

RÉLIA RODRIGUES BRUNES

DESEMPENHO DE HÍBRIDO DE GIRASSOL EM RESPOSTA AO
VIGOR DAS SEMENTES, POPULAÇÃO DE PLANTAS E
DESUNIFORMIDADE DE SEMEADURA NO OUTONO DE 2009 EM
UBERLÂNDIA–MG

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Uberlândia,
como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em
Agronomia — Mestrado, área de concentração em Fitotecnia,
para a obtenção do título de “Mestre”.

Orientador
Prof. Dr. Carlos Machado dos Santos

UBERLÂNDIA
MINAS GERAIS – BRASIL
2010

RÉLIA RODRIGUES BRUNES

DESEMPENHO DE HÍBRIDO DE GIRASSOL EM RESPOSTA AO
VIGOR DAS SEMENTES, POPULAÇÃO DE PLANTAS E
DESUNIFORMIDADE DE SEMEADURA NO OUTONO DE 2009 EM
UBERLÂNDIA-MG

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Uberlândia,
como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em
Agronomia — Mestrado, área de concentração em Fitotecnia,
para a obtenção do título de “Mestre”.

APROVADA em 26 de janeiro de 2010.

Prof. Dr. Jonas Jäger Fernandes

UFU

Prof. Dr. Simério Carlos Silva Cruz

UFAL

Prof. Dr. Paulo Antônio de Aguiar

ULBRA

Prof. Dr. Benjamim de Mello

UFU

Prof. Dr. Carlos Machado dos Santos

ICIAG-UFU

(Orientador)

UBERLÂNDIA
MINAS GERAIS – BRASIL
2010

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, Sebastião Valdivino Brunes e Eurípides Rodrigues Brunes, pelo amor, pela educação, pelo apoio e pelo incentivo. A vocês, que me deram a vida e ensinou a vivê-la com respeito e dignidade.

AGRADECIMENTOS

A DEUS, que me deu o dom da vida e sempre ilumina meu caminho.

Aos meus pais, Sebastião Brunes e Eurípides Brunes, que estiveram sempre ao meu lado e, diante das dificuldades, não mediram esforços para que eu pudesse conquistar esta vitória.

Ao meu irmão, Thelvis Rodrigues Brunes, que sempre me incentivou com seu amor e sua amizade.

Ao meu namorado, Tiago Pinton, cujo apoio, companheirismo e amor me deram forças para seguir em frente e não desanimar nas horas mais difíceis.

Ao professor doutor Carlos Machado dos Santos: seus ensinamentos, seu apoio, sua confiança e sua amizade foram essenciais à concretização deste trabalho e ao meu crescimento profissional e pessoal.

Ao professor Paulo Antônio de Aguiar, que me deu grande apoio no mestrado.

Aos professores do curso, essenciais para meu crescimento profissional.

A Juliana Gomides e Sara, com quem cultivei uma forte amizade nesses anos de convivência, que — tenho certeza — permanecerá pela vida inteira.

Em especial, ao Adílio de Sá Júnior: sua amizade, seus ensinamentos e sua paciência foram de grande valia para a condução dos experimentos.

Ao funcionário Joaquim e aos colegas Alex e Fernanda: indispensáveis à condução dos experimentos da pesquisa.

À professora Denise: sua ajuda e seus ensinamentos foram centrais para as análises estatísticas.

Aos colegas do curso, com quem pude construir um relacionamento e trocar experiências.

Ao Programa de Pós-graduação em Agronomia do Instituto de Ciências Agrárias (ICIAG), da Universidade Federal de Uberlândia (UFU), que me oportunizou fazer o curso de mestrado.

Aos membros da banca, que deram sugestões valiosas e estiveram disponíveis.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), que me concedeu bolsa de estudos.

A todos que fazem parte da minha vida e de alguma forma contribuíram para realização deste trabalho.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE FIGURAS	i
LISTA DE GRÁFICOS.....	ii
LISTA DE TABELAS.....	iii
RESUMO.....	iv
ABSTRACT.....	v
INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	3
2.1 Importância da cultura do girassol	3
2.2 Semeadura e manejo.....	3
2.3 Qualidade das sementes	6
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	10
3.1 Experimento 1 — vigor de sementes e competição intraespecífica.....	13
3.2 Experimentos 2 — população de plantas e desuniformidade de semeadura..	14
3.3 Colheita, secagem e beneficiamento.....	14
3.4 Avaliações	17
3.4.1 Emergência	17
3.4.2 Sobrevivência das plantas	17
3.4.3 Diâmetro e altura de capítulo.....	17
3.4.4 Umidade das sementes	17
3.4.5 Produtividade das sementes	19
3.5 Análises estatísticas.....	19
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	20
4.1 Experimento 1 — vigor de sementes e competição intraespecífica.....	20
4.2 Experimento 2 — população de plantas e desuniformidade de semeadura ..	27
CONCLUSÕES.....	36
REFERÊNCIAS.....	37

LISTA DE FIGURAS

FIGURA		Página
1	Vista geral dos experimentos conduzidos na fazenda do Glória entre março e julho de 2009	10
2	Detalhe da colheita dos capítulos de girassol — 2009.....	15
3	Secagem ao ar livre dos capítulos de girassol — 2009	15
4	Debulha manual dos capítulos — 2009	16
5	Limpeza das sementes com peneira e ventilador — 2009.....	16
6	Posição da fita métrica para se medir diâmetro de capítulos de girassol — 2009.....	18
7	Debulha manual dos capítulos — 2009	18
8	Sem competição intraespecífica na semeadura uniforme 0-0-0-0 — (2009).....	34
9	Competição intraespecífica na desuniformidade de semeadura 0-7-0-7 — (2009).....	34
10	Competição intraespecífica na desuniformidade de semeadura 0-14-0-14 — (2009).....	35
11	Competição intraespecífica na desuniformidade de semeadura 0-7-14-0 — (2009).....	35

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO		Página
1	Precipitação pluvial (mm), temperatura máxima e mínima (° C), umidade máxima e mínima (%) diárias, obtidas na estação climatológica próxima a área do experimento 1 — vigor de sementes e competição intraespecífica	11
2	Precipitação pluvial (mm), temperatura máxima e mínima (° C), umidade máxima e mínima (%) diárias, obtidas na estação climatológica próxima à área do experimento 2 — população de plantas e desuniformidade de semeadura	11
3	Distribuição da frequência relativa (Fr) da emergência de plântulas de girassol em função de combinações de vigor de sementes	22
4	Produtividade das plantas oriundas de sementes de alto (A) e baixo vigor (B) nas comunidades de girassol em função de diferentes proporções de sementes de alto vigor usadas na semeadura — 2009	26
5	Porcentagens de emergência e sobrevivência aos 60 dias e na colheita das plantas de girassol em função de diferentes populações de plantas	29
6	Diâmetro dos capítulos de plantas de girassol proveniente da semeadura uniforme, em função de diferentes populações de plantas	32

LISTA DE TABELAS

TABELA		Página
1	Características químicas e físicas das amostras de solo, coletadas às profundidades de 0–20 e 20–40 centímetros na área dos experimentos	12
2	Resumo das análises de variância dos tempos inicial (t_0), final (t_f) e médio (t_m) de emergência das plântulas expresso em dias, do índice de sincronia (Z), da velocidade de emergência (VE) e da emergência (E) de plântulas de girassol em função de combinações de vigor das sementes usadas na semeadura — 2009	20
3	Médias dos dados tempo inicial (t_0), final (t_f) e médio (t_m) de emergência das plântulas expressos em dias, índice de sincronia (Z), velocidade de emergência (VE) e emergência (E) de plântulas de girassol em função de combinações de vigor de sementes — 2009 ...	21
4	Resumo das análises de variância dos dados diâmetro e altura dos capítulos, sobrevivência, umidade das sementes e produtividade das plantas individuais nas comunidades de plantas de girassol em função de combinações de vigor de sementes usadas na semeadura — 2009	23
5	Médias dos dados diâmetro e altura dos capítulos, sobrevivência, umidade das sementes e produtividade de plantas individuais nas comunidades de plantas de girassol em função de combinações de vigor de sementes usadas na semeadura — 2009	24
6	Resumo da análise de variância do dado produtividade de plantas de girassol oriundas de sementes de alto e baixo vigor em função de diferentes proporções das sementes de alto vigor usadas na semeadura — 2009.....	25
7	Resumo das análises de variância dos dados emergência e sobrevivência aos 60 dias e na colheita das plantas de girassol em função de diferentes populações de plantas e desuniformidade de semeadura — 2009	27
8	Médias das porcentagens de emergência e de sobrevivência aos 60 dias e na colheita das plantas de girassol oriundas de desuniformidades distintas de semeadura — 2009	28
9	Resumo das análises de variância dos dados diâmetro e altura de capítulos, umidade das sementes e produtividade das plantas de girassol em função de diferentes populações de plantas, em cada nível de desuniformidade de semeadura — 2009	30
10	Médias dos dados de diâmetro e altura dos capítulos de plantas de girassol, oriundas de diferentes desuniformidades de semeadura — 2009	30
11	Resumo das análises de variância dos dados diâmetro de capítulos e produtividade de plantas de girassol em função de diferentes populações de plantas em cada nível de desuniformidade de semeadura — 2009	31
12	Média dos dados diâmetros de capítulos e produtividade de plantas de girassol em função de diferentes populações de plantas em cada nível de desuniformidade de semeadura — 2009	33

RESUMO

BRUNES, Rélia Rodrigues. **Desempenho de híbrido de girassol em resposta ao vigor das sementes, população de plantas e desuniformidade de semeadura no outono de 2009 em Uberlândia – MG.** 2010. 41f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia) — Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia.¹

Na cultura do girassol, é comum ocorrer plântulas dominadas, talvez, devido à desuniformidade entre sementes do mesmo lote. Essa variação resulta do gradiente natural de maturação das sementes no capítulo, o que tem exigido mais rigor no beneficiamento para se reduzir a variação. Embora seja conhecida a relação da desuniformidade de emergência com a produtividade, há carência de constatações científicas sobre ela. Este trabalho objetivou avaliar o desempenho de híbrido de girassol em resposta ao vigor das sementes, à população de plantas e à desuniformidade de semeadura no outono de 2009 em Uberlândia – MG, sobre o comportamento individual das plantas resultantes e o desempenho geral das comunidades. Foram conduzidos dois experimentos na área experimental da Fazenda do Glória, da Universidade Federal de Uberlândia. No primeiro experimento, o delineamento foi o de blocos ao acaso, com quatro repetições. Os tratamentos incluíram sete combinações de distribuição de sementes de alto e baixo vigor ao longo da linha de semeadura, correspondente às seguintes proporções de plantas provenientes de sementes de alto vigor na comunidade: 1,0 (A:A); 0,75 (3A:1B); 0,67 (2A:1B); 0,50 (1A:1B); 0,33 (1A:2B); 0,25 (1A:3B); 0,0 (1B:1B). No segundo experimento, o delineamento foi o de blocos ao acaso com arranjo em parcelas subdivididas com cinco repetições. Nas parcelas, foram avaliadas quatro populações (35 mil, 40 mil, 45 mil e 50 mil plantas ha⁻¹); nas subparcelas, foi avaliada a desuniformidade de semeadura mediante variação na data de semeadura na linha, sendo: 1) semeadura uniforme (0–0–0–0); 2) semeadura intercalada de sementes sete dias após a primeira semeadura (0–7–0–7); 3) semeadura intercalada 14 dias após a primeira semeadura (0–14–0–14); e, 4) semeadura aos 7 e 14 dias após a primeira semeadura (0–7–14–0). Foram avaliadas medidas de emergência, sobrevivência de plantas 60 dias após a primeira semeadura e na colheita, diâmetro e altura de capítulo, umidade e produtividade. Conclui-se que: a) as combinações de vigor das sementes não interferiram no diâmetro, na altura de capítulos, na sobrevivência das plantas, na umidade e na produtividade das comunidades; b) o aumento na proporção de sementes de alto vigor proporcionou acréscimo linear na produtividade das plantas individuais originárias das sementes de alto vigor nas comunidades, porém não apresentaram um comportamento dominante sobre plantas de baixo vigor adjacentes na linha de semeadura; c) emergência, sobrevivência 60 dias após a semeadura e na colheita (comunidade) e o diâmetro de capítulos (desempenho individual de plantas de semeadura uniforme) se reduziram com o aumento da população de plantas; d) na análise individualizada das plantas em função da desuniformidade de semeadura, as de semeadura uniforme apresentaram desempenho superior para diâmetro de capítulo e produtividade, enquanto na comunidade não houve diferenças de produtividade em função da população e da desuniformidade de semeadura.

Palavras-chave: população, desuniformidade, competição, tournesol, *Helianthus annuus*.

¹ Orientador: Carlos Machado dos Santos — UFU.

ABSTRACT

BRUNES, Rélia Rodrigues. **Performance of hybrid sunflower in response to seed vigor, plant population and uniformity of sowing in 2009 autumn in Uberlândia – MG.** 2010. 41p. Dissertation (Master's Degree in Agronomy/Plant) — Federal University of Uberlândia.²

In the sunflower cultivation seedlings dominated probably because of nonuniformity between seeds from the same portion is a common occurrence. This variation results from a natural gradient of seed maturation in the capitulum, which has demanded a rigorous processing to reduce variation. Although the relationship between nonuniform emergence and productivity is already known, there is a lack of scientific findings on it. This study aimed to evaluate the performance of hybrid sunflower in response to seed vigor, plant density, and uniformity of sowing during 2009 autumn in Uberlândia, Brazil, with a focus on the behavior of individual plants and the resulting overall performance of communities. Two experiments were carried out at Uberlândia's Federal University's Glória Experimental Farm. The first trial was a randomized block design with four replications. Treatments consisted of seven combinations of high and low vigor seed's distribution along the seeding line, which corresponded to the following ratios of plants sprung from seeds of high vigor in the community: 1,0 (1A:1A); 0,75 (3A:1B); 0,67 (2A:1B); 0,50 (1A:1B); 0,33 (1A:2B); 0,25 (1A:3B); 0,0 (1B:1B). The second trial was a randomized block design with a split plot arrangement with five replications. Four populations (35,000, 40,000, 45,000 and 50,000 plants ha⁻¹) were evaluated; and in the split plots it was evaluated the sowing uniformity through the variation in the sowing date, being: 1) uniform sowing (0–0–0–0); 2) interspersed sowing seeds seven days after the first sowing (0–7–0–7); 3) interspersed sowing fourteen days after the first sowing (0–14–0–14); 4) sowing seven days and fourteen days after the first sowing (0–7–14–0). We evaluated the emergence measures, seedlings survival 60 days after the first sowing and in the harvest, capitulum diameter and height, moisture, and productivity. We conclude that: a) seed vigor combinations did not affect capitulum diameter and height, plant survival, moisture, and productivity of sunflower communities; b) the increase in the proportion of high vigor seeds increased linearly the productivity of individual plants sprung from high vigor seeds within communities, although they did not show a dominant behavior over low vigor adjacent plants in the sowing line; c) emergence, survival 60 days after sowing and in the harvest (community), and capitulum diameter (individual performance of uniform sowing plants) reduced with the increase of plant population; d) in the analysis of individual plants according to sowing nonuniformity, uniform sowing plants had a superior performance as to capitulum diameter and productivity, while there was no differences in productivity due to population and sowing nonuniformity in the community.

Keywords: population, uniformity, competition, tournesol, *Helianthus annuus*.

² Advisor: Carlos Machado dos Santos — UFU.

1 INTRODUÇÃO

O girassol está entre as espécies de maior potencial para produção de energia — é matéria-prima para produção de biocombustíveis. Adapta-se bem a regiões distintas, graças a sua resistência à seca e a baixas temperaturas em relação a outras culturas, e pode ser uma opção de cultivo em rotação ou sucessão de culturas (MANDARINO, 1992). Na cultura do girassol, é comum haver plântulas dominadas, talvez, por causa da desuniformidade entre sementes do mesmo lote. Isso resulta do gradiente natural de maturação das sementes no capítulo, que tem exigido mais rigor no beneficiamento para se reduzir a variação entre as sementes. Como faltam constatações científicas da relação entre desuniformidade de emergência das plântulas e a produtividade da cultura, estudos nesse campo são valiosos, para se alertar o produtor tanto da necessidade de adequar a produção para se minimizar a variação em sementes do mesmo lote quanto da importância de se usarem sementes de alta qualidade.

Conhecer a qualidade das sementes antes da semeadura é o procedimento mais correto e seguro para se evitarem prejuízos decorrentes da baixa germinação ou de germinação desuniforme. Esse problema é frequente em lavouras do Brasil, por causa do uso de sementes de qualidade desconhecida, isto é, em geral desprovidas de informações sobre germinação e sobre a presença de doenças e de sementes de outras espécies ou cultivares (LUIZ, 1999). Conforme Popinigis (1985), a alta qualidade da semente influencia diretamente na cultura resultante no que se refere a uniformidade da população, ausência de moléstias introduzidas via sementes, alto vigor das plantas e maior produtividade.

As causas que poderiam levar um lote de sementes a originar plantas com maior ou menor rendimento de grãos ainda não são bastante estudadas. Mas há pesquisas que evidenciam que aspectos fisiológicos do desenvolvimento poderiam estar relacionados diretamente com o potencial produtivo do lote de sementes. No dizer de Schuch (1999), uma das causas pode estar vinculada diretamente com a uniformidade de emergência e o maior desenvolvimento inicial das plantas, induzidos pela alta qualidade das sementes. Com efeito, o período de emergência — e o estágio de plântula — representa uma etapa particularmente sensível, pois é decisivo à sobrevivência da planta e à distribuição espacial de uma população de plantas. Outro ponto-chave a ser considerado é o estabelecimento do estande no campo. Lotes de sementes de baixa qualidade, além de reduzirem, retardarem e desuniformizarem a emergência no campo, podem se associar a

alterações na competição de plantas na comunidade vegetal. Isso faz que plântulas emergidas mais cedo tenham vantagem sobre aquelas com emergência retardada.

De fato, a competição entre plantas é objeto de pesquisa há anos, mas são escassos trabalhos que enfocam os efeitos resultantes dos diferentes níveis de vigor entre as sementes num mesmo lote, a uniformidade na emergência, o tamanho inicial das plântulas, a taxa de crescimento da cultura, a competição intraespecífica posterior, o rendimento de sementes das plantas individuais nas comunidades e o comportamento geral das comunidades. Quanto ao aumento da capacidade competitiva de plantas, Sanderson e Elwinger (2002), Haugland e Tawfuq (2001) e Rees e Bergelson (1997) atribuem-no à emergência precoce, ao elevado vigor de plântulas, à rapidez de expansão foliar, à formação de dossel denso, à elevada altura de planta, ao ciclo de desenvolvimento longo e ao crescimento rápido do sistema radicular

Visto que o vigor da semente e a desuniformidade de semeadura interferem nos caracteres agronômicos da cultura do girassol, este trabalho objetivou avaliar o desempenho de híbrido de girassol em resposta ao vigor das sementes, à população de plantas e à desuniformidade de semeadura no outono de 2009, em Uberlândia (MG), com enfoque no comportamento individual das plantas resultantes e no desempenho geral das comunidades.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Importância da cultura do girassol

A importância da cultura do girassol (*Helianthus annuus* L.) tem crescido no agronegócio — logo, no desenvolvimento da economia brasileira. Esse interesse maior resulta da qualidade e do múltiplo uso de seus derivados, bem como de sua ampla adaptabilidade — pode ser numa alternativa adicional para cultivo e, sobretudo, compor um sistema de produção de grãos com grande potencial de aplicação (ENDRES, 1993). Regiões como Goiás, São Paulo, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Rio Grande do Sul e Paraná (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO/CONAB, 2008) têm sido favoráveis ao seu cultivo para produção de biodiesel (ORGADEM, 2008). Além disso, girassol está entre as cinco maiores culturas oleaginosas produtoras de óleo vegetal comestível do mundo (6,5% da produção mundial) — no Brasil, é o segundo mais consumido (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA/EMBRAPA, 2000).

A estimativa da área de cultivo de girassol no Brasil na safra 2008/09 é de 113,9 mil ha⁻¹, mantendo a área estável em relação à safra anterior. A estimativa da produção de grãos para a safra 2009/10 é de 164,2 mil toneladas — incremento de 10% em relação à safra 2007/08 (149,3 mil toneladas). A produtividade esperada para a nova safra é de 1.441 kg ha⁻¹, isto é, um aumento de 9,9% em relação à safra anterior (1.312 kg ha⁻¹) (CONAB, 2008).

2.2 Semeadura e manejo

A instalação de lavouras de qualquer espécie vegetal cultivada por semeadura exige análise criteriosa das características da cultura, em especial de seus requerimentos de germinação, elongação radicular e desenvolvimento da parte aérea (BRAGACHINI et al., 2002). No caso do girassol, já existe um sistema de produção desenvolvido pela pesquisa agrícola. Mas não se pode dizer que a maioria dos equipamentos semeadores disponíveis no mercado brasileiro cumpre convenientemente as funções de dosar, distribuir e acondicionar a semente no solo. Logo, isso representa um entrave ao estabelecimento uniforme de uma população de plantas pré-definidas (SILVEIRA et al., 2005).

A uniformidade de profundidade de semeadura e distribuição de plantas é fundamental ao cultivo de girassol visando à alta produtividade. A uniformidade se destaca, sobretudo, em sistemas de semeadura direta, em que a temperatura do solo é mais baixa. Semente situada em profundidades distintas resulta em emergência dessincronizada e, por consequência, em cultivos com desenvolvimento desuniformes; com isso, os períodos correspondentes às fases de crescimento vegetativo e reprodutivo das cultivares se dilatam. A desuniformidade de distribuição da semente na linha de semeadura, por sua vez, agrava a situação.

O girassol, por ter boa plasticidade, pode compensar a perda de plantas mediante um desenvolvimento maior das plantas presentes. Mas, conforme seja a população de plantas, dificilmente ele contrabalanceia, pela produção, a distribuição irregular da semente na linha de semeadura (SILVEIRA et al., 2005). Ora, a população de plantas se vincula diretamente a fatores gerais como tipo de cultura, altura de planta, fertilidade do solo, distribuição de chuva, irrigação, práticas de cultivo, colheita e natureza específica, como viabilidade e pureza da semente (LEITE et al., 2005).

Ensaios experimentais em regiões produtoras de girassol como Argentina (BRAGACHINI et al., 1991), Estados Unidos (CARTER, 1978) e França (VRÂNCEANU, 1977) concluíram que rendimentos maiores de grãos foram obtidos com populações que oscilaram entre 40 mil e 45 mil plantas por hectare na colheita. Esse número ser maior em razão da cultivar e/ou da capacidade produtiva do solo, da região e da distribuição de chuvas. Vannozzi et al. (1985), trabalhando com girassol, concluíram que a população de plantas tem efeito direto na produção de grãos; e Ungaro (1986) destaca que os rendimentos maiores resultam de um estande de 40 mil a 50 mil plantas por hectare. Segundo, em São Paulo, o rendimento médio é de 1,2 mil a 1,3 mil quilos por hectare, mas pode variar de 2 mil a 3 mil em lavouras bem conduzidas.

Em cultivos comerciais de girassol, o espaçamento deve variar de 70 centímetros a 90 centímetros, conforme o conjunto de equipamentos disponíveis para semeadura e colheita, e de 30 centímetros a 40 centímetros entre as sementes na linha. Sugere-se espaçamento de 80 centímetros a 90 centímetros quando forem empregadas plataformas de milho adaptadas para a operação de colheita de girassol e 70 centímetros quando forem usadas plataformas de soja adaptadas (EMBRAPA, 2000). Segundo Silveira et al. (2005), o espaçamento entrelinha mais indicado pela pesquisa para o girassol é de 70

centímetros. Mas a distância entre sulcos pode variar de 50 centímetros a 90 centímetros, de acordo com a semeadora e a colhedora.

A determinação da quantidade de sementes a ser usada, além do poder germinativo, tem de considerar eventuais danos causados por pássaros, animais silvestres, insetos, efeito depressivo de herbicidas e qualidade do preparo do solo. Obter a densidade escolhida em função do cultivar e da época de semeadura requer correção do poder germinativo para 100% e uma reserva de 15% a 30% — depende das condições mencionadas antes (EMBRAPA, 2000).

A profundidade de plantio deve ser a mais uniforme possível, de modo a permitir a emergência das plantas ao mesmo tempo e evitar “plantas dominadas”, que competem com as demais por água, luz e nutrientes (CRUZ; QUEIROZ, 2008). A profundidade recomendada é de 3 centímetros a 5 centímetros e deverá ser constante em toda a operação de plantio para se evitarem falhas na linha. Entretanto, Castro et al. (1996) e Castiglioni et al. (1997) relatam que, conforme o sistema de cultivo e o tipo de solo, a profundidade de semeadura oscila de 2 centímetros a 8 centímetros. Segundo Castiglioni et al. (1997), profundidade superior a 5 centímetros, temperatura inferior a 10° Celsius e ausência de água na camada de 10 centímetros a 15 centímetros de solo podem prolongar o período de emergência de 6 dias para até 15 dias, enfraquecer as plântulas, baixar o estande e atrasar a fase inicial de crescimento. Problemas na emergência das plântulas resultarão em desuniformidade no desenvolvimento e na população de plantas até a colheita.

Com efeito, no caso de plantas de milho com emergência tardia, Merotto Júnior et al. (1999) e Liu et al. (2004) observaram que foram dominadas e produziram poucos grãos. Em densidades altas, essa tendência se acentua graças ao aumento da competição intraespecífica, que causa mais dificuldades a plantas com emergência tardia e faz que muitas não produzam espigas. Merotto et al. (1999) relatam que, como as plantas dominadas em milho não alocam a quantidade de fotoassimilados necessária ao desenvolvimento da espiga, ocorrem um número maior de plantas estéreis e aumento do intervalo entre a antese e o espigamento.

Plantas portadoras de velocidade elevada de emergência e crescimento inicial têm prioridade na absorção dos recursos do meio, por isso em geral levam vantagem no uso destes (GUSTAFSON et al., 2004).

2.3 Qualidade das sementes

Além de alto poder germinativo, a semente de girassol deve ter vigor elevado para proporcionar germinação rápida, uniforme e emergência de plântulas sob condições edafoclimáticas extrínsecas, tais como umidade, temperatura e aeração. Essas propriedades têm de ser verificadas em laboratório antes da semeadura mediante amostra representativa do lote a ser usado. Em geral, semente com teor maior de óleo tem mais problemas de germinação, sobretudo em temperaturas mais amenas do solo (SILVEIRA et al., 2005).

Quando a semente usada na semeadura tem qualidade fisiológica baixa, é comum o uso de densidade maior de sementes para se obter a população de plantas desejada como forma de compensar eventuais falhas no estabelecimento do estande inicial previsto. Mas, segundo Scheeren (2002), esse recurso é um fator de correção que aumenta o custo da lavoura e não resolve o problema. Normalmente, o produtor não percebe que, como fator de segurança, essa diferença para mais pode ser suficiente para se adquirir uma semente de qualidade excelente, além das incertezas quanto ao futuro de seu desenvolvimento e produtividade da lavoura.

A viabilidade da semente é o componente central de qualquer avaliação de qualidade, e a metodologia do teste de germinação tem sido aperfeiçoada a um nível alto de responsabilidade e segurança. Segundo a International Seed Testing Association/ISTA (1995 apud CERVIERI FILHO, 2005), as sementes devem germinar e chegar ao ponto em que a avaliação da plântula pode ser feita; e as plântulas cujas estruturas características de uma plântula normal tenham se desenvolvido serão incluídas na porcentagem final de germinação.

Em condições de campo, com frequência os resultados de emergência das plântulas podem ser consideravelmente inferiores aos observados para germinação em laboratório. Decepções podem ocorrer quanto ao desempenho de lotes com alto poder germinativo no armazenamento, fato verificado na prática e documentado pela pesquisa (DELOUCHE, 1973 apud CERVIERI FILHO, 2005). Assim, o conflito entre o uso de condições ideais para o teste de germinação e o objetivo de informar um valor estimado para semeadura terá sido resolvido, mas só em condições favoráveis de solo.

As condições ideais fornecidas no teste padrão de germinação raramente ocorrem no campo, mesmo com condições ambientais favoráveis. Uma restrição mecânica é imposta pela cobertura de solo em semeaduras mais profundas e são comuns

chuvas torrenciais após a semeadura, variações na temperatura do solo e ataques de fungos e insetos. Como resultado, a proporção de sementes que originam plântulas no solo é, com frequência, menor do que o potencial de germinação (CERVIERI FILHO, 2005).

Segundo Delouche e Caldwell (1960), todo estudo sobre colheita, conservação, danificações mecânicas, físicas e químicas, tratamento, enfim: pesquisas em tecnologia de sementes, deve incluir informações sobre o vigor e a germinação dela para obter conclusões mais seguras. Portanto, considera-se que, em geral, os testes de vigor dão informações complementares aos resultados obtidos no teste de germinação. Avaliar o vigor se torna ainda mais importante quando há possibilidade de ocorrerem condições adversas à emergência das plântulas no campo. Conforme Popinigis (1973), conhecer o vigor das sementes permite que se adotem procedimentos adequados à instalação do campo, pois o uso de sementes de vigor baixo normalmente resulta em queda de produtividade.

Os componentes da qualidade das sementes (genético, físico, fisiológico e sanitário) têm importância equivalente, mas os aspectos fisiológicos têm recebido mais atenção da pesquisa, sobretudo quando se consideram as espécies oleaginosas. Na verdade, o estabelecimento das plântulas após a semeadura e o início do desenvolvimento da lavoura representa, talvez, o parâmetro balizador principal da qualidade da semente, do ponto de vista do consumidor (MARCOS FILHO, 2001). Seja como for, a qualidade fisiológica potencial de uma semente é determinada pela sua herança genética; por outro lado, sua qualidade real é função das condições ambientais em que foi produzida e armazenada, bem como das técnicas de produção, colheita, secagem e beneficiamento (KRZYZANOWSKI, 1992).

Tekrony e Egli (1991 apud CERVIERI FILHO, 2005) relatam que o uso de sementes de alto vigor é justificado em todas as culturas para tanto se assegurar uma população de plantas adequada à variação ampla de condições de campo encontradas na emergência quanto aumentar a produção quando a densidade de plantas é menor que a requerida. Isso porque, com frequência, falhas na emergência ou na redução da velocidade de emergência são atribuídas a um baixo vigor, associado com a deterioração das sementes (ROSSETTO et al., 1997). Alterações na cor das sementes causadas por altas temperaturas ou infestação de micro-organismos no período de conservação, também, correlacionam-se com o decréscimo do poder germinativo e de vigor. Logo, a deterioração pode até prejudicar a produção de um campo.

A emergência reduzida e/ou desuniforme pode resultar em atraso no desenvolvimento da planta, problemas no controle de invasoras e interferência na qualidade das sementes e nas características da planta relacionadas à eficiência da colheita. Segundo Ellis (1992), em tese, a germinação e o vigor podem influenciar o rendimento da cultura através de efeitos diretos e indiretos. Os indiretos incidem na porcentagem de emergência e no tempo decorrido entre semeadura e emergência, podendo afetar o rendimento da cultura por alterações na população de plantas, arranjo espacial e duração do ciclo da cultura. Os efeitos diretos incidem na capacidade diferenciada de as plântulas acumularem matéria seca em virtude de variação do nível de vigor das sementes.

A quase-totalidade dos trabalhos sobre os efeitos de níveis distintos de vigor das sementes no desempenho das plântulas delas originadas não informa, com clareza, as causas dessa diferença no desempenho. O desempenho melhor das plântulas provenientes de semente de alto vigor, talvez, decorra de causas indiretas, a exemplo de emergência mais precoce, mais uniforme e da produção de plântulas com tamanho inicial maior, o que provocaria diferenças iniciais entre plântulas, que poderiam se manter ao longo do desenvolvimento da cultura, refletindo-se em diferenças na produção de matéria seca e na estatura de plantas. Segundo Villiers (1973 apud CERVIERI FILHO, 2005), a velocidade de emergência mais lenta existe porque uma semente de vigor menor precisa restaurar organelas e tecidos danificados antes de dar início ao crescimento do eixo embrionário na germinação, e o tempo consumido nesse processo amplia o período total de emergência.

Não há tese única acerca dos efeitos da qualidade das sementes sobre os componentes do rendimento. Trabalhando com soja, Marcos Filho (1999) observou que o crescimento da plântula depende da qualidade e quantidade de reservas acumuladas pelas sementes; quando a planta passa a fotossintetizar, torna-se autotrófica, isto é, as reservas da semente passam a não ter mais importância. Assim, a persistência do efeito do vigor das sementes pode ser atenuada no desenvolvimento das plantas. Kolchinski (2003) e Scheeren (2002), também trabalhando com a soja, encontraram resultados com ganhos de produtividade em razão da qualidade inicial das sementes. Mas alguns autores alertam para problemas de desuniformidade na população de plantas em lavouras; ressaltam que a emergência e o estande uniforme são essenciais à produção de grãos e sementes, pois o sincronismo na emergência e na floração depende da uniformidade do estande.

Braz e Rossetto (2009) constataram que o uso de aquênios vigorosos de girassol favoreceu o desenvolvimento das plantas 60 dias após a emergência e que esse efeito persistiu até a produção, na ausência de diferença na população inicial.

Há pesquisas que mostraram diferenças competitivas entre plantas nas comunidades e que plantas mais desenvolvidas tiveram vantagem na competição intraespecífica. Black (1958 apud CERVIERI FILHO, 2005) constatou que plântulas com área foliar e altura maiores, em estádios posteriores do desenvolvimento, predominaram sobre plantas que se desenvolveram menos no estágio de plântulas. Dito isso, espera-se que plantas oriundas de sementes mais vigorosas, em função da maior área foliar, de taxas de crescimento (SCHUCH et al., 2000; MACHADO, 2002) e da altura (TEKRONY et al., 1987 apud CERVIERI FILHO, 2005), sejam mais eficientes na competição por luz. Também se espera que, ao se associarem plantas originárias de sementes com diferentes níveis de vigor, é provável que plantas com crescimento maior afetarão a intensidade e composição da luz incidente sobre plantas com crescimento menor na comunidade vegetal e que, por consequência, isso se refletirá no desenvolvimento e na produção individual delas.

Com efeito, Egli (1993) constatou que plantas de soja emergidas mais cedo sempre tiveram vantagem competitiva sobre plantas emergidas depois em posições alternadas na mesma linha de semeadura; e que isso bastou para que o rendimento final de grãos fosse maior — cerca de 9% superior ao de plantas provenientes de sementes de baixo vigor. Essa vantagem se refletiu em maior rendimento de grãos por planta. Ao avaliar o crescimento inicial de aveia-preta em resposta ao vigor das sementes, Schuch et al. (1999) concluíram que sementes de vigor menor determinam redução, retardamento e desuniformidade na emergência no campo e que as de vigor mais elevado produzem plântulas com tamanho inicial maior, o que, por consequência, proporcionou taxas maiores de crescimento da planta, de produção de matéria seca e da área foliar ao longo do período inicial de crescimento.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Entre março e julho de 2009, foram feitos dois experimentos na área experimental da fazenda do Glória, pertencente à Universidade Federal de Uberlândia/UFU (FIG. 1). A área está no município de Uberlândia (MG) e tem latitude sul de 18°58'52", longitude oeste de 48°12'24" e altitude de 890 metros. O solo classificado como latossolo vermelho distrófico de textura argilosa.

Segundo Köppen (1936), o clima dessa região é classificado como Aw mesotérmico, com temperatura média superior a 18° Celsius em meses mais frios. No verão, a precipitação pluviométrica é intensa; no inverno, inferior a 60 mm, com temperatura média de 18,8° Celsius, o que caracteriza a região como tipicamente tropical. No verão, há grande instabilidade, sobretudo de origem frontal Frente Polar Atlântica e instabilidades de Noroeste, que provocam grandes chuvas, concentradas de outubro a março. Cerca de 50% da precipitação anual — de 1.500 a 1.600 mm — ocorre entre dezembro e fevereiro. Os dados climáticos foram monitorados por meio de uma estação climatológica localizada nas proximidades das áreas onde foram conduzidos os experimentos. Os dados referentes à precipitação, temperaturas máxima e mínima e umidade relativa diárias são apontados nos Gráficos 1 e 2.



FIGURA 1. Vista geral dos experimentos conduzidos na fazenda do Glória entre março e julho de 2009
Fonte: nosso acervo

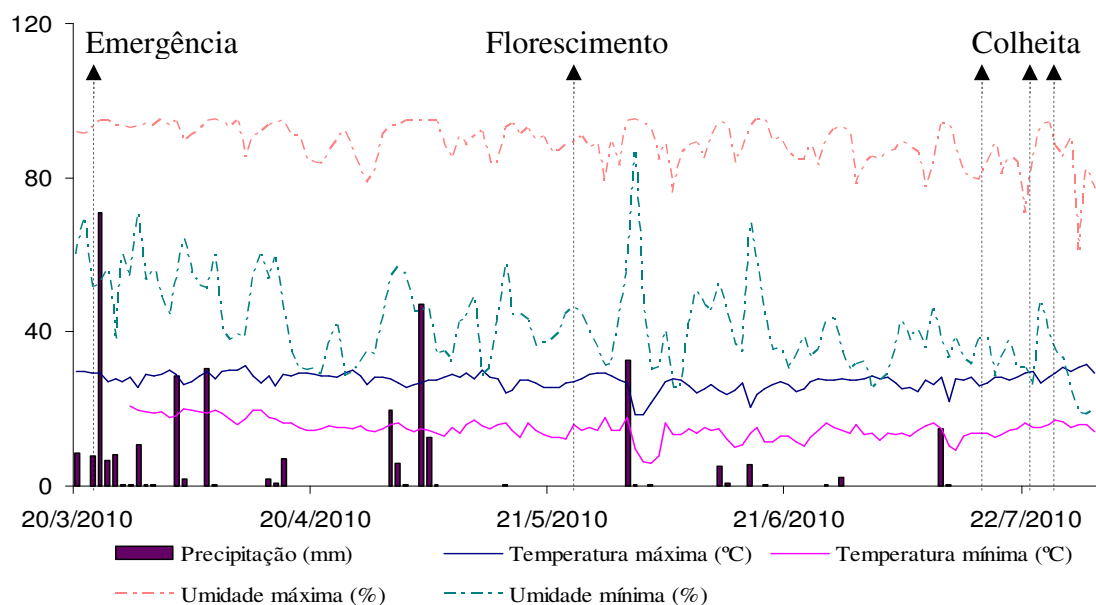


GRÁFICO 1. Precipitação pluvial (mm), temperatura máxima e mínima (° C), umidade máxima e mínima (%) diárias, obtidas na estação climatológica próxima a área do experimento 1 — vigor de sementes e competição intraespecífica

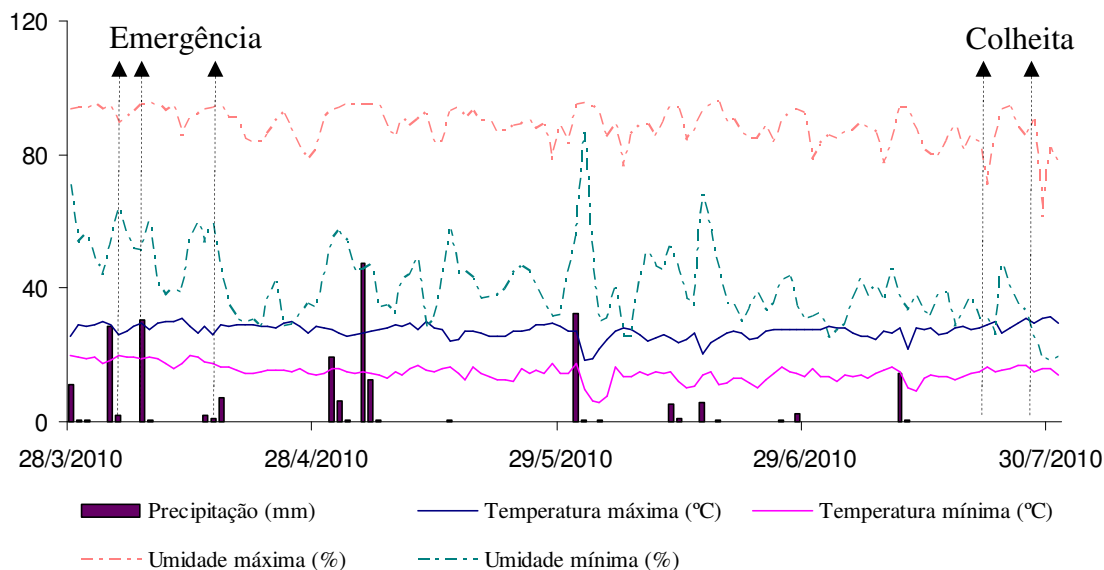


GRÁFICO 2. Precipitação pluvial (mm), temperatura máxima e mínima (° C), umidade máxima e mínima (%) diárias, obtidas na estação climatológica próxima à área do experimento 2 — população de plantas e desuniformidade de semeadura

As características químicas e físicas das amostras de solo, coletadas nas áreas dos experimentos são apresentadas na Tabela 1.

TABELA 1. Características químicas e físicas das amostras de solo, coletadas às profundidades de 0–20 e 20–40 centímetros na área dos experimentos

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS (CQ) ¹							
(CQ)	Profundidade (cm)		Unidade	(CQ)	Profundidade (cm)		Unidade
	0–20	20–40			0–20	20–40	
pH H ₂ O	5,7	5,3	1–2,5	t	2,97	1,49	cmolc dm ⁻³
P me ^{h-1}	11,6	0,8	mg dm ⁻³	T	6,37	4,09	cmolc dm ⁻³
K ⁺	107	36	mg dm ⁻³	V	47	32	%
Ca ²⁺	2,0	0,8	cmolc dm ⁻³	m	0	13	%
Mg ²⁺	0,7	0,4	cmolc dm ⁻³	B	0,15	0,06	mg dm ⁻³
Al ³⁺	0,0	0,2	cmolc dm ⁻³	Cu	0,9	0,6	mg dm ⁻³
H+Al	3,4	2,80	cmolc dm ⁻³	Fe	42	16	mg dm ⁻³
MO	2,2	1,40	dag kg ⁻³	Mn	1,3	0,1	mg dm ⁻³
SB	2,97	1,29	cmolc dm ⁻³	Zn	0,7	0,1	mg dm ⁻³
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS ²							
Profundidade (cm)	Areia grossa	Areia fina	Silte	Argila	Classe textural		
	 g kg ⁻¹						
0–20	169	151	29	651	Muito argilosa		
20–40	149	118	95	638	Muito argilosa		

^{1,2} Análises feitas nos laboratórios de Análise de Solos (LABAS) e de Manejo de Solos (LAMAS), respectivamente, do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Uberlândia (ICIAG/UFU), Uberlândia.

O solo foi preparado com aração e duas gradagens. Para correção, foram aplicados 500 kg ha⁻¹ de calcário dolomítico super 100. A adubação foi calculada com base na análise de solo, sendo aplicados, na semeadura, 50 kg ha⁻¹ do formulado 20–30–30 + 36 kg ha⁻¹ de FTE BR 12 + 6 kg ha⁻¹ de ácido bórico. A adubação de cobertura foi feita com o formulado 40–00–10, na dosagem de 50 kg ha⁻¹, aplicados em duas parcelas: 30 dias e 50 dias após a semeadura. As sementes foram tratadas com fungicida Vitavax® thiram 200 SC e o inseticida Cruiser® 350 FS, nas dosagens de 300 mL e 400 mL/100 kg de sementes, respectivamente.

A irrigação, por aspersão convencional, forneceu lâmina d'água de oito milímetros, quatro vezes por semana. Foi suspensa na maturidade fisiológica das plantas semeadas por último — foi considerado ponto de maturação fisiológica quando 90% das plantas semeadas por último da parcela apresentavam capítulos com brácteas de coloração entre amarelo e castanho (CASTIGLIONI et al., 1997).

O controle de plantas infestantes foi feito mediante capina manual, 20 dias e 40 dias após a emergência. Para controlar pragas e doenças, foi usada uma mistura do inseticida Avaunt® e do fungicida Riza®, nas dosagens de 0,4 l ha⁻¹ e 1,01 l ha⁻¹, respectivamente, aplicada quando as plantas estavam no início do florescimento.

3.1 Experimento 1 — vigor de sementes e competição intraespecífica

O delineamento experimental usado foi o de blocos ao acaso, com quatro repetições. Os tratamentos incluíram sete combinações de distribuição das sementes de alto vigor e de baixo vigor ao longo da linha de semeadura:

- 1A:1A — todas as sementes de alto vigor;
- 3A:1B — três sementes de alto vigor seguidas por uma semente de baixo vigor;
- 2A:1B — duas sementes de alto vigor seguidas por uma semente de baixo vigor;
- 1A:1B — uma semente de alto vigor seguida por uma de baixo vigor;
- 1A: 2B — uma semente de alto vigor seguida por duas sementes de baixo vigor;
- 1A:3B — uma semente de alto vigor seguida por três sementes de baixo vigor;
- 1B:1B — todas as sementes de baixo vigor.

As combinações corresponderam às seguintes proporções das plantas provenientes das sementes de alto vigor na comunidade: 1,0 (A:A); 0,75 (3A:1B); 0,67 (2A:1B); 0,50 (1A:1B); 0,33 (1A:2B); 0,25 (1A:3B); 0,0 (1B:1B).

Foram usados dois lotes de sementes do híbrido Hélio 360, proveniente da safra 2007/08, cujo vigor foi classificado em dezembro de 2008, através do índice de velocidade de emergência (IVE), com substrato areia em casa de vegetação. O lote 1 apresentou E=96% e IVE=20,93, classificado como de baixo vigor; o lote 2 apresentou E=98% e IVE =22,73, classificado como de alto vigor.

A semeadura foi feita manualmente, em 23 de março de 2009, conforme as combinações de vigor, especificadas há pouco, à profundidade de plantio de 2,5 centímetros. A população de plantas usada foi de 45 mil por ha⁻¹. As parcelas foram constituídas por quatro fileiras de 5 metros de comprimento, espaçadas em 0,80 centímetros. As duas fileiras centrais foram consideradas como área útil.

Na pré-colheita fez-se a marcação dos capítulos segundo o vigor da semente que o originou.

3.2 Experimento 2 — população de plantas e desuniformidade de semeadura

Os tratamentos foram dispostos em delineamento de blocos ao acaso, com arranjo em parcelas subdivididas, contendo cinco repetições. Nas parcelas, foram avaliadas quatro populações de plantas (35 mil, 40 mil, 45 mil e 50 mil plantas por ha^{-1}) e, nas subparcelas, a desuniformidade de semeadura, com variação da data de semeadura na linha, sendo: 1) semeadura uniforme (0-0-0-0); 2) semeadura intercalada, sete dias após a primeira semeadura (0-7-0-7); 3) semeadura intercalada, 14 dias após a primeira semeadura (0-14-0-14); 4) semeadura aos 7 e 14 dias após a primeira semeadura (0-7-14-0-7-14).

A semeadura ocorreu em março de 2009, manualmente, à profundidade de 2,5 centímetros. Foram usadas sementes do híbrido de girassol Hélio 360, com emergência igual a 99% e IVE de 22,62, produzidas na safra 2007/08, armazenadas em câmara fria, a 10 ± 2 ° Celsius, do laboratório de análise de sementes da UFU. As subparcelas foram constituídas por quatro fileiras de 5 metros de comprimento, espaçadas em 0,80 centímetros; como área útil, foram consideradas as duas fileiras centrais.

Na pré-colheita, houve marcação dos capítulos conforme o intervalo da semeadura que o originou.

3.3 Colheita, secagem e beneficiamento

A colheita dos capítulos foi manual, em três etapas. Em cada etapa, os capítulos cujas sementes estavam visualmente maduras foram cortados com cutelo (FIG. 2), depois separados conforme o histórico da semente que o originou e, enfim, acondicionados em sacos de polipropileno trançado para serem transportados e, a seguir, postos para secar ao ar livre (FIG. 3).

A debulha foi manual (FIG. 4); e a limpeza das sementes ocorreu mediante abanação manual em peneira de arame sob uma corrente de ar proporcionada por um ventilador (FIG. 5). Em seguida, as sementes foram acondicionadas em sacos de papel, devidamente identificados para avaliações posteriores.



FIGURA 2. Detalhe da colheita dos capítulos de girassol — 2009
Fonte: nosso acervo



FIGURA 3. Secagem ao ar livre dos capítulos de girassol — 2009
Fonte: nosso acervo



FIGURA 4. Debulha manual dos capítulos — 2009

Fonte: nosso acervo



FIGURA 5. Limpeza das sementes com peneira e ventilador — 2009

Fonte: nosso acervo

3.4 Avaliações

3.4.1 Emergência

A contagem das plântulas emergidas na instalação dos experimentos foi diária, até sua estabilização. Foram consideradas como plantas emergidas quando, pelo menos, 50% da área dos cotilédones estavam acima do solo.

Foram avaliados: o tempo inicial (t_0), final (t_f) e médio (t_m) de emergência das plântulas, expresso em dias e calculado pela expressão proposta por Labouriau (1983); o índice de sincronia (Z) da germinação e emergência, conforme Ranal e Santana (2006); e a emergência (E) e velocidade de emergência (VE), conforme Maguire (1962), cuja expressão matemática associa o número de sementes germinadas ou plântulas emergidas com o tempo.

3.4.2 Sobrevivência das plantas

A sobrevivência aos 60 dias após a semeadura e na colheita foi calculada com base na relação entre estandes e número de sementes colocadas na parcela útil. O resultado foi expresso em %.

3.4.3 Diâmetro e altura do capítulo

O diâmetro dos capítulos foi medido com fita métrica na maturação fisiológica (FIG. 6). O resultado foi obtido pela média dos diâmetros dos capítulos na área útil. A altura foi mensurada do nível do solo até a posição em que se encontrava a inserção do capítulo, independentemente da curvatura do caule. O resultado foi obtido pela média das plantas na área útil durante a colheita (FIG. 7).

3.4.4 Umidade das sementes

A umidade das sementes foi determinada no Laboratório de Análise de Sementes da UFU, em Uberlândia, por um determinador modelo G800,³ conforme prescrições das Regras para Análise de Sementes/RAS (BRASIL, 1992). Foram avaliadas duas subamostras por parcela. Para o resultado final, usou-se a média aritmética de leituras das duas subamostras, admitindo-se variação máxima de 0,5% entre elas.

³ Comercializado pela Indústria e Comércio Eletro Eletrônica Gehaka Ltda.



FIGURA 6. Posição da fita métrica para se medir diâmetro de capítulos de girassol — 2009
Fonte: nosso acervo.



FIGURA 7. Posição da fita métrica para se medir altura de capítulo de girassol — 2009
Fonte: nosso acervo.

3.4.5 Produtividade das sementes

Toda a produção obtida na área útil foi pesada em balança com precisão de 0,1g. A seguir, o peso foi corrigido para umidade de 11% e transformado em kg ha^{-1} .

3.5 Análises estatísticas

A análise estatística inicial dos dados se embasou nas análises de variância. O comportamento das comunidades de plantas oriundas de diferentes combinações de vigor foi avaliado por comparações de médias, utilizando-se o teste de Tukey a 5% de significância. O desempenho das plantas individuais de alto vigor e de baixo vigor nas comunidades foi avaliado por regressão polinomial. No experimento em que foi estudada a desuniformidade de semeadura, a avaliação do comportamento das comunidades oriundas de diferentes simulações de desuniformidades foi por comparações de médias, utilizando-se o teste de Tukey a 5% de significância; enquanto que o desempenho das populações foi por regressão polinomial.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Experimento 1 — vigor de sementes e competição intraespecífica

O resumo das análises de variância dos dados tempo inicial, tempo final e tempo médio de emergência das plântulas expressa em dias, o índice de sincronia, a velocidade de emergência e a emergência de plântulas de girassol em função de combinações de vigor das sementes semeadas são apresentados na Tabela 2. Nota-se que houve efeito significativo ($P \leq 0,05$) só na emergência das plântulas.

Na Tabela 3, observa-se que: o t_0 da emergência em todas as combinações de vigor ocorreu aos 5 dias; que o t_f foi estabilizado aos 9 dias (1A:1A; 3A:1B; 2A:1B), 10 dias (1A:1B; 1A:3B; 1B:1B) e 11 dias (1A:2B); e que o tempo médio necessário ao conjunto das sementes germinar foi aos 6 dias. Os dados obtidos convergem para o que aponta Castiglioni et al. (1997): a fase germinação-emergência em condições normais deve ocorrer sete dias após a semeadura.

O índice de sincronia mostrou valores baixos e próximos a 0 ($0,2977 \leq Z \leq 0,3795$); isto é, sugere falta de sobreposição de germinação das sementes no tempo. As velocidades de emergência não diferem estatisticamente, quaisquer que sejam as combinações de vigor ($8,94 \leq VE \leq 9,79$ plântulas dia^{-1}). A velocidade de emergência se relaciona com a velocidade dos processos metabólicos desencadeados na germinação e emergência. Velocidade maior nesses processos permite que as reservas sejam remobilizadas das sementes e realocadas em tecidos das plântulas com mais rapidez; o que em geral resulta em maior velocidade de emergência das plântulas originadas de sementes com qualidade fisiológica maior.

TABELA 2. Resumo das análises de variância dos tempos inicial (t_0), final (t_f) e médio (t_m) de emergência das plântulas expresso em dias, do índice de sincronia (Z), da velocidade de emergência (VE) e da emergência (E) de plântulas de girassol em função de combinações de vigor das sementes usadas na semeadura — 2009

FONTE DE VARIÇÃO	GRAU DE LIBERDADE	QUADRADOS MÉDIOS					
		t_0	t_f	t_m	Z	VE	E
Blocos	3	—	4,2381	0,7024	0,0091	1,8488	71,2857
Combinações de vigor	6	—	1,1190 ^{ns}	0,3095 ^{ns}	0,0040 ^{ns}	0,3099 ^{ns}	23,4881*
Resíduo	18	—	1,2936	0,2301	0,0055	0,3218	8,2024
Coeficiente de variação (%)		—	11,14	7,59	21,77	6,10	3,61

* Significativo a 1% de probabilidade pelo teste de F.

^{ns} Não significativo

TABELA 3. Médias dos dados tempo inicial (t_0), final (t_f) e médio (t_m) de emergência das plântulas expressos em dias, índice de sincronia (Z), velocidade de emergência (VE) e emergência (E) de plântulas de girassol em função de combinações de vigor de sementes — 2009

COMBINAÇÕES DE VIGOR ²	EMERGÊNCIA					
	t_0 (dias)	t_f (dias)	t_m (dias)	Z (bits)	VE (plântula dia ⁻¹)	E (%)
1A:1A/1,00	5,00	9,75 a	6,00 a	0,3530 a	9,53 a	80 ab
3A:1B/0,75	5,00	9,75 a	6,50 a	0,3112 a	9,17 a	79 ab
2A:1B/0,67	5,00	9,75 a	6,25 a	0,3638 a	9,27 a	75 b
1A:1B/0,50	5,00	10,75 a	6,00 a	0,3194 a	9,21 a	78 ab
1A:2B/0,33	5,00	11,00 a	6,75 a	0,2977 a	8,94 a	80 ab
1A:3B/0,25	5,00	10,50 a	6,25 a	0,3795 a	9,79 a	83 a
1B:1B/0,00	5,00	10,00 a	6,50 a	0,3667 a	9,16 a	80 ab

¹ Médias seguidas por uma mesma letra na coluna não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

² Distribuição das sementes de alto e baixo vigor ao longo da linha de semeadura/proporção de plantas provenientes de sementes de alto vigor.

Sobre a emergência, houve diferença significativa só entre as combinações de vigor 2A:1B e 1A:3B, em que essa última apresentou desempenho superior (83%). As demais combinações não apresentaram diferença significativa quando comparadas entre si. Os resultados mostraram germinação igual/superior à mínima estabelecida (75%) para comercialização de girassol (BRASIL, 1992).

Além de rápida, a emergência deve ser uniforme, pois o momento da emergência de plântulas pode afetar seu comportamento posterior, sobretudo na uniformidade da colheita. Segundo Marcos Filho (2005), a redução da porcentagem de emergência das plântulas é uma das consequências da interação do potencial fisiológico das sementes com as condições do ambiente no campo.

O Gráfico 3 mostra que, conforme a distribuição da frequência percentual de emergência, as combinações de vigor apresentaram padrão semelhante de emergência. Isso significa que houve certa sincronia na emergência das plântulas de girassol independentemente das combinações de vigor. A partir do sexto dia, a frequência relativa tendeu a ser reduzida, tornando-se constante quando a emergência das plantas foi estabilizada.

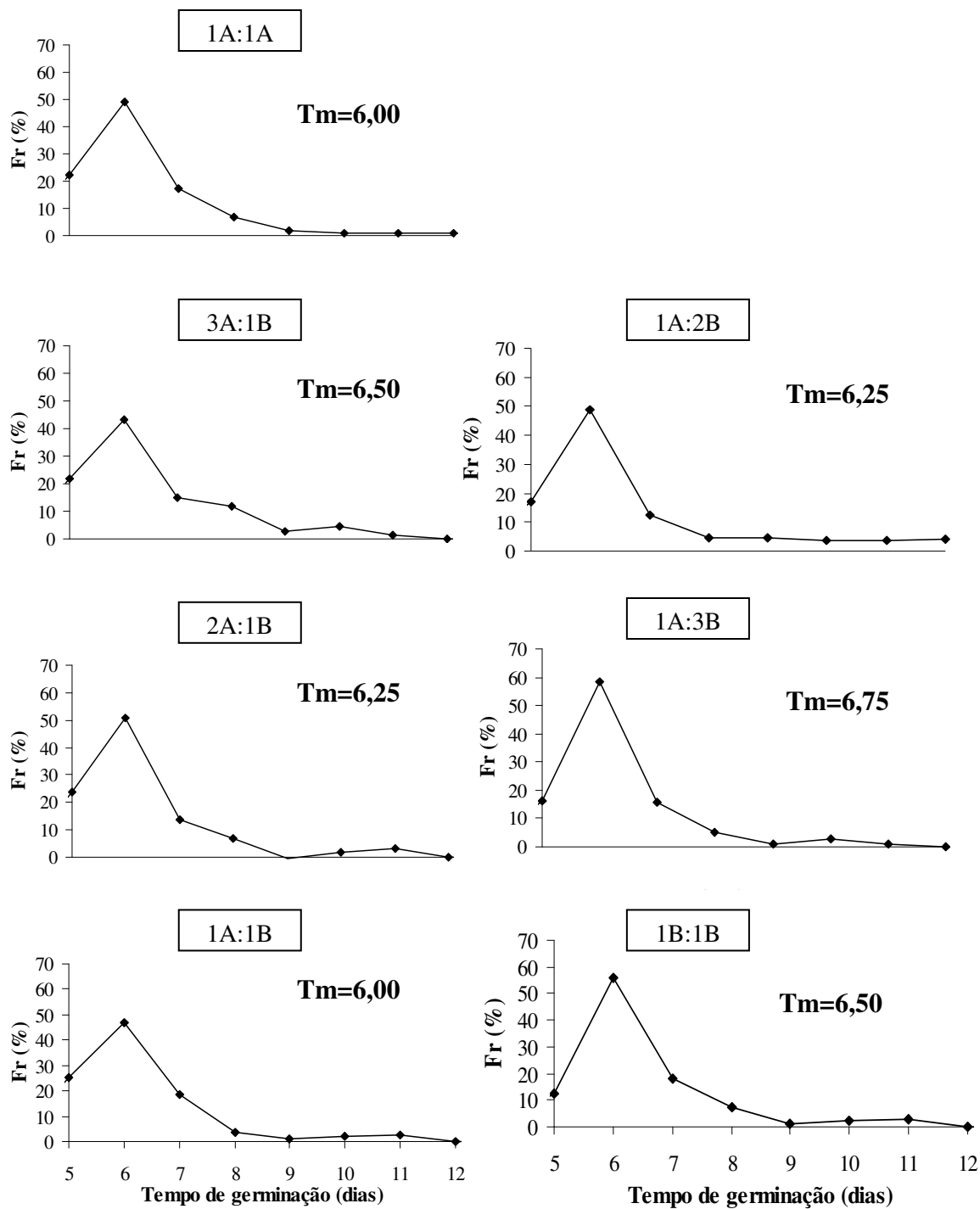


GRÁFICO 3. Distribuição da frequência relativa (Fr) da emergência de plântulas de girassol em função de combinações de vigor de sementes

Com base nos resultados apresentados na Tabela 4, observa-se que as combinações de vigor não interferiram ($P \leq 0,05$) no diâmetro nem na altura dos capítulos, na sobrevivência, na umidade das sementes e na produtividade das plantas individuais nas comunidades de plantas de girassol usadas na semeadura.

TABELA 4. Resumo das análises de variância dos dados diâmetro e altura dos capítulos, sobrevivência, umidade das sementes e produtividade das plantas individuais nas comunidades de plantas de girassol em função de combinações de vigor de sementes usadas na semeadura — 2009

FONTE DE VARIAÇÃO	GL ¹	QUADRADOS MÉDIOS				
		DIÂMETRO	ALTURA	SOBREVIVÊNCIA	UMIDADE	PRODUTIVIDADE
Plantas oriundas de sementes de alto vigor						
Blocos	3	1,1068	142,9342	—	0,0348	2637,5595
Combinações de vigor	5	7,0319 ^{ns}	211,6976 ^{ns}	—	0,0183 ^{ns}	626,4969 ^{ns}
Resíduo	15	3,1305	204,8877	—	0,0193	593,0080
Coefficiente de variação (%)		6,93	9,35	—	1,45	22,06
Plantas oriundas de sementes de baixo vigor						
Blocos	5	11,5595	638,1348	—	0,0949	3807,4885
Combinações de vigor	3	1,7828 ^{ns}	199,0946 ^{ns}	—	0,013 ^{ns}	2288,0100 ^{ns}
Resíduo	15	10,4777	192,7730	—	0,0181	6983,5162
Coefficiente de variação (%)		12,68	9,42	—	1,40	69,48
Comunidade — todas as plantas						
Blocos	6	4,7209	359,2381	69,59	0,0464	440845,5463
Combinações de vigor	3	5,5532 ^{ns}	131,3214 ^{ns}	130,4652 ^{ns}	0,0095 ^{ns}	93295,2214 ^{ns}
Resíduo	18	4,7012	122,3214	181,5987	0,0104	192728,1683
Coefficiente de variação (%)		8,51	7,33	15,44	1,06	16,76

¹ Grau de liberdade

^{ns} não significativo

Plantas oriundas de sementes de alto e baixo vigor e o desempenho da comunidade apresentaram, respectivamente, valores variáveis de diâmetro (24,08 cm a 27,72 cm; de 24,81 cm a 26,31 m e de 24,08 cm a 27,63 cm), altura dos capítulos (144,31 cm a 161,44 cm); (137,60 cm a 157,16 cm) e (144,00 cm a 158,25 cm) e produtividade (92,00 g a 128,77 g planta⁻¹); (93,86 centímetros a 150,52 g planta⁻¹) e (2.363 kg a 2.789 kg ha⁻¹) (TAB. 5). Esses resultados mostram magnitude maior do que os encontrados por Resende et al. (2008), que, no semiárido do norte de Minas Gerais e na Bacia do Jequitinhonha, encontraram médias de diâmetro de capítulo variando de 13,72 centímetros a 17,65 centímetros. A umidade das sementes variou entre de 9,5 a 9,7 % b.u.

TABELA 5. Médias dos dados diâmetro e altura dos capítulos, sobrevivência, umidade das sementes e produtividade de plantas individuais nas comunidades de plantas de girassol em função de combinações de vigor de sementes usadas na semeadura — 2009

COMBINAÇÕES DE VIGOR ²	CAPÍTULO		SOBREVIVÊNCIA (%)	UMIDADE (% b.u)	PRODUTIVIDADE ³ (g planta ⁻¹)
	DIÂMETRO (cm)	ALTURA (cm)			
Plantas oriundas de sementes de alto vigor					
1A:1A/1,00	24,08 a	154,49 a	—	9,6 a	104,66 a
3A:1B/0,75	26,28 a	144,31 a	—	9,5 a	113,54 a
2A:1B/0,67	25,62 a	150,69 a	—	9,6 a	117,23 a
1A:1B/0,50	25,05 a	161,05 a	—	9,5 a	106,18 a
1A:2B/0,33	27,72 a	146,25 a	—	9,5 a	128,77 a
1A:3B/0,25	24,47 a	161,44 a	—	9,6 a	92,00 a
Plantas oriundas de sementes de baixo vigor					
3A:1B/0,75	26,06 a	144,34 a	—	9,5 a	146,73 a
2A:1B/0,67	26,31 a	143,84 a	—	9,6 a	103,47 a
1A:1B/0,50	24,81 a	153,23 a	—	9,6 a	122,85 a
1A:2B/0,33	26,03 a	137,60 a	—	9,6 a	150,52 a
1A:3B/0,25	25,06 a	157,16 a	—	9,7 a	104,19 a
1B:1B/0,00	24,95 a	148,63 a	—	9,6 a	93,86 a
Comunidade – todas as plantas					(kg ha ⁻¹)
1A:1A/1,00	24,08 a	154,50 a	90,5 a	9,6 a	2706 a
3A:1B/0,75	26,21 a	145,00 a	81,5 a	9,5 a	2648 a
2A:1B/0,67	25,83 a	148,75 a	82,7 a	9,6 a	2529 a
1A:1B/0,50	24,84 a	157,00 a	92,0 a	9,6 a	2766 a
1A:2B/0,33	27,63 a	144,00 a	79,7 a	9,6 a	2535 a
1A:3B/0,25	24,85 a	158,25 a	93,3 a	9,7 a	2789 a
1B:1B/0,00	24,95 a	148,50 a	91,1 a	9,6 a	2363 a

¹ Médias seguidas por uma mesma letra na coluna não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

² Distribuição das sementes de alto e baixo vigor ao longo da linha de semeadura/proporção de plantas provenientes de sementes de alto vigor.

³ Umidade corrigida para 11% b. u.

Ainda na Tabela 5, conforme os valores de sobrevivência e produtividade das plantas individuais oriundas de sementes de alto e baixo vigor e o desempenho da comunidade geral pode-se afirmar que as plantas originadas das sementes de alto vigor não mostraram comportamento dominante nas comunidades. Uma explicação para esses resultados pode ser a de Marcos Filho (1999). Segundo esse autor, com a evolução do ciclo da cultura, a influência do vigor das sementes diminui, pois o desempenho das plantas depende menos das reservas de sementes, e mais das relações entre genótipo e ambiente. O desempenho inicial das estruturas presentes nas sementes é importante para o crescimento imediato após a emergência, visto que, quando a planta se torna autotrófica, a maioria dos fotoassimilados é direcionada à produção de matéria seca, inclusive da parte econômica (TEKRONY; EGLI, 1991). A

produtividade das plantas oriundas de sementes de alto e baixo vigor nas comunidades de girassol teve influência significativa da proporção de sementes de alto vigor usadas na semeadura (TAB. 6).

O aumento na proporção de plantas originadas de sementes de alto vigor proporcionou acréscimo linear na produtividade, apresentando incremento de 27% na produtividade, quando a proporção de plantas originadas de sementes de alto vigor passou de 0,25 para 1,00. Ao contrário, a produtividade das plantas oriundas de sementes de baixo vigor decresceu linearmente, com incremento na proporção de sementes de alto vigor, atingindo 723 kg ha⁻¹ em 0,75 (3A:1B) (GRÁFICO 4).

TABELA 6. Resumo da análise de variância do dado produtividade de plantas de girassol oriundas de sementes de alto e baixo vigor em função de diferentes proporções das sementes de alto vigor usadas na semeadura — 2009

FONTE DE VARIAÇÃO	GRAU DE LIBERDADE	QUADRADOS MÉDIOS PRODUTIVIDADE (kg ha ⁻¹)
Plantas oriundas de sementes de alto vigor		
Blocos	3	61072,6151
Combinações de vigor	(5)	1963053,9628*
Regressão linear	1	9285516,2454*
Regressão quadrática	1	46355,0539 ^{ns}
Desvio da regressão	3	161132,8383
Resíduo	15	74695,9912
Coeficiente de variação (%)		17,12
Plantas oriundas de sementes de baixo vigor		
Blocos	3	443004,1336
Combinações de vigor	(5)	1799449,7319*
Regressão linear	1	8199927,9819*
Regressão quadrática	1	40632,8946 ^{ns}
Desvio da regressão	3	252229,2610
Resíduo	15	253020,1737
Coeficiente de variação (%)		34,47
Comunidade — todas as plantas		
Blocos	3	440845,5463
Combinações de vigor	(6)	93295,2214 ^{ns}
Regressão linear	1	102350,9567 ^{ns}
Regressão quadrática	1	81953,1603 ^{ns}
Desvio da regressão	4	93866,8029
Resíduo	18	192728,1684
Coeficiente de variação (%)		16,76

*Significativo a 1% de probabilidade pelo teste de F.

^{ns} Não significativo

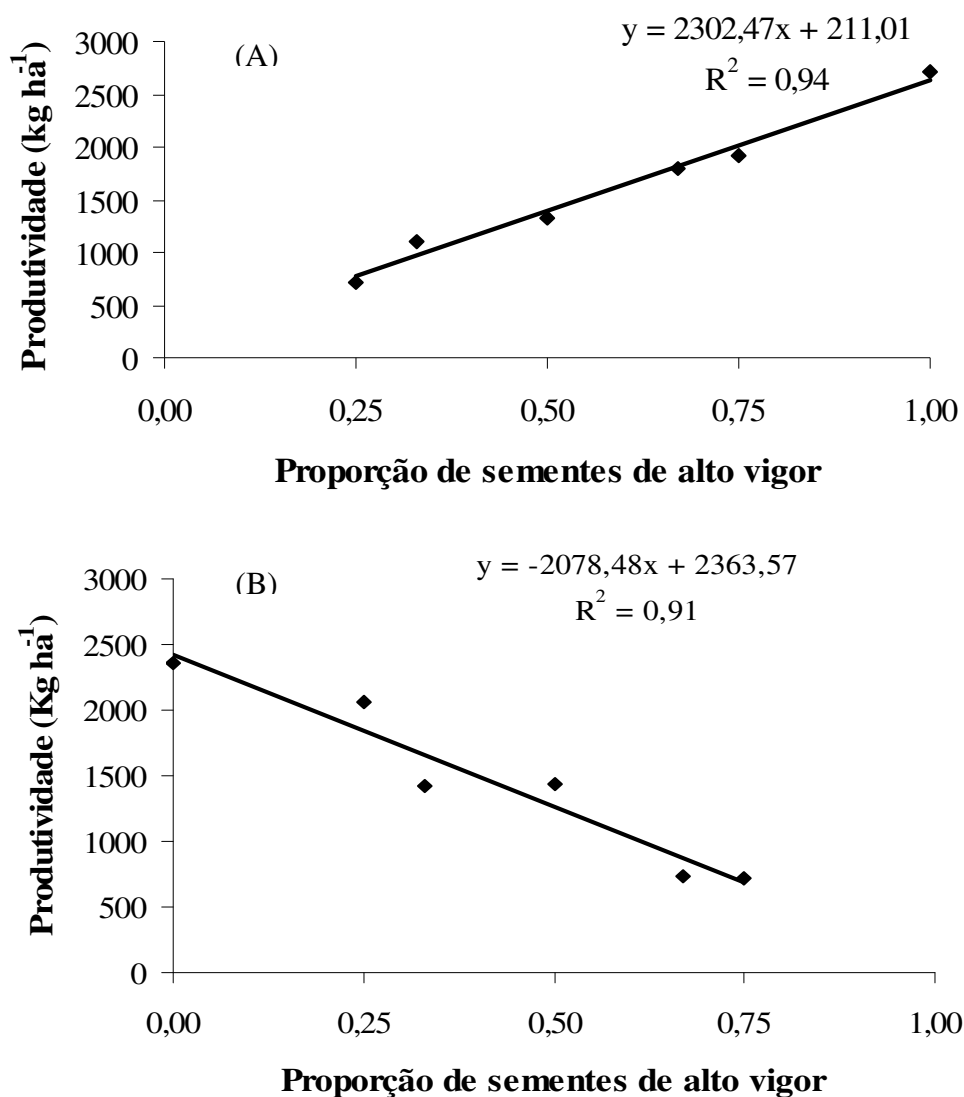


GRÁFICO 4. Produtividade das plantas oriundas de sementes de alto (A) e baixo vigor (B) nas comunidades de girassol em função de diferentes proporções de sementes de alto vigor usadas na semeadura — 2009

Os resultados mostram magnitude maior que os encontrados por Egli (1993), que observou que plantas de soja originadas de sementes de alto vigor semeadas em posições alternadas na linha de semeadura proporcionaram acréscimos na produtividade em torno de 9% superior a plantas provenientes de sementes de baixo vigor.

Tais resultados convergem ainda para os de Melo et al. (2006), que constataram que o uso de sementes de alto vigor no estabelecimento de comunidades de arroz proporcionou acréscimos superiores a 20% no rendimento de grãos em relação ao uso de sementes de baixo vigor.

4.2 Experimento 2 — população de plantas e desuniformidade de semeadura

Com base na Tabela 7, pode se notar que a emergência e a sobrevivência das plantas de girassol foram influenciadas tanto pela população quanto pela desuniformidade da semeadura.

A semeadura uniforme (0-0-0-0) apresentou porcentagem de emergência de 98% e não diferiu das semeaduras desuniformes (0-7-0-7) e (0-7-14-0), que apresentaram valores de 96% e 97%, respectivamente. Observa-se que a uniformidade da semeadura proporcionou maior sobrevivência das plantas tanto aos 60 dias após a semeadura quanto na colheita. A semeadura desuniforme (0-14-0-14) apresentou emergência e sobrevivência menor das plantas (TAB. 8).

Foi constatado que as plantas provenientes da semeadura após 14 dias apresentaram menor crescimento da parte aérea e do sistema radicular, por consequência tiveram menor capacidade de competição por água, luz e nutrientes, o que as impediu de completar o ciclo.

TABELA 7. Resumo das análises de variância dos dados emergência e sobrevivência aos 60 dias e na colheita das plantas de girassol em função de diferentes populações de plantas e desuniformidade de semeadura — 2009

FONTE DE VARIAÇÃO	GRAU DE LIBERDADE	QUADRADOS MÉDIOS		
		Emergência	SOBREVIVÊNCIA	
			60 dias após a semeadura	Na colheita
Blocos	4	62,3759	62,3875	299,7375
População	(3)	47,9472*	454,1833**	497,2000*
Regressão linear	1	24,7800*	1122,2500**	267,3600*
Regressão quadrática	1	1,2827 ^{ns}	84,0500 ^{ns}	33,8000 ^{ns}
Desvio de regressão	1	17,7789 ^{ns}	156,2500 ^{ns}	190,4400 ^{ns}
Resíduo (a)	12	12,1412	56,8708	100,1375
Desuniformidade	3	29,5462*	468,4833**	1901,9000*
População*Desuniformidade	9	13,6695 ^{ns}	21,7278 ^{ns}	45,7222 ^{ns}
Resíduo (b)	48	9,8673	33,1250	58,4542
Coefficiente de variação a (%)		3,62	8,41	12,04
Coefficiente de variação b (%)		3,26	6,42	9,20

*,** Significativo a 5% e 1% de probabilidade pelo teste de F, respectivamente.

^{ns} Não significativo

TABELA 8. Médias das porcentagens de emergência e de sobrevivência aos 60 dias e na colheita das plantas de girassol oriundas de desuniformidades distintas de semeadura — 2009

DESUNIFORMIDADE DE SEMEADURA ²	SOBREVIVÊNCIA		
	Emergência	60 dias após a semeadura	Na colheita
0-0-0-0	98 a	95 a	93 a
0-7-0-7	96 ab	92 ab	88 a
0-14-0-14	95 c	84 c	71 c
0-7-14-0	97 ab	88 bc	81 b

¹ Médias seguidas por uma mesma letra na coluna não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

² (0-0-0-0): semeadura uniforme; (0-7-0-7): semeadura intercalada sete dias após a primeira semeadura; (0-14-0-14): semeadura intercalada 14 após a primeira semeadura; (0-7-14-0): semeadura intercalada aos 7 e 14 dias após a primeira semeadura.

No Gráfico 5, é possível notar que a porcentagem de emergência e sobrevivência aos 60 dias e na colheita decresceu linearmente com o aumento da população de plantas. Foi observado que as plantas da população menor, que dispuseram de mais espaço para crescerem e se desenvolverem, apresentaram arquitetura mais aberta e crescimento horizontal maior, o que favoreceu a sobrevivência delas.

Esses resultados convergem para os de Argenta (2001), para quem a escolha adequada do arranjo de plantas pode aumentar a interceptação da radiação, a eficiência de seu uso e o rendimento de grãos das culturas, por influenciar o índice de área foliar, o ângulo da folha e a distribuição de folhas no dossel. Também convergem para os resultados de Merotto Júnior et al. (1999), que relataram que o aumento da população de plantas pode agravar as consequências da emergência desuniforme, determinando condições menores de competição às plantas de emergência atrasada.

Ao contrário, Ponzio et al. (1998), ao avaliarem a influência da correção no número de sementes visando ao estabelecimento do estande em soja, observaram que a porcentagem de sobrevivência das plantas não foi influenciada pelo estande.

De acordo com os resultados obtidos, acredita-se que a intensidade das plantas dominadas pode estar relacionada ao excesso e/ou à heterogeneidade na distribuição espacial das plantas, acarretando menor desenvolvimento e sobrevivência das plantas na comunidade.

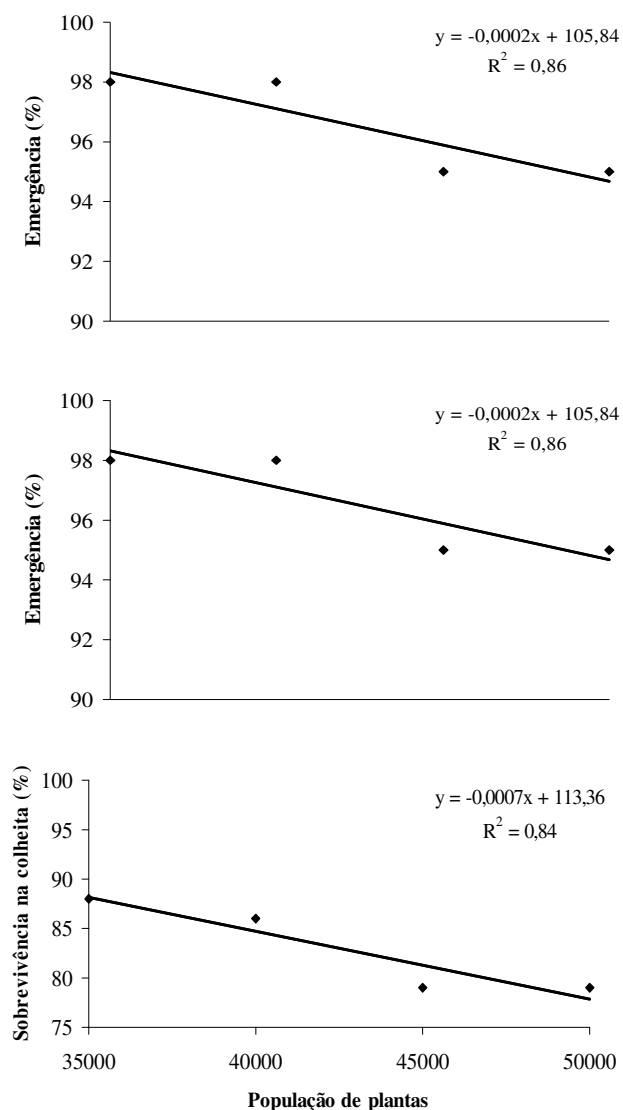


GRÁFICO 5. Porcentagens de emergência e sobrevivência aos 60 dias e na colheita das plantas de girassol em função de diferentes populações de plantas

O resumo das análises de variância dos dados diâmetro e altura dos capítulos, umidade das sementes e produtividade das plantas de girassol em função de diferentes populações de plantas e de desuniformidade de semeadura estão apresentadas na Tabela 9, a seguir. Foi detectado efeito significativo ($P \leq 0,05$) da população de plantas na umidade das sementes e da desuniformidade de semeadura no diâmetro e altura dos capítulos. Entretanto, nenhum desses fatores provocou interferência na produtividade.

Na Tabela 10, nota-se que a desuniformidade (0–14–0–14) apresentou capítulos com diâmetro maior dos capítulos, 23,30 centímetros, e altura menor do capítulo. Tais resultados permitem inferir que a altura menor pode se associar ao diâmetro maior, pois

capítulos maiores são mais pesados; logo, a planta se curva. Como este é o tratamento com maior diferença em relação à data de semeadura, as plantas semeadas na época zero sofriam menos com o efeito da competição por luz, o que favorece um porte mais baixo com maior demanda de energia para formação dos capítulos. Os valores médios de diâmetro de capítulos obtidos neste trabalho estão de acordo com a ampla variação (6–50 centímetros) indicada para a cultura por Frank e Szabo (1989). O coeficiente de variação (CV) da umidade das sementes com valor de 0,65% permitiu que ocorresse efeitos significativos, e, embora não relatados, os valores variaram de 9,4% a 9,5%.

TABELA 9. Resumo das análises de variância dos dados diâmetro e altura de capítulos, umidade das sementes e produtividade das plantas de girassol em função de diferentes populações de plantas, em cada nível de desuniformidade de semeadura — 2009

FONTE DE VARIAÇÃO	GRAU DE LIBERDADE	QUADRADOS MÉDIOS			
		CAPÍTULO		Umidade	Produtividade
		Diâmetro	Altura		
Blocos	4	7,5904	591,6063	0,3666	1590095,7500
População	(3)	3,4847 ^{ns}	147,3125 ^{ns}	0,0152**	286097,6667 ^{ns}
Regressão linear	1	39,4133 ^{ns}	374,4225 ^{ns}	0,0084**	35872,3600 ^{ns}
Regressão quadrática	1	0,2290 ^{ns}	12,0125 ^{ns}	0,0214**	7372,8000 ^{ns}
Desvio de regressão	1	0,8118 ^{ns}	55,5025 ^{ns}	0,0157 ^{ns}	815047,8400 ^{ns}
Resíduo (a)	12	8,5715	205,0729	0,0038	446949,9583
Desuniformidade	3	51,8975*	1122,7125*	0,0102 ^{ns}	161575,1000 ^{ns}
P*D ¹	9	2,387 ^{ns}	148,3680	0,0054 ^{ns}	186792,7222 ^{ns}
Resíduo (b)	48	2,7355	154,9646	0,0040	154010,2229
Coeficiente de variação a (%)		14,00	9,01	0,65	25,62
Coeficiente de variação b (%)		7,91	7,83	0,67	15,04

¹ População de plantas * desuniformidade de semeadura

*,** Significativo a 5% e 1% de probabilidade pelo teste de F, respectivamente.

^{ns} Não significativo

TABELA 10. Médias dos dados de diâmetro e altura dos capítulos de plantas de girassol, oriundas de diferentes desuniformidades de semeadura — 2009

DESUNIFORMIDADE DE SEMEADURA ²	CAPÍTULO	
	Diâmetro (cm)	Altura (cm)
0–0–0–0	20,32 b	166,95 a
0–7–0–7	19,78 b	161,95 a
0–14–0–14	23,30 a	149,25 b
0–7–14–0	20,25 b	157,80 ab

¹ Médias seguidas por uma mesma letra na coluna não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

² (0–0–0–0): semeadura uniforme; (0–7–0–7): semeadura intercalada sete dias após a primeira semeadura; (0–14–0–14): semeadura intercalada 14 dias após a primeira semeadura; (0–7–14–0): semeadura intercalada 7 dias e 14 dias após a primeira semeadura.

Os diâmetros de capítulos de plantas individuais de girassol proveniente da semeadura uniforme foram influenciados em função de diferentes populações de plantas

previstas e da desuniformidade de emergência, enquanto a produtividade foi significativa só para desuniformidade de semeadura. As plantas provenientes da semeadura aos sete dias apresentaram diferenças significativas apenas para a desuniformidade de semeadura, e as plantas de semeadura aos 14 dias não diferiram para as variáveis analisadas (TAB. 11).

TABELA 11. Resumo das análises de variância dos dados diâmetro de capítulos e produtividade de plantas de girassol em função de diferentes populações de plantas em cada nível de desuniformidade de semeadura — 2009

FONTE DE VARIAÇÃO	GRAU DE LIBERDADE	QUADRADOS MÉDIOS	
		DIÂMETRO DE CAPÍTULO	PRODUTIVIDADE
Semeadura uniforme			
Blocos	4	5,4966	1361736,8312
População	(3)	35,9955*	251326,0000 ^{ns}
Regressão linear	1	99,0025*	73224,3600 ^{ns}
Regressão quadrática	1	2,0672 ^{ns}	50000,0000 ^{ns}
Desvio de regressão	1	6,9169 ^{ns}	630753,6400 ^{ns}
Resíduo (a)	12	4,8679	378796,4896
Desuniformidade	3	193,8957*	5264878,2000*
P*D ¹	9	3,5393 ^{ns}	126509,7333 ^{ns}
Resíduo (b)	48	1,9457	142845,3083
Coeficiente de variação a (%)		9,16	27,37
Coeficiente de variação b (%)		5,79	16,81
Semeadura intercalada aos sete dias após a primeira semeadura			
Blocos	4	5,4994	88746,8696
População	(3)	14,4608 ^{ns}	33463,4636 ^{ns}
Regressão linear	1	33,5462 ^{ns}	5220,1718 ^{ns}
Regressão quadrática	1	2,9431 ^{ns}	73078,5619 ^{ns}
Desvio de regressão	1	6,8931 ^{ns}	22088,6569 ^{ns}
Resíduo (a)	12	2,2120	56117,7484
Desuniformidade	1	99,9508*	968709,6008*
P*D ¹	3	1,1899 ^{ns}	159016,2658 ^{ns}
Resíduo (b)	16	3,5027	78750,8368
Coeficiente de variação a (%)		8,70	32,37
Coeficiente de variação b (%)		10,94	38,35
Semeadura intercalada aos 14 dias após a primeira semeadura			
Blocos	4	3,6998	577,1500
População	(3)	10,6167 ^{ns}	332,2000 ^{ns}
Regressão linear	1	27,9378 ^{ns}	158,4200 ^{ns}
Regressão quadrática	1	3,475 ^{ns}	792,1000 ^{ns}
Desvio de regressão	1	0,4371 ^{ns}	46,0800 ^{ns}
Resíduo (a)	12	3,5092	1363,6167
Desuniformidade	1	1,9669 ^{ns}	67,6000 ^{ns}
P*D ¹	3	6,2648 ^{ns}	238,2000 ^{ns}
Resíduo (b)	16	6,6799	316,8000
Coeficiente de variação a (%)		32,60	281,99
Coeficiente de variação b (%)		44,97	135,87

¹ População de plantas * desuniformidade de semeadura

* Significativo a 1% de probabilidade pelo teste de F.

^{ns} Não significativo

No Gráfico 6 observa-se que o diâmetro dos capítulos das plantas resultante da semeadura uniforme decresceu linearmente com aumento da população de plantas. Isso mostra o efeito da competição intraespecífica, apresentando valores de 25,88 centímetros em 35 mil plantas ha^{-1} e 22,62 centímetros em 50 mil plantas ha^{-1} .

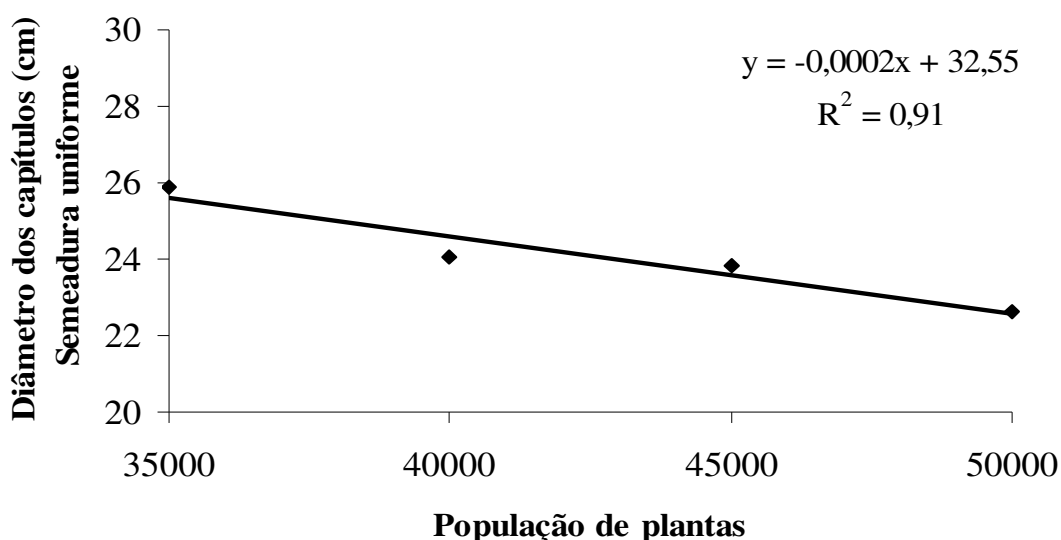


GRÁFICO 6. Diâmetro dos capítulos de plantas de girassol proveniente da semeadura uniforme, em função de diferentes populações de plantas

Tais resultados se conformam aos de Tan e Karacaoglu (1991), que verificaram correlação negativa para altas populações de plantas de girassol em relação ao atraso no florescimento, tamanho menor das sementes, tamanho menor de capítulos e peso de mil sementes. Nepomuceno e Silva (1992) também encontraram redução no diâmetro do caule com aumento da densidade. Concluíram que o aumento da altura e o decréscimo do diâmetro do caule, ocasionados pelo aumento da densidade, são atribuíveis à competição intraespecífica maior que se estabelece nessa condição, sobretudo por luz incidente.

Quando se analisa as plantas de acordo com cada época de semeadura, verifica-se que o diâmetro de capítulo e a produtividade das plantas resultantes da semeadura uniforme demonstraram melhor desempenho quando comparadas com as plantas provenientes de semeadura aos sete dias após a primeira semeadura (TAB. 12).

TABELA 12. Média dos dados diâmetros de capítulos e produtividade de plantas de girassol em função de diferentes populações de plantas em cada nível de desuniformidade de semeadura — 2009

DESUNIFORMIDADE DE SEMEADURA ²	DIÂMETRO DE CAPÍTULOS (cm)	PRODUTIVIDADE (kg ha ⁻¹)
Semeadura uniforme		
0-0-0-0	20,32 d	2713 a
0-7-0-7	22,99 c	1980 b
0-14-0-14	27,47 a	2642 a
0-7-14-0	25,58 b	1660 c
Semeadura intercalada aos sete dias após a primeira semeadura		
0-0-0-0	—	—
0-7-0-7	15,52 b	576,09 b
0-14-0-14	—	—
0-7-14-0	18,68 a	887,33 a

¹ Médias seguidas por uma mesma letra na coluna, não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

² (0-0-0-0): semeadura uniforme; (0-7-0-7): semeadura intercalada sete dias após a primeira semeadura; (0-14-0-14): semeadura intercalada 14 após a primeira semeadura; (0-7-14-0): semeadura intercalada 7 dias e 14 dias após a primeira semeadura.

Os resultados estão em acordo com os de Cardinali et al. (1985), que, ao avaliarem a emergência e produção de cultivares de girassol, relatam que o efeito no atraso da emergência determina uma competição constante e favorável para as plantas emergidas em um primeiro momento, as quais logram uma altura e área.

Essa posição favorável da competição produz uma depressão claramente visível sobre plantas emergidas sete dias depois, as quais apresentam um rendimento individual significativamente menor. Ford e Hicks (1992) observaram reduções de 5% e 12,8% no rendimento de grãos de milho quando se atrasou, respectivamente, em 7 e 14 dias a implantação de metade da densidade de plantas.

De acordo com os resultados obtidos, pode-se afirmar que as plantas de emergência tardia são dominadas e que ocorre uma compensação por parte das plantas que emergem primeiro. Porém, essa compensação não é suficiente para proporcionar um desenvolvimento de plantas e rendimento de grãos semelhante ao de uma comunidade com emergência uniforme, conforme pode ser constatado nas Figuras 8, 9, 10 e 11.



FIGURA 8. Sem competição intraespecífica na sementeira uniforme 0- 0-0-0 (2009)
Fonte: nosso acervo



FIGURA 9. Competição intraespecífica na desuniformidade de sementeira 0-7-0-7 (2009)
Fonte: nosso acervo



FIGURA 10. Competição intraespecífica na desuniformidade de semeadura 0-14-0-14 (2009)
Fonte: nosso acervo



FIGURA 11. Competição intraespecífica na desuniformidade de semeadura 0-7-14-0 (2009)
Fonte: nosso acervo

5 CONCLUSÕES

A pesquisa aqui descrita permite concluir que:

- comunidades de plantas de girassol provenientes de sementes com diferentes níveis de vigor não sofrem interferência quanto ao diâmetro e à altura de capítulos, à sobrevivência das plantas, à umidade e à produtividade;
- o aumento na proporção de sementes de alto vigor proporciona acréscimo linear na produtividade das plantas oriundas de sementes de alto vigor nas comunidades;
- a sobrevivência aos 60 dias após a semeadura e na colheita da comunidade e o diâmetro de capítulos das plantas de semeadura uniforme diminuem com o aumento da população de plantas;
- em função da desuniformidade de semeadura, as plantas que emergem primeiro apresentam desempenho superior para diâmetro de capítulo e produtividade das sementes; entretanto, na comunidade não há diferenças na produtividade das sementes em função das diferentes populações previstas e desuniformidade de sementes.

REFERÊNCIAS

- ARGENTA, G.; SILVA, P. R. F. da; BORTOLINI, C. G. Resposta de híbridos simples de milho à redução do espaçamento entre linhas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 1, jan. 2001. Disponível em: <www.scielo.br/pdf/pab/v36n1/4227.pdf>. Acesso em: 28 nov. 2009.
- BLACK, J. N. Competition between plants different initial seed sizes in wards of subterranean clover (*trifolium subterraneum* L.) with particular reference to leaf area and light microclimate. **Australian Journal of Agricultural Research**, Melbourne, v. 9, p. 299–318, 1958.
- BRAGACHINI, M.; BONETTO, L.; BONGIOVANNI, R.; CAPURRO, J. **Siembra y cosecha de girasol**. Manfredi: INTA, 1991. 52p. (INTA. Cuaderno de actualización técnica, 9).
- BRAGACHINI, M.; MARTIN, A.; MÉNDEZ, A. Eficiencia de cosecha de girasol. In: DÍAZ-ZORITA, M.; DUARTE, G. A. (Ed.). **Manual práctico para el cultivo de girasol**. Buenos Aires: Hemisferio Sur, 2002.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. **Regras para análise de sementes**. Brasília, 1992. 365 p.
- BRAZ, M. R. S.; ROSSETTO, C. A. V. Estabelecimento de plântulas e desempenho de plantas em resposta ao vigor dos aquênios de girassol. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 7, out. 2009. Disponível em: <<http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-84782009000700007&script...>>. Acesso em: 5 dez. 2009.
- CARDINALI, F. J.; ORIOLI, G. A.; PEREYRA, V. R. Influencia del momento de emergencia en el desarrollo y producción de un cultivar de girasol (*Helianthus annuus* L.). In: CONFERENCIA INTERNACIONAL DE GIRASOL, 11., 1985, Mar del Plata, Argentina, 1985. **Actas...** Mar del Plata, Argentina, 1985. v. 1, p. 325–329.
- CARTER, J. F. (Ed.). **Sunflower science and technology**. Madison: American Society of Agronomy, 505p. 1978 (Agronomy. Series of monographs, 19).
- CASTIGLIONI, V. B. R.; BALLA, A.; CASTRO, C. de; SILVEIRA, J. M. **Fases de desenvolvimento da planta de girassol**. Londrina: EMBRAPA CNPSo, 1997, 24p. (EMBRAPA-CNPSo. Documentos, 58).
- CASTRO, C. de.; CASTIGLIONI, V. B. R.; BALLA, A.; LEITE, R. M. V. B. de C.; KARAM, D.; MELLO, H. C.; GUEDES, L. C. A.; FARIAS, J. R. B. **A cultura do girassol**. Londrina: EMBRAPA-CNPSo, 1996. 38p. (EMBRAPA-CNPSo. Circular Técnica, 13).
- CERVIERI FILHO, E. **Desempenho de plantas oriundas de sementes de alto e baixo vigor dentro de uma população de soja**. 2005. 42f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Sementes) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2005. Disponível em: <www.ufpel.edu.br/tede/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=163>. Acesso em: 26 nov. 2009.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO/CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos: sexto levantamento**, março 2008. Brasília: Companhia Nacional de Desenvolvimento, 2008. 30p.
- CRUZ, J. C.; QUEIROZ, L. R. **Planejamento do plantio**, Sete Lagoas, 24, jul. 2008. Disponível em: <<http://www.agrosoft.org.br/agropag/101748.htm>>. Acesso em: 15 out. 2008.

- DELOUCHE, J. C.; CALDWELL, W. P. Seed vigor and vigor tests. **Process Association Off Seed Anal**, v. 50, p. 124–129, 1960.
- DELOUCHE, J. C. Seed vigor in soybeans. **Proc. 3rd Soybean Seed Res. Conf.** (ASTA, Washington), v. 3, p. 56–72, 1973.
- EGLI, D. B. Relationship of uniformity of soybean seedling emergence to yield. **Journal of Seed Technology**, East Lansing, v. 17, n. 1, p. 22–28, 1993.
- ELLIS, R. H. Seed and seedling vigour in relation to crop growth and yield. **Plant Growth Regulation**, v. 11, p. 249–255, 1992.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA/EMBRAPA SOJA, EMBRAPA, 2000. **Girassol**. Disponível em: <[http://www.cnpso.embrapa.br/index.php?op_page=54&cod_pai=38 - 34k](http://www.cnpso.embrapa.br/index.php?op_page=54&cod_pai=38-34k)>. Acesso em: 15 jul. 2008.
- ENDRES, V. C. Avaliação de cultivares de girassol no Mato Grosso do Sul 1991/92. In: REUNIÃO NACIONAL DO GIRASSOL, 10, 1993. Goiânia. **Anais...** Goiânia: IAC, v. 1, p. 35–36.
- FRANK, J.; SZABO, L. **A napraforgo *Helianthus annuus***, l. Budapest: Akadémiai Kiadó, 1989. 178p.
- FORD, J. H., HICKS, D. R. Corn growth and yield in uneven emerging stands. **Journal of Production Agriculture**, Cambridge, v. 5, p. 185–188, 1992.
- GUSTAFSON, D. J.; GIBSON, D. J.; NICKRENT, D. L. Competitive relationships of *Andropogon gerardii* (Big Bluestem) from remnant and restored native populations and select cultivated varieties. **Functional Ecology**, v. 18, p. 451–457, 2004.
- HAUGLAND, E.; TAWFUQ, M. Root and shoot competition between established grass species and newly sown seedlings during spring growth. **Grass and Forage Science**, v. 56, p. 193–199, 2001.
- INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION/ISTA (1995). **Handbook of vigour test methods**. Zurich, 1995. 117p.
- KÖPPEN, W. Der geographische system der klimate. In: KOPPEL, W.; GEIGER, R. (Ed.). **Handbüch der klimatologie**. Berlin: Borntrager, 1936. v. 1 part c.
- KOLCHINSKI, E. M. **Vigor de sementes de soja e aspectos do desempenho em campo**. 2003. 44f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Sementes) — Faculdade de Agronomia “Eliseu Maciel”, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2003.
- KRZYZANOSWSKI, F. C. **Vigor de sementes**. Palestra proferida no curso de controle de qualidade de sementes de milho: Problemas e tecnologias disponíveis. Londrina: IAPAR. 1992. 11p. (mimeografado).
- LABOURIAU, L. G. **A germinação das sementes**. Monografia 24 — Programa Regional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico da Organização dos Estados Americanos. 174p.
- LEITE, R. M. B. C.; BRIGHENTI, A. M.; CASTRO, C. **Girassol no Brasil**. Londrina: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Soja, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Embrapa Soja, 2005.

LIU, W.; TOLLENAAR, M.; STEWART, G.; DEEN, W. Response of corn grain yield to spatial and temporal variability in emergence. **Crop Science**, Madison, v. 44, p. 847–857, 2004.

LUIZ, V. **Estudo dos parâmetros ecofisiológicos para avaliação da qualidade de sementes de aveia-branca (*Avena sativa* L.) produzidas na região sul do Brasil**. 1999. 97f. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) — Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. Disponível em: <<http://www.tede.ufsc.br/teses/PAGR0104.pdf>>. Acesso em: 20 out. 2009.

MACHADO, R. F. **Desempenho da aveia-branca (*Avena sativa* L.) em função do vigor de sementes e população de plantas**. 2002. 46f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Sementes) — Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v. 2, p. 176–177, 1962.

MANDARINO, J. M. G. **Características bioquímicas e nutricionais do óleo e do farelo de girassol**. Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 1992. 25 p. (Embrapa-CNPSO. Documentos, 52).

MARCOS FILHO, J. Conceitos e testes de vigor para sementes de soja. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 1999, Londrina. **Anais...** Londrina: Embrapa Soja, p. 220–226, 1999.

MARCOS FILHO, J. Pesquisa sobre vigor de sementes de hortaliças. **Informativo Abrates**, v. 11, n. 3, p. 63–75, 2001.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: Fealq, 2005. 495p.

MELO, P. T. B. S.; SCHUCH, L. O. B.; ASSIS, F. N.; CONCENÇO, G. Comportamento individual de plantas originadas de sementes com diferentes níveis de qualidade fisiológica em populações de arroz irrigado. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 28, n. 2, p. 84–94, 2006.

MEROTTO JÚNIOR, A.; SANGOI, L.; ENDER, M. GUIDOLIN, A. F.; HAVERROTH, H. S. A desuniformidade de emergência reduz o rendimento de grãos de milho. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 29, n. 4, p. 595–601, 1999.

NEPOMUNCENO, A. L.; SILVA, P. R. F. Efeito do arranjo de plantas e da presença de ervas daninhas nas características de plantas associadas à colheita de girassol. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 27, p. 1.057–1.063, 1992.

ORGADEM. **Biodiesel em Queimados**. Rio de Janeiro, 19 abr. 2008. Disponível em: <<http://www.orgadem.org.br/biodiselqueimados.htm>>. Acesso em: 4 nov. 2009.

PIRES, J. L.; COSTA, J. A.; THOMAS, A. L. Rendimento de grãos de soja influenciado pelo arranjo de plantas e níveis de adubação. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v. 4, n. 2, p. 183–188, 1998.

PÔNZIO, J. B.; SEDIYAMA, T.; ROCHA, V. S.; SEDIYAMA, C. S. Influência da correção do número de sementes visando ao estabelecimento do estande e de outras características agrônômicas da soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 20, n. 2, p. 327–333, 1998.

- POPINIGIS, F. **Effects of the physiological quality of seed on field performance of soybeans (*Glycine max* (L.) Merrill) as affected by population density**. 1973. 85p. (PhD Thesis) — Mississippi State University, Mississippi.
- POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília, 1985. 289p.
- RANAL, M. A.; SANTANA, D. G. How and why to measure the germination process? **Revista Brasileira de Botânica**, v. 29, n. 1, p. 1–11. 2006.
- REES, M.; BERGELSON, J. Asymmetric light and founder control in plant communities. **Journal Theory Biology**, v. 184, p. 353–358, 1997.
- RESENDE, J. C. F.; SOARES, J. F.; SANTOS, D. A.; MENDES, J. O. **Resultados de pesquisas com o girassol no semi-árido do norte de Minas Gerais e Bacia do Jequitinhonha**. Janaúba: Epamig Norte de Minas, 2008.
- ROSSETO, C. Q. V.; NOVEMBRE, A. D. C.; MARCOS FILHO, J.; SILVA, W. R.; NAKAGAWA, J. Efeito da disponibilidade hídrica do substrato na qualidade fisiológica e do teor de água inicial das sementes de soja no processo de germinação. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 54, n. 1/2, jan./ago. 1997. Disponível em:<<http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103...script=sci...>>. Acesso em: 10 nov. 2009.
- RUBIN, S. de A. L. Comportamento da cultivar FEPAGRORS 10 em seis densidades de semeadura ano planalto médio rio-grandense. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO SUL, 25., 1997, Passo Fundo, RS. **Anais...** Passo Fundo: EMBRAPA, 1997. 187p.
- SANDERSON, M. A.; ELWINGER, G. F. Plant density and environment effects Orchardgrass-White clover mixtures. **Crop science**, v. 42, p. 2055–2063, 2002.
- SILVEIRA, J. M.; CASTRO, C. de; MESQUITA, C. M.; PORTUGAL, F. A. F. Semeadura e manejo da cultura do girassol. In: LEITE, R. M. V. B.; BRIGHENTI, A. M.; CASTRO, C. Girassol no Brasil. Londrina, CNPSO, 2005.
- SCHEEREN, B. **Vigor de sementes de soja e produtividade**. 2002. 45f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) — Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2002.
- SCHUCH, L. O. B. **Vigor das sementes e aspectos da fisiologia da produção em aveia-preta (*Avena strigosa* Schreb)**. 1999. 127f. (Tese de Doutorado) — Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 1999.
- SCHUCH, L. O. B.; NEDEL, J. L.; ASSIS, F. N.; MAIA, M. S. Emergência no campo e crescimento inicial de aveia-preta em resposta ao vigor de sementes. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 6, n. 2, mai./ago. 2000. Disponível em:<<http://www.ufpel.tche.br/faem/agrociencia/v6n2/artigo03.pdf>>. Acesso em: 20 out. 2009.
- TAN, A. S.; KARACAOGLU, N. N. Effect of plant population on seed yield, oil percentage and other plant characteristics in sunflower (*Helianthus annuus* L.) In: SUNFLOWER RESEARCH WORKSHOP, 1991, Fargo. **Proceedings**, Bismarck: National Sunflower Association, p.43–52, 1991.
- TEKRONY, D. M.; EGLI, D. B.; WHITE, G. M. Seed production and technology. In: WILCOX, J. R. (ed.). **Soybeans: improvement, production and uses**. 2. ed. Madison: American Society of Agronomy, 1987, p. 295–253.

- TEKRONY, D. M.; EGLI, D. B. Relationship of seed vigor to crop yield: a review. **Crop Science**, Madison, v. 31, p. 816–822, 1991.
- UNGARO, M. R. G. Instruções para a cultura do girassol. Boletim Técnico 105, Campinas: IAC, 1986, 26p.
- VANNOZZI, G. P.; GIANNINI, A.; BENVENUTI, A. Plant density and yield in sunflower. INTERNATIONAL SUNFLOWER CONFERENCE, 11, Mar del Plata, 1985. ASAGIR/ISA. **Proceedings...**, v. 1, p. 287–291.
- VILLIERS, T. A. Ageing and longevity of seeds in field conditions. In: HEYDECKER, W. (ed.). **Seed ecology**, London: The Pennsylvania State University Press, 1973, p. 265–288.
- VRÂNCEANU, A. V. **El girasol**. Madrid: Mundi-Prensa, 1977. 375p.