSÕES

- Os resultados evidenciam que a qualidade da semente é fundamental para o estabelecimento da cultura e o aumento da produtividade, indicando que os produtores de milho devem utilizar lotes de semente com germinação superior a 90% e densidade de semeadura entre 50 e 60 mil sementes por hectare.
- O aumento da densidade de semeadura não compensou a qualidade das sementes de milho, nas condições de Sete Lagoas, MG.

REFERÊNCIAS

- ANDREOLI, C.; ANDRADE, V.R. Qualidade de semente e densidade de semeadura afetam a emergência e produtividade de milho. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE MILHO E SORGO**, 22., Recife. **Anais....** Recife: UFPe, 1998. p.54.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNAD/DNDV/CLAV, 1992. 365p.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo. **Recomendações técnicas para o cultivo do milho**. Sete Lagoas, 1997. 24p.
- MAGUIRE, J.D. Speed of germination and in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v.2, n.2, p.176-177, 1962.
- PERRY, D.A. Seed vigour and field establishment. **Horticulture**, London, v.4, n.2, p.334-42, 1972.
- SANTIPRACHA, W.; SANTIPRACHA, Q.; WONGARODOM, V. Hybrid corn quality and accelerated aging. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.25, p.203-208, 1997.
- TEKRONY, D.M.; EGLI, D.B. Relationship of seed vigor to crop yield: a review. **Crop Science**, Madison, v.31, n.3, p.816-822, 1991.

