

FERNANDA VIEIRA ALVES

COMPOSIÇÃO QUÍMICA E QUALIDADE FISIOLÓGICA DE  
SEMENTES DE GIRASSOL DE PLANTAS SUBMETIDAS À  
COMPETIÇÃO INTRAESPECÍFICA

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

FERNANDA VIEIRA ALVES

COMPOSIÇÃO QUÍMICA E QUALIDADE FISIOLÓGICA DE  
SEMENTES DE GIRASSOL DE PLANTAS SUBMETIDAS À  
COMPETIÇÃO INTRAESPECÍFICA

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 22 de dezembro de 2010.

Prof<sup>ª</sup> Dra. Denise Garcia de Santana

UFU

Prof<sup>ª</sup> Dra. Carla Gomes Machado

UEG

Prof. Dr. Maurício Martins

UFU

Prof. Dr. Carlos Machado dos Santos  
ICIAG-UFU  
(Orientador)

UBERLÂNDIA  
MINAS GERAIS — BRASIL  
2010

*Aos meus pais, João Batista Alves e Izabel Vieira Alves, pelo amor, pela dedicação e pelo incentivo dado ao meu crescimento pessoal e profissional. A vocês, pela presença sempre constante em minha vida.*

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, meu Senhor e meu Tudo. Pelo dom da vida e por sempre me iluminar, proteger e derramar benções em meu caminho.

Aos meus pais, João Batista Alves e Izabel Vieira Alves, pela dedicação e pelo amor incansáveis e pelo apoio nos momentos de felicidade e de dificuldade.

Ao meu irmão, Bruno Vieira Alves, pelo companheirismo, e à minha avó, Gasparina de Almeida Alves, pelas orações e pelo carinho.

Ao professor Carlos Machado dos Santos, pela oportunidade, pelos ensinamentos, pela dedicação e pelo apoio. Por ser exemplo de amor e profissionalismo na docência.

À professora Denise Garcia Santana, pela ajuda e pelo suporte no planejamento e na análise dos experimentos da pesquisa.

Aos demais professores da pós-graduação em Agronomia, pelos ensinamentos.

Ao Adílio de Sá Júnior, por ser exemplo de dedicação, amor e destreza no campo da pesquisa científica. Pela ajuda, pela experiência e pelo apoio, inestimáveis.

A Sara Moraes Mendes Almeida, pela disponibilidade e pelo carinho a mim demonstrados.

Aos colegas Franciele Olivo, Dayene Cássia de Paula Soares e José Arantes Ferreira Júnior, pela amizade e pela ajuda na condução dos meus experimentos.

Aos colegas do curso, pela amizade e por contribuir para meu crescimento intelectual e profissional.

A todos do Laboratório de Análise de Solos, do Laboratório de Nutrição Animal e à técnica Neusa Maria Bombonatti do Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI), pelo apoio e pelas contribuições na realização dos experimentos.

Aos membros da banca, pela disponibilidade e pela contribuição intelectual dada ao trabalho.

Aos meus amigos do Encontro de Jovens com Cristo (EJC), que sempre caminham ao meu lado, aproximando-se de Deus e dividindo momentos de felicidade e de tristeza.

Ao Programa de Pós-graduação em Agronomia do Instituto de Ciências Agrárias (ICIAG), da Universidade Federal de Uberlândia (UFU), que me proporcionou a oportunidade de aprimoramento profissional.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo apoio financeiro.

## SUMÁRIO

	Página
LISTA DE FIGURAS .....	i
LISTA DE TABELAS .....	ii
RESUMO .....	iv
ABSTRACT .....	v
1 INTRODUÇÃO .....	1
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	3
2.1 Lipídeos em sementes de girassol .....	3
2.2 Proteínas em sementes de girassol .....	5
2.3 Carboidratos, minerais e outros compostos presentes nas sementes de girassol .....	5
2.4 Vigor das sementes <i>versus</i> composição química .....	6
2.5 Bioquímica da semente .....	7
3 MATERIAL E MÉTODOS .....	9
3.1 Origem do material experimental .....	9
3.2 Preparo do material experimental .....	9
3.3 Tratamentos, delineamento experimental e análise estatística .....	10
3.4 Determinação da composição química .....	10
3.4.1 Determinação de proteínas .....	10
3.4.2 Determinação de cinzas .....	12
3.4.3 Determinação de lipídeos .....	12
3.4.4 Determinação do grau de umidade .....	13
3.4.5 Determinação de carboidratos totais .....	14
3.5 Determinação do peso de mil sementes .....	14
3.6 Avaliação da qualidade fisiológica .....	14
3.6.1 Tempo inicial de emergência .....	15
3.6.2 Tempo final de emergência .....	15
3.6.3 Tempo médio de emergência .....	15
3.6.4 Emergência .....	15
3.6.5 Coeficiente de variação do tempo .....	16
3.6.6 Velocidade média .....	16
3.6.7 Incerteza .....	16
3.6.8 Sincronia .....	16
3.6.9 Velocidade de emergência .....	17
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES .....	18
4.1 Considerações gerais .....	39
5 CONCLUSÕES .....	41
6 REFERÊNCIAS .....	42

## LISTA DE FIGURAS

<b>FIGURA</b>		<b>Página</b>
1	Diagrama ilustrativo da composição química geral das sementes, de forma geral das sementes .....	3
2	Distribuição da frequência relativa de emergência de sementes de girassol do tratamento 3A:1B.....	32
3	Distribuição da frequência relativa de emergência de sementes de girassol do tratamento 2A:1B .....	33
4	Distribuição da frequência relativa de emergência de sementes de girassol do tratamento 1A:1B .....	34
5	Distribuição da frequência relativa de emergência de sementes de girassol do tratamento 1A:2B .....	35
6	Distribuição da frequência relativa de emergência de sementes de girassol do tratamento 1A:3B .....	36
7	Distribuição da frequência relativa de emergência de sementes de girassol do tratamento 1A:1A .....	37
8	Distribuição da frequência relativa de emergência de sementes de girassol do tratamento 1B:1B .....	38

## LISTA DE TABELAS

TABELA		Página
1	Composição química da matéria seca de sementes de girassol..	4
2	Combinações de distribuição das sementes de alto vigor e de baixo vigor ao longo da linha de semeadura.....	9
3	Análise de variância de peso de mil sementes, grau de umidade e teores de lipídeos, proteínas, cinzas e carboidratos das sementes oriundas dos terços periférico, mediano e central dos capítulos de girassol em função da proporção de vigor das sementes utilizadas na semeadura e do vigor da semente de origem .....	19
4	Média do grau de umidade (U), teor de lipídeos (Lp), proteínas (Pt), cinzas (Cz) e carboidratos (Ch) das sementes oriundas dos terços periférico, mediano e central dos capítulos de girassol em função da proporção de vigor das sementes usadas na semeadura e do vigor da semente de origem.....	20
5	Média em gramas do peso de mil sementes das sementes dos terços periférico, mediano e central dos capítulos de girassol em função da proporção de vigor das sementes usadas na semeadura e do vigor da semente de origem .....	21
6	Análise de variância do peso de mil sementes, grau de umidade e teores de lipídeos, proteínas, cinzas e carboidratos das sementes de girassol em função dos tratamentos e da posição das sementes no capítulo.....	22
7	Média do peso de mil sementes, grau de umidade e porcentagens de lipídeos, proteínas, cinzas e carboidratos de sementes de girassol em função da proporção de vigor das sementes utilizadas na semeadura e da posição das sementes no capítulo .....	23
8	Análise de variância do tempo inicial ( $T_i$ ), tempo final ( $T_f$ ), tempo médio ( $t$ ), velocidade média ( $v$ ), velocidade de emergência ( $Ve$ ), coeficiente de variação do tempo ( $CVt$ ), incerteza ( $I$ ), sincronia ( $Z$ ) e emergência ( $E$ ) das sementes oriundas dos terços periférico, mediano e central dos capítulos de girassol, em função da proporção de vigor das sementes utilizadas na semeadura e do vigor da semente de origem, pelo teste de emergência em areia .....	27
9	Média do tempo inicial ( $T_i$ ) (horas), tempo médio ( $t$ ) (horas), velocidade média ( $v$ ) ( $\text{horas}^{-1}$ ), velocidade de emergência ( $Ve$ ) ( $\text{semente hora}^{-1}$ ) e emergência (%) das sementes oriundas dos terços periférico, mediano e central dos capítulos de girassol, em função da proporção de vigor das sementes utilizadas na semeadura e do vigor da semente de origem, pelo teste de emergência em areia .....	28
10	Média de incerteza ( $I$ ) (bit), sincronia ( $Z$ ) e coeficiente de variação do tempo ( $CVt$ ) (%) das sementes oriundas dos terços periférico, mediano e central dos capítulos de girassol em função da proporção de vigor das sementes utilizadas na semeadura e do vigor da semente de origem pelo teste de emergência em areia.....	29

11	Média em horas do tempo final de emergência das sementes oriundas dos terços periférico, mediano e central dos capítulos de girassol, em função da proporção de vigor das sementes utilizadas na semeadura e do vigor da semente de origem .....	30
12	Análise de variância do tempo inicial ( $T_i$ ), tempo final ( $T_f$ ), tempo médio ( $t$ ), velocidade média ( $v$ ), velocidade de emergência ( $Ve$ ), coeficiente de variação do tempo ( $CVT$ ), incerteza ( $I$ ), sincronia ( $Z$ ) e porcentagem de emergência (%) das sementes de girassol, em função da proporção de vigor das sementes utilizadas na semeadura e da posição das sementes no capítulo .....	31
13	Média do tempo inicial (horas), tempo final (horas), tempo médio (horas), coeficiente de variação do tempo (%) e sincronia das sementes de girassol em função da posição das sementes no capítulo .....	31
14	Média em <i>bit</i> da incerteza de emergência de sementes de girassol em função da proporção de vigor das sementes utilizadas na semeadura e da posição das sementes no capítulo .....	40



## RESUMO

ALVES, Fernanda Vieira. **Composição química e qualidade fisiológica de sementes de girassol de plantas submetidas à competição intraespecífica**. 2010. 54 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia) — Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia (MG).<sup>1</sup>

O grande número de sementes presentes no capítulo de girassol e a distribuição temporal da maturação delas geram a competição entre os verticilos por recursos nutricionais e, logo, diferenças na composição química entre sementes das regiões da inflorescência. Como a competição de plantas na linha de semeadura pode influenciar na drenagem de nutrientes para as sementes, este trabalho objetivou avaliar a composição química e a qualidade fisiológica de sementes de girassol oriundas de diferentes regiões do capítulo e de plantas-mãe originadas de sementes de alto vigor e de baixo vigor que sofreram competição intraespecífica. Foram conduzidos três experimentos constituídos por sementes oriundas dos terços do capítulo (periférico, mediano e central). O delineamento experimental foi em blocos casualizados com quatro repetições. Os tratamentos em cada experimento foram distribuídos em parcelas subdivididas, na quais se avaliaram cinco proporções de sementes com alto vigor colocadas na linha de semeadura: 0,75 (3A:1B); 0,67 (2A:1B); 0,50 (1A:1B); 0,33 (1A:2B) e 0,25 (1A:3B). Nas subparcelas, foram avaliadas as plantas oriundas das sementes de cada nível de vigor (alto e baixo) e dois tratamentos adicionais (todas as plantas oriundas de sementes de vigor alto ou vigor baixo, 1A:1A e 1B:1B, respectivamente). Depois foi feita a análise relacionando-se as proporções de vigor avaliadas e os terços do capítulo. Foram avaliadas a porcentagem de proteínas, lipídeos, carboidratos totais, cinzas, grau de umidade e peso de mil sementes, além das medidas de emergência (tempos inicial, final e médio de emergência, velocidades média e de emergência, incerteza, sincronia, coeficiente de variação do tempo e emergência), obtidas por meio do teste de emergência em areia. Conclui-se que: a) a proporção de vigor das sementes na linha de semeadura interfere no desempenho das plantas e na qualidade das sementes resultantes, e as plantas oriundas de sementes colocadas em maior proporção na linha, independentemente do vigor, têm maior competitividade; b) a composição química das sementes de girassol variou com a posição das sementes no capítulo. Maior teor de carboidratos e peso de mil sementes foram observado no terço periférico, ao passo que maior teor de proteína e lipídeos foi obtido das sementes do terço central; c) a posição da semente no capítulo interferiu nas variáveis da germinação. Embora apresentem maior tempo inicial de emergência em areia, as sementes do terço periférico do capítulo de girassol apresentam menor tempo final e menor coeficiente de variação do tempo, tendo maior homogeneidade e sincronia de emergência. As sementes do terço central, em contrapartida, apresentam menor homogeneidade e sincronia de emergência, sendo mais distribuídas no tempo.

**Palavras-chave:** vigor de sementes, emergência de plântulas, terços do capítulo, *Helianthus annuus* L.

---

<sup>1</sup> Orientador: Carlos Machado dos Santos — UFU.

## ABSTRACT

ALVES, Fernanda Vieira. **Chemical composition and physiology quality of seed of sunflower of plants submitted in intra-specific competition.** 2010. 54 l. Dissertation (Master's degree in Agronomy) — Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia – MG.<sup>2</sup>

The great number of seeds in the sunflower head and the temporal distribution of its maturation cause the competition between whorls because of nutritional resources and, consequently, differences in the seed chemical composition from the head regions. As the competition among plants in the sowing line can influence seeds' nutrient drainage, this work aimed at evaluating both the chemical composition and the physiologic quality of sunflower plants seed coming from different regions of the sunflower head and plants stemming from high, low vigor seeds that partook of intra-specific competition. Three experiments constituted dealing with seeds coming from one third of the head (peripheral, median and central) were carried out. The experimental design was in randomized blocks with four repetitions, each experiment treatment being distributed on a subdivided plot. In the plots, it was evaluated five proportions of high-vigor seeds placed in the sowing line as it follows: 0,75 (3A:1B); 0,67 (2A:1B); 0,50 (1A:1B); 0,33 (1A:2B), and 0,25 (1A:3B). In the subplot, it was evaluated plants stemming from seeds of high and low vigor and two additional treatments (all plants coming from seeds of high or low vigor, 1A:1A and 1B:1B, respectively). After that, an analysis relating vigor proportions to the head thirds was made. It was evaluated the percentage of proteins, lipids, total carbohydrates, ashes, moisture degree, the weight of a thousand seeds, emergency measures (its initial, ending, and middle times, emergence and average velocity, uncertainty, synchronicity, time variation coefficient and emergency) obtained through emergency test in the sand. It concludes that: a) the proportion of vigor of the seeds in the sowing line interfere in performance of the plants and in seed quality resultant, being that the plants coming of seeds put in major proportion in the line, independently of the vigor have major competitiveness; b) the chemical composition of the sunflower seeds ranged with the position of the seeds in the head. Higher content of carbohydrates and weight of thousand seed were observed in the peripheral third, while the higher content of protein and lipids were obtained of the seeds in the middle third; c) the position of the seed in the head interfered in the variables of germination. Although sunflower head's third peripheral seeds showed a higher emergency ignition in the sand, it showed a lower final time and time variation coefficient, besides being having a higher emergency homogeneity and synchrony. The middle third seeds, on the other hand, showed low emergency homogeneity and synchrony, being more distributed in time.

**Keywords:** seed vigor, seedling emergency, third of head, *Helianthus annuus* L.

---

<sup>2</sup> Advisor: Carlos Machado dos Santos – UFU.

## 1 INTRODUÇÃO

A versatilidade de uso das sementes de girassol resulta em aumento gradual no interesse por essa cultura. A demanda mundial tem aumentado, em média, 1,8% anual; no Brasil, em 2002, o crescimento foi de 5%. A demanda brasileira por óleo de girassol, estimada entre 35 toneladas e 45 toneladas, aumenta em 13% ao ano — a ponto de ser preciso importar o produto da Argentina. Mas em 2004 o Brasil importou 11.756 toneladas de produtos de girassol a menos do que em 2003, quando foram importadas 26.607. Isso sugere que o país aumenta sua autossuficiência em produtos do girassol (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA/EMBRAPA, 2010).

A produção mundial de girassol na safra 2009/10 foi de 31.925.000 toneladas. No Brasil, na safra 2008/09, a área colhida foi de 78.300 mil hectares, e a estimativa de produção nessa mesma safra foi de 112,6 mil toneladas (AGRIANUAL, 2010). Essa produção apresenta grandes vantagens em relação a outras culturas, tais como alta capacidade de adaptação a variações de latitude, longitude e fotoperíodo, alta resistência a seca, insetos e doenças, além de gerar melhora nas condições do solo para culturas seguintes (EMBRAPA, 2010).

Segundo Mandarinino (1992), dos óleos vegetais comestíveis, o óleo de girassol é o que apresenta o maior teor percentual de ácidos graxos poliinsaturados em sua composição, sobretudo de ácido linoleico — essencial ao organismo humano e que deve ser ingerido na dieta. Além disso, o consumo humano de óleo de girassol constitui fator importante de prevenção de aterosclerose e problemas no sistema cardiovascular.

Das substâncias que determinam a composição química das sementes, destacam-se os compostos de reserva, responsáveis pelo fornecimento de nutrientes e energia à respiração e ao desenvolvimento do embrião; também afetam o vigor e o potencial de armazenamento e influenciam nos procedimentos pós-secagem e nos processos de indução e superação de dormência das sementes.

A semente do girassol é classificada como oleaginosa porque apresenta cerca de 47,3% de lipídeos em sua composição, considerando sementes com grau de umidade em torno de 4,7%. Além de lipídeos, têm 24% de proteínas, 19,9% de carboidratos e 4% de cinzas em seu conteúdo de matéria seca. É fundamental destacar que o próprio embrião

é a estrutura de armazenamento de compostos de reserva com maior importância em sementes de girassol (MANDARINO, 1992). Diversos fatores interferem na composição química de sementes de uma mesma espécie, dentre os quais o genótipo, as condições climáticas, o estágio de maturação, o grau de deterioração das sementes, a fertilidade do solo, a nutrição da planta-mãe, a posição da semente e as práticas culturais.

A composição de lipídeos varia conforme a posição da semente no capítulo de girassol (ZIMMERMAN; FICK, 1973). Mas há ainda muita divergência entre os autores sobre a região do capítulo que produz a maior quantidade de óleos. Em razão do tempo maior e das condições melhores para a nutrição das sementes da região periférica do capítulo, espera-se que essas sementes apresentem quantidade maior de compostos de reserva do que as das outras regiões. Porém, Castro e Farias (2005) afirmaram que sementes formadas na periferia do capítulo são maiores e têm massa maior, embora tenham menor teor de óleo que as formadas no centro. Em contrapartida, Matthes e Ungaro (1983) concluíram que as sementes da região intermediária do capítulo apresentam teor maior de óleo.

Ao estudar a competição intraespecífica em sementes de girassol de vigor alto e de vigor baixo na linha de semeadura, Brunes (2010) concluiu que comunidades de plantas de girassol provenientes de sementes com níveis diferentes de vigor não apresentam diferenças no diâmetro, na altura dos capítulos, na sobrevivência nem na produtividade.

Marcos Filho (2005) relata que sementes de girassol formadas na região mediana e periférica do capítulo em geral têm teores maiores de óleo e proteínas em comparação com as da região central, onde apresentam sementes malformadas por causa da nutrição deficiente. Segundo esse pesquisador, diferentes níveis de competição entre as plantas-mãe, também, podem influenciar nas reservas armazenadas nas sementes de segunda geração.

Nessa linha de estudos, o objetivo deste trabalho foi avaliar a composição química e a qualidade fisiológica de sementes de girassol de diferentes regiões do capítulo de plantas originadas de sementes de vigor alto e vigor baixo que sofreram competição intraespecífica.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A composição química de todos os seres vivos, inclusive das sementes, apresenta basicamente a mesma distribuição, conforme esquematizado na Figura 1. No caso de uma espécie ou mesmo de uma semente em relação à outra, o que difere é a porcentagem de cada composto presente em sua estrutura.

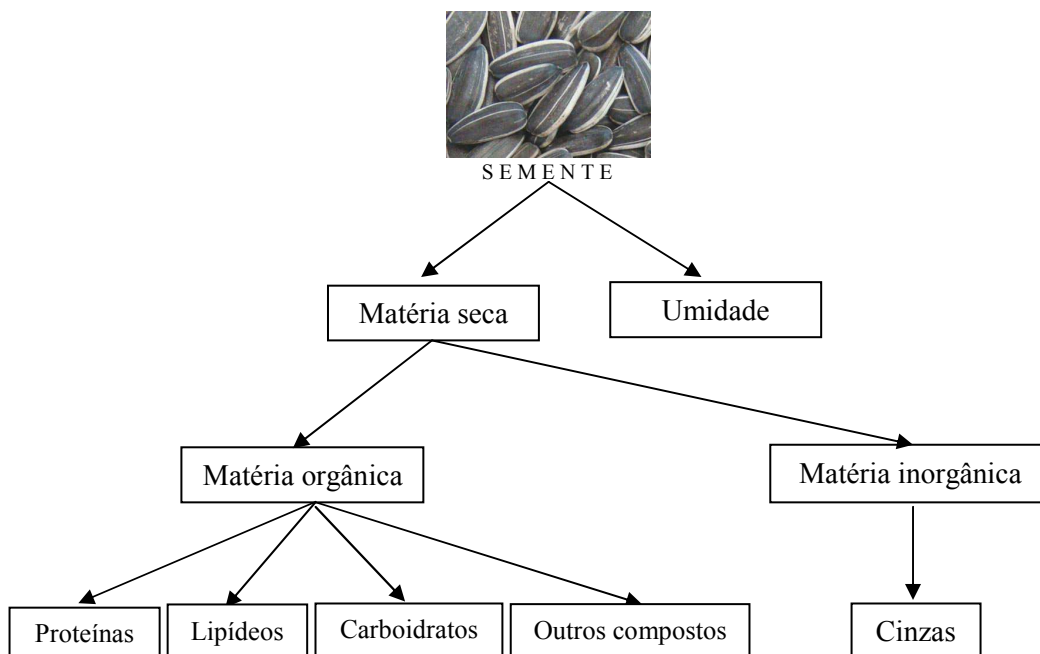


FIGURA 1 – Diagrama ilustrativo da distribuição dos componentes químicos de forma geral das sementes

A composição química detalhada de sementes de girassol com grau de umidade de 4,8% é apresentada na Tabela 1.

### 2.1 Lipídeos em sementes de girassol

Para maximizar a quantidade de energia estocada em um pequeno volume de tecido, uma das estratégias mais largamente usadas por algumas espécies de plantas é estocar lipídeos em vez de carboidratos, porque a energia produzida pela oxidação de ácidos graxos é duas vezes maior do que a de carboidratos (SLACK; BROWSE, 1984).

TABELA 1 – Composição química da matéria seca de sementes de girassol

<b>Lipídeos (47,3%)</b>	Ácidos graxos saturados (11,6%)	Ácido mirístico (C14:0)	0,1%
		Ácido palmítico (C16:0)	5,8–6,6%
		Ácido esteárico (C18:0)	3,8–5,2 %
		Ácido araquídico (C20:0)	0,2–0,4%
		Ácido behênico (C22:0)	0,6–0,8%
		Ácido lignocérico (C24:0)	0,1%
	Ácidos graxos monoinsaturados (23,1%)	Ácido palmitoleico (C16:1)	0,1%
		Ácido oleico (C18:1)	16,0–23,8%
		Ácido gadoleico (C20:1)	0,1–0,3%
	Ácidos graxos poli-insaturados (65,3%)	Ácido linoleico (C18:2)	64,6–71,5%
		Ácido linolênico (C18:3)	0,1–0,4%
	Tocoferol (vitamina E)	$\alpha$ -tocoferol	690–778 ppm
		$\beta$ - tocoferol	21–33 ppm
		$\gamma$ -tocoferol	5–9 ppm
	Triglicerídeos	Trisaturados	0,3%
		Disaturados	3,1%
		Monosaturados	26,6%
		Triinsaturado	70,2%
<b>Proteínas (24,0 %)</b>		Albuminas	17–23%
		Globulinas	55–60%
		Glutelinas	11–17%
		Prolaminas	1–4%
<b>Carboidratos (19,9%)</b>	Fibras (carboidratos estruturais)		3,8%
	Carboidratos de reserva		16,1%
<b>Cinzas (4,0%)</b>		Cálcio	0,12%
		Fósforo	0,837%
		Ferro	0,0071%
		Sódio	0,03%
		Potássio	0,920%

Fonte: MANDARINO, 1992; WATT; MERRIL, 1975 apud CARRÃO-PANIZZII; MANDARINO, 2005; O'BRIEN, 2009.

Sementes oleaginosas acumulam uma grande quantidade de lipídeos estocados, sobretudo triglicerídeos, usados como fonte de carbono e energia para a germinação da semente e para o crescimento posterior da plântula. Os lipídeos são estocados em organelas específicas denominadas corpúsculos de óleo, os quais têm em geral 0,5 a 2,0  $\mu\text{m}$  de diâmetro e são circundados por uma monocamada de fosfolipídios com proteínas de membrana (SHIMADA; HARA-NISHIMURA, 2010).

Ao estudarem o desenvolvimento do teor de lipídeos na semente de girassol, Hopkins e Chisholm (1961) verificaram que a formação lipídica começa quase dez dias após o florescimento — continuando em taxa uniforme por sete semanas — e que a quantidade de ácidos graxos aumenta com o desenvolvimento da maturidade. Da mesma forma, Robertson, Chapman e Wilson (1978) afirmam que o conteúdo de lipídeos nas sementes de girassol apresenta aumento rápido do 14º dia ao 35º dia após o florescimento (quando as sementes se tornam fisiologicamente maduras). A partir desse período, o conteúdo de lipídeos permanece constante, sem mudanças significativas.

## **2.2 Proteínas em sementes de girassol**

As proteínas de sementes de girassol têm bom perfil de aminoácidos essenciais; só os níveis de lisina são baixos. Por isso o farelo de girassol, muitas vezes, é usado com o farelo de soja — rico em lisina, mas pobre em aminoácidos sulfatados (CARRÃO-PANIZZI; MANDARINO, 2005).

Radic et al. (2009) relatam que há grande divergência na literatura sobre a relação entre o conteúdo de proteínas e o de lipídeos. Eles citam trabalhos como o de Pustavoit e Djakov (1972) e Djakov (1980), que observaram certo grau de antagonismo entre a biossíntese de óleo e proteínas — embora Djakov (1986 apud RADIC et al. (2009) tenha negado esse antagonismo depois. A pesquisa de Tavoiljanskiy et al. (2004) constatou que o aumento da porcentagem de óleo na semente ocorre simultaneamente à redução no conteúdo de proteínas ( $r = -0,55$ ) e conteúdo de casca ( $r = -0,43$ ).

Segundo Mandarino (1992), a exemplo de outras oleaginosas, o girassol apresenta uma relação inversa entre os conteúdos de óleo e de proteína desde que a proporção de casca permaneça constante.

## **2.3 Carboidratos, minerais e outros compostos presentes nas sementes de girassol**

O amido é usado nas sementes como material de reserva para a síntese de lipídeos como triglicerídeos. Segundo Munshi, Kaushal e Bajaj (2003), em sementes da região periférica do capítulo de girassol, o conteúdo de carboidratos é menor que nas sementes da região central, com acúmulo de açúcares solúveis totais e açúcares redutores; o que indica uma ação maior de enzimas como  $\alpha$ - e  $\beta$ -amilases na região central.

Gupta, Sharma e Munshi (2009) encontraram um nível baixo de amido e açúcares solúveis na região central do capítulo do girassol e o atribuíram ao período limitado de enchimento de sementes na referida posição durante seu desenvolvimento. Locher e Bucheli (1998) constataram aumento de açúcar solúvel total nos verticilos periféricos do capítulo do girassol e afirmam que isso pode ser resultado de degradação de oligossacarídeos, inclusive amido, no estoque de açúcares solúveis. Assim, a diminuição do nível de amido no armazenamento pode resultar da degradação dos estoques por  $\alpha$ -amilase (GUPTA; SHARMA; MUNSHI, 2009) e se relacionar ainda com a perda de vigor e viabilidade das sementes.

O farelo do girassol é uma boa fonte de cálcio, fósforo e vitaminas do complexo B (ácido nicotínico, tiamina, ácido pantotênico, riboflavina e biotina), dizem Carrão-Panizzi e Mandarino (2005). Mas um dos problemas do uso do farelo de girassol são os altos níveis de ácido clorogênico (principal composto fenólico) nas sementes. O desenvolvimento das sementes de girassol sob altas temperaturas leva à deposição de ácido clorogênico, que, embora não seja tóxico, forma uma coloração amarelo-esverdeada e o escurecimento oxidativo do farelo do girassol, diminuindo o valor agregado ao produto (CARRÃO-PANIZZI; MANDARINO, 2005).

## **2.4 Vigor das sementes *versus* composição química**

Para Tekrony e Egli (1991), o uso de sementes de alto vigor é justificado em todas as culturas para assegurar uma população de plantas adequada sob a variação ampla de condições de campo desfavoráveis ao desenvolvimento da planta. Quando o material empregado na semeadura tem baixa qualidade fisiológica, é comum usar uma densidade maior de sementes para obter a população de plantas e para compensar falhas eventuais no estabelecimento do estande inicial previsto (CERVIERI FILHO, 2005). Esse recurso é um fator de correção que aumenta o custo da lavoura, mas não resolve o problema (SCHEEREN, 2002).

Uma semente de menor vigor tem menos capacidade e condições de restaurar seus tecidos danificados; logo, a emergência dessa plântula ocorrerá com atraso em relação à outra de vigor maior (CARVALHO; TOLEDO, 1978). Sementes cujo vigor é baixo apresentam tempo inicial maior, baixa velocidade e baixa sincronia na germinação (MARCOS FILHO, 2005).



Albuquerque e Carvalho (2003) constataram que, em girassol, o uso de aquênios de vigor alto proporciona emergência maior das plântulas no campo; enquanto Braz e Rossetto (2009) afirmam que sementes de girassol de baixo vigor produzem plantas com menor fitomassa seca total e menor índice de área foliar entre 80 dias e 100 dias após a semeadura.

A capacidade de germinação das sementes pode ser afetada pelo nível das macromoléculas, envolvendo mudanças qualitativas e quantitativas nos níveis de proteínas, ácidos nucleicos, lipídeos e hormônios. A quebra de lipídeos durante a estocagem da semente se destaca como um fator-chave que afeta a qualidade das sementes (WILSON; McDONALD, 1986; REUZEAU; GOFFNER; CAVALIÉ, 1992).

Segundo Sandhu, Sharma e Munshi (2006), sementes de girassol localizado na região periférica têm germinação mais rápida, esgotando mais rapidamente os metabólitos dos cotilédones para um desenvolvimento melhor do eixo embrionário em comparação com sementes localizadas nos verticilos centrais do capítulo.

Talvez o desempenho melhor de plântulas provenientes de sementes cujo vigor é alto decorra de causas indiretas, tais como emergência mais precoce e mais uniforme, produção de plântulas com tamanho inicial maior e outras que provocariam diferenças iniciais entre plântulas — diferenças estas que poderiam se manter no desenvolvimento da cultura e se refletir como alterações na produção de matéria seca e estatura de plantas (MARCOS FILHO, 2005).

## **2.5 Bioquímica da semente**

As moléculas de glicose produzidas pela fotossíntese são a base de todo o metabolismo da planta. É delas que compostos maiores e mais complexos como polissacarídeos e lipídeos são produzidos e armazenados nas células vegetais. As moléculas de glicose e sacarose (dissacarídeo de glicose e frutose) produzidas nas células foliares são transportadas via floema para regiões-dreno como sementes em formação. Nas sementes, tais moléculas podem ser usadas para formar polissacarídeos como amido, armazenado em grandes quantidades nas sementes amiláceas como fonte de energia e nutrientes para o embrião em desenvolvimento. Além disso, os lipídeos são produzidos da glicose, constituindo, sobretudo, triglicerídeos, que armazenam grandes quantidades de energia em sementes oleaginosas (MARCOS FILHO, 2005). As proteínas são sintetizadas pelas próprias células das sementes pela ativação do material

genético. Para a síntese proteica, o DNA das células é induzido a produzir RNAm, que inicia a formação de proteínas que partem dos aminoácidos (MARCOS FILHO, 2005).

Durante o catabolismo nas sementes, amido e outros polissacarídeos são degradados pela ação de enzimas como amilases e maltases. Com isso se obtêm oligossacarídeos e glicose, que participa da glicólise e da respiração celular para produção de energia. Além disso, oligossacarídeos obtidos pela catálise podem ser translocados na semente para pontos de crescimento do embrião, tornando-se compostos estruturais como celulose e hemicelulose.

Os triglicerídeos (principal lipídeo de armazenamento nas sementes) são degradados em ácidos graxos e glicerol pela ação de diversas enzimas; e ambos são convertidos em glicose por gliconeogênese. Acrescente-se que parte dos lipídeos degradados pode ser translocada na semente para constituir pontos de crescimento do embrião (SHIMARA; HARA-NISHIMURA, 2010).

As proteínas são degradadas por proteases em aminoácidos ou peptídeos, que podem ser ressintetizados em novas proteínas e enzimas ou podem ser usados para produzir energia para as células do embrião (CARRÃO-PANIZZI; MANDARINO, 2005).

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Origem do material experimental

O material experimental foi obtido em experimento de dissertação conduzido por Brunes (2010), na fazenda experimental do Glória, da Universidade Federal de Uberlândia (UFU). A interferência da competição intraespecífica na produtividade de populações de plantas do híbrido de girassol Hélio 360 oriundas de parcelas semeadas com diferentes proporções de sementes de alto vigor e baixo vigor foi avaliada conforme a Tabela 2.

TABELA 2 – Combinações de distribuição das sementes de alto vigor e de baixo vigor ao longo da linha de semeadura

PROPORÇÃO DE VIGOR	DISTRIBUIÇÃO DAS SEMENTES NA 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

#### 3.2 Preparo do material experimental

Todos os capítulos da área útil de cada parcela foram marcados com jatos de tinta aerossol na cor branca, para capítulos das plantas originadas das sementes de alto vigor, e na cor vermelha, para os das plantas originadas das sementes de baixo vigor. Os capítulos foram colhidos, separados conforme o vigor das sementes que originaram cada planta da parcela e então acondicionados em caixas de plástico separadamente. Depois disso, foram postos para secar à sombra para, depois, ser debulhadas manualmente e separadas conforme cada terço do capítulo (periférico, mediano e central).

### 3.3 Tratamentos, delineamento experimental e análise estatística

Para cada posição do capítulo, o delineamento experimental foi em blocos casualizados, com quatro repetições; os tratamentos foram os mesmos, distribuídos em parcelas subdivididas. Nas parcelas, avaliaram-se cinco proporções de vigor das sementes usadas na semeadura, conforme descrito na Tabela 2. Nas subparcelas, foram avaliadas as sementes das plantas oriundas de sementes de cada nível de vigor (alto e baixo) e dois tratamentos adicionais (sementes das plantas oriundas apenas de sementes de alto vigor e baixo vigor, respectivamente).

Os dados de cada posição do capítulo foram analisados com recursos do *software* Sisvar. Também foi usado o programa Assistat, em que foram analisados as proporções de vigor e os níveis de vigor em fatorial, junto com os dois tratamentos adicionais. Para análise em parcelas subdivididas com os dois adicionais, foram associados manualmente os dois resultados obtidos em cada programa. Para comparar as sementes oriundas dos terços periférico, mediano e central do capítulo, foi usado o programa Assistat, considerando-se a análise em parcelas subdivididas, em que nas parcelas foram analisados os tratamentos (proporção de vigor e níveis de vigor) e nas subparcelas, os terços do capítulo (periférica, mediana e central).

As diferenças entre as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância; quando não foram detectadas as diferenças significativas indicadas pelo teste de F, aplicou-se o teste de Duncan a 5% de significância. A comparação entre todos os tratamentos (incluindo os tratamentos adicionais) foi feita com uso de contrastes ortogonais.

### 3.4 Determinação da composição química

Na avaliação da composição química, foram determinadas as porcentagens de proteínas, cinzas, lipídeos e carboidratos totais, além do grau de umidade.

#### 3.4.1 Determinação de proteínas

Essa determinação foi baseada na determinação de nitrogênio pelo processo de digestão Kjeldahl no Laboratório de Análise de Solos (LABAS). As amostras de cada parcela foram trituradas em liquidificador até formarem pequenas partículas. A seguir, 200 mg de cada amostra foram pesados em balança analítica e, depois, colocados em tubos de digestão.

Para realização da pré-digestão, foram adicionados às amostras 6 mL de solução digestora (1,2 g de selênio p. a., 40 g de sulfato de lítio p. a., 1 L de água oxigenada 130 volumes p. a. e 1,2 L de ácido sulfúrico concentrado p. a.). Os tubos foram colocados em uma capela e mantidos nessas condições por 12 horas em temperatura ambiente. Após as 12 horas de pré-digestão, iniciou-se a digestão das amostras, aumentando-se a temperatura da termocupla para 100 graus C. A temperatura foi gradualmente aumentada de 50 em 50 graus até a temperatura de 340 graus C. Periodicamente, os tubos eram inclinados para lavar os resíduos da parede com a própria solução digestora presente no tubo. Após a solução presente nos tubos atingir a coloração esverdeada, a digestão foi mantida por mais uma hora; decorrido esse tempo, o aquecimento foi interrompido, e as amostras foram deixadas na capela até o esfriamento. Para cada série de digestão, foi efetuada uma testemunha, que consistia somente em solução digestora sem amostra. Os tubos resfriados foram lavados adicionando-se água destilada lentamente na borda superior do tubo.

Para a realização da destilação das amostras, foi utilizado um aparelho destilador de nitrogênio. Foram colocados 10 mL de solução de ácido bórico (9,83 mg de verde de bromocresol, 6,6 mg de vermelho de metila p. a., 200 mL de etanol p. a., 20 g de ácido bórico p. a., 700 mL de água destilada) em um *erlenmeyer* com capacidade para 100 mL. O *erlenmeyer*, assim como o tubo de digestão contendo a amostra digerida, foi acoplado ao aparelho. Adicionou-se à solução 15 mL de hidróxido de sódio 20 N e esperou-se a mudança de cor do ácido bórico de avermelhado para esverdeado. Após a mudança de coloração do ácido, destilou-se a amostra até completar 6 mL. As amostras foram, então, tituladas com ácido sulfúrico padronizado 0,1 N até a mudança de coloração de avermelhado para esverdeado. O cálculo da porcentagem de nitrogênio das amostras foi feito com base na fórmula a seguir:

$$\% \text{ N} = \frac{(\text{Vg} - \text{Br}) \times \text{Na}'\text{c} \times 14 \times 100}{\text{mg}}$$

Em que:

Vg: valor (em mL) de ácido bórico gasto na titulação da amostra em bureta;

Br: valor (em mL) de ácido gasto na titulação do branco em bureta;

Na'c: fator de correção do hidróxido de sódio = (0,1);

mg: peso de amostra (em g) utilizadas = (0,2 g).

Para obter a porcentagem de proteínas da amostra, a porcentagem de nitrogênio foi multiplicada pelo fator de correção 6,25.

### 3.4.2 *Determinação de cinzas*

A determinação da porcentagem de cinzas foi feita segundo as normas da Farmacopeia Brasileira (BRASIL, 1988) no Laboratório de Nutrição Animal da Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade Federal de Uberlândia (UFU). As amostras de sementes foram trituradas em liquidificador até formarem pequenas partículas. A seguir, foram pesados  $3 \pm 0,5$  g de amostra em balança analítica e colocados em cadinho de Goodh com capacidade de 40 mL a 50 mL. As amostras foram então incineradas em mufla a 550 graus C por duas horas. Após o esfriamento em temperatura ambiente, as amostras foram pesadas no cadinho. A fórmula usada para o cálculo da porcentagem de cinzas foi esta:

$$\% \text{ de cinzas} = \frac{(A-B) \times 100}{C}$$

Em que:

A = peso do cadinho + peso das cinzas após incineração;

B = peso do cadinho;

C = peso da amostra antes da incineração.

### 3.4.3 *Determinação de lipídeos*

A determinação da porcentagem de lipídeos a frio foi feita pelo método de Soxlet modificado no Laboratório de Análise de Sementes (LASEM-UFU) com apoio do Laboratório de Ensaio em Alimentos e Meio Ambiente do Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI). Cinco g de sementes foram triturados em moinho de facas com peneira de 5 mm, com o máximo cuidado para que não ficassem resíduos no moinho. Uma vez triturados, os 5 g de amostra foram pesadas em balança analítica e colocadas em um papel filtro, também, previamente pesado. O papel filtro foi, então, amarrado com linha de náilon número 0,40 mm usada em pescaria, de forma a deixar a amostra completamente retida no interior. Então foram adicionados 100 mL de éter de petróleo p. a. em recipiente de vidro com capacidade para 250 mL. As amostras amarradas no papel filtro foram totalmente submergidas no éter de petróleo, e o recipiente foi tampado e agitado por 90 minutos a 160 rpm em uma mesa agitadora. Após esse período, os recipientes foram abertos e o recipiente de papel com a amostra foi retirado e torcido manualmente para que todo o óleo fosse drenado. Em seguida,

colocaram-se os recipientes de vidro abertos ao ar livre e à temperatura ambiente, com o auxílio de ventiladores para acelerar a evaporação do reagente. Enfim, os recipientes foram postos em dessecadores com sílica em gel por 48 horas, sendo pesados a seguir em balança analítica, quando se calculou a porcentagem de lipídeos pela fórmula a seguir.

$$\% \text{ de lipídeos} = \frac{(P_2 - P_1) \times 100}{PA}$$

Em que:

P<sub>1</sub> = peso do recipiente antes da extração;

P<sub>2</sub> = peso do recipiente depois da extração;

PA = peso da amostra de sementes.

#### 3.4.4 *Determinação do grau de umidade*

A determinação do grau de umidade nas amostras foi feita conforme a metodologia prescrita pelas Regras para Análise de Sementes/RAS (BRASIL, 2009), usando-se o recurso metodológico da estufa a baixa temperatura 101–105 graus C. Para esse teste, cápsulas de metal com tampa foram colocadas em estufa a 103 ± 2 graus C por 30 minutos, resfriadas em dessecadores com sílica em gel e pesadas em balança analítica. Então foram pesados 4,5 ± 0,5 g de sementes que foram adicionadas às cápsulas de metal, as quais foram colocadas abertas sobre as respectivas tampas em estufa, regulada à temperatura de 103 ± 2 graus C durante 17 horas. Transcorrido esse período, os recipientes foram retirados rapidamente da estufa, tampados e colocados em dessecador até o resfriamento. Por fim, foram pesados os recipientes com as amostras secas. A porcentagem de umidade foi calculada pela fórmula a seguir:

$$\% \text{ de Umidade} = \frac{100 (P-p)}{P-t}$$

Em que:

P = peso inicial, peso do recipiente e sua tampa, mais o peso da semente úmida;

p = peso final, peso do recipiente e sua tampa, mais o peso da semente seca;

t = tara, peso do recipiente com sua tampa.

#### 3.4.5 *Determinação de carboidratos totais*

A determinação de carboidratos totais (carboidratos de reserva e carboidratos estruturais) foi feita segundo as Normas Analíticas do Instituto Adolf Lutz (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 1985) pela fórmula que se segue.

$$\% \text{ de carboidratos totais} = 100 - (\% \text{ L} + \% \text{ U} + \% \text{ P} + \% \text{ C})$$

Em que:

L = lipídeos;

U = umidade;

P = proteína;

C = cinzas.

#### 3.5 **Determinação do peso de mil sementes**

A determinação do peso de mil sementes ocorreu no Laboratório de Análise de Sementes (LASEM), conforme prescrição das RAS (BRASIL, 2009). Oito repetições de 100 sementes foram contadas e, depois, pesadas em balança analítica. O valor da média das repetições foi multiplicado por 10 e corrigido para grau de umidade de 10%.

#### 3.6 **Avaliação da qualidade fisiológica**

Para avaliação da qualidade fisiológica das sementes, foi aplicado o teste de emergência em areia, conduzido na casa de vegetação do Instituto de Ciências Agrárias (ICIAG) da UFU. Foram utilizadas bandejas plásticas com dimensões de 55 cm de comprimento, 35 cm de largura e 9 cm de profundidade, as quais constituíram as subparcelas. O substrato usado foi areia média previamente peneirada e submetida à solarização.

Foram semeadas 200 sementes por subparcela, em oito linhas com 25 sementes, utilizando-se gabaritos para marcação das linhas e padronização da profundidade de semeadura. Depois disso, foram mantidas com umidade próxima de 70% da capacidade de retenção do substrato, mediante irrigações. A contagem das plântulas emersas foi feita a cada 12 horas (6h e 18h) durante oito dias, quando a emergência se estabilizou. O critério empregado para planta emersa foi o momento em que as plântulas se encontravam completamente eretas em relação ao substrato. Após serem contadas, as



plântulas foram seccionadas próximo ao substrato, com auxílio de uma tesoura para que a próxima contagem fosse facilitada.

A temperatura mínima e máxima e a umidade relativa do ar da casa de vegetação foi monitorada por um termômetro de máxima e mínima e um higrômetro, instalados em um abrigo climatológico próximo às bancadas. Durante as observações, a temperatura mínima na casa de vegetação oscilou entre 18 e 23 graus C; a máxima, entre 40 e 46 graus C. De manhã (6h), a temperatura e a umidade médias foram 20,3 graus C e 62%, respectivamente; à tarde (18h), foram 36,5 graus C e 42,5%, respectivamente.

Com base nesses dados, foram determinadas as medidas de emergência, segundo Santana e Ranal (2004).

3.6.1 *Tempo inicial de emergência* ( $t_o$ ) — tempo em horas para a primeira emergência

3.6.2 *Tempo final de emergência* ( $t_f$ ) — tempo em horas para a última emergência

3.6.3 *Tempo médio de emergência* ( $\bar{t}$ ) — calculado pela expressão:

$$\bar{t} = \frac{\sum_{i=1}^k n_i t_i}{\sum_{i=1}^k n_i}$$

Em que:

$t_i$  = tempo entre o início do experimento e a i-ésima observação (horas);

$n_i$  = número de plântulas que emergem no tempo  $t_i$ ;

$k$  = último tempo de emergência das plântulas.

3.6.4 *Emergência* (E) — porcentagem de emergência calculada pela fórmula:

$$E = \frac{SE \times 100}{ST}$$

Em que:

SE= total de plântulas emergidas;

ST = total de sementes semeadas.

3.6.5 *Coeficiente de variação do tempo (CVt)* — mede o grau de dispersão da emergência ao redor do tempo médio proposto por Ranal e Santana (2006) segundo esta fórmula:

$$CVt = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^k n_i (t_i - \bar{t})^2}{\sum_{i=1}^k n_i - 1}}$$

Em que:

$\bar{t}$  = tempo médio de emergência;

$t_i$  = tempo entre o início do experimento e a i-ésima observação (horas);

$n_i$  = número de plântulas que emergem no tempo  $t_i$ ;

$k$  = último tempo de emergência das plântulas.

3.6.6 *Velocidade média ( $\bar{v}$ )* — calculado segundo a fórmula:

$$\bar{v} = \frac{1}{\bar{t}}$$

Em que:

$\bar{t}$  = tempo médio de emergência.

3.6.7 *Incerteza (I)* — analisa a incerteza associada à distribuição da frequência relativa de emergência, sendo calculada pela fórmula:

$$I = -\sum_{i=1}^k f_i \log_2 f_i$$

Em que:

$f_i$  = frequência relativa de emergência;

$\log_2$  = logaritmo de base 2;

$k$  = último dia de observação.

3.6.8 *Sincronia (Z)* — mede a sincronia do processo de emergência. Quando Z é igual a um, todas as sementes germinam ao mesmo tempo; quando Z é igual a zero, menos de duas sementes germinam a cada tempo. É calculado pela fórmula a seguir.

$$Z = \sum C_{n_{i,2}} / N, \text{ sendo: } C_{n_{i,2}} = n_i (n_i - 1) / 2 \text{ e } N = \sum n_i (\sum n_i - 1) / 2$$

Em que:

$C_{n_{i,2}}$  = combinação das plântulas emersas no tempo  $i$ ;

$n_i$  = número de plântulas emersas no tempo  $i$ .

3.6.9 *Velocidade de emergência* (Ve) — é a expressão matemática que associa o número de plântulas emergidas com o tempo. Calculada pela fórmula proposta por Santana e Ranal (2004):

$$VE = \left[ \frac{\text{número de plântulas emergidas}}{\text{Dias até a primeira contagem}} + \dots + \frac{\text{número de plântulas emergidas}}{\text{Dias até a contagem final}} \right]$$

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na Tabela 3 é apresentado o resumo da análise de variância dos dados: peso de mil sementes, umidade, lipídeos, proteínas, cinzas e carboidratos das sementes oriundas dos terços dos capítulos de girassol em função da proporção de vigor das sementes na semeadura e do vigor da semente de origem. Nota-se que só nas variáveis cinzas e lipídeos não houve efeito significativo ( $P \leq 0,05$ ) em nenhuma das causas de variação (exceto blocos) e em nenhum dos terços do capítulo.

A comparação entre médias dos efeitos significativos é apresentada na Tabela 4. Observa-se que apenas as sementes do terço periférico do capítulo das plantas oriundas de sementes com baixo vigor, semeadas nas proporções 2A:1B e 1A:1B apresentaram menor teor de carboidratos do que as sementes dos demais tratamentos. Quanto à proteína, apenas as sementes das plantas oriundas de sementes com alto vigor semeadas na proporção 1A:2B e os adicionais (1A:1A e 1B:1B) apresentaram os menores valores. Além disso, tanto as sementes do terço mediano quanto às do terço central do capítulo das plantas oriundas só de sementes com alto vigor (1A:1A) apresentaram menor grau de umidade do que as sementes das plantas oriundas apenas de sementes com baixo vigor (1B:1B).

Nota-se que houve prejuízo para o acúmulo de reserva nas sementes das plantas oriundas das sementes em menor proporção na linha de semeadura. Assim, pode-se inferir que houve competição entre plantas conforme a proporção de vigor e que se sobressaíram aquelas colocadas em maior proporção, independentemente de serem de alto vigor ou de baixo vigor. No caso, em sementes das plantas oriundas de sementes com alto vigor da proporção 3A:1B, que estavam em maior quantidade na linha de semeadura, apresentaram maior peso de mil sementes. Em contrapartida, as sementes das plantas oriundas de sementes de alto vigor, porém na proporção 1A:3B — que estavam em menor quantidade na linha de semeadura —, apresentaram menor peso de mil sementes. Sugere-se, dessa forma, que plantas oriundas de sementes com vigor semelhante quando em maior proporção na linha de semeadura prejudicam o desenvolvimento de plantas oriundas de sementes com outro nível de vigor independentemente de ser alto ou baixo.

Na Tabela 6 é apresentado o resumo da análise de variância completa dos dados de peso de mil sementes, umidade, lipídeos, proteínas, cinzas e carboidratos das sementes de girassol em função dos tratamentos e da posição das sementes no capítulo. Nota-se que não houve significância a todas as variáveis analisadas para os tratamentos analisados. Entretanto, a posição do capítulo teve efeito significativo em todas as variáveis avaliadas.

TABELA 3 – Análise de variância de peso de mil sementes, grau de umidade e teores de lipídeos, proteínas, cinzas e carboidratos das sementes oriundas dos terços periférico, mediano e central dos capítulos de girassol, em função da proporção de vigor das sementes utilizadas na semeadura e do vigor da semente de origem

CAUSAS DE VARIAÇÃO	GRAUS DE LIBERDADE	QUADRADOS MÉDIOS					
		Peso de mil sementes	Umidade	Lipídeos	Proteína	Cinzas	Carboidratos
Sementes do terço periférico							
Bloco	3	111,0215 *	1,1907 *	41,4373 *	13,1642 *	0,6143 ns	67,3335 *
Proporção de vigor (PV)	4	70,0927 ns	0,2288 ns	9,9620 ns	3,7844 ns	0,2054 ns	5,3733 ns
Resíduo (a)	12	24,1432	0,1548	5,2841	2,5379	0,5995	3,9923
Parcelas	19	—	—	—	—	—	—
Semente de origem (S)	1	2,2936 ns	0,0336 ns	9,6616 ns	0,0191 ns	0,0223 ns	26,1545 ns
PV x S	4	26,2606 ns	0,0621 ns	0,9780 ns	1,8165 ns	0,0711 ns	0,9460 ns
Fatorial x adicionais	1	28,7915 ns	0,0632 ns	24,126 ns	3,0658 ns	0,3000 ns	57,5610 *
Adicional 1 x adicional 2	1	0,1976 ns	0,0827 ns	0,0063 ns	1,9379 ns	0,3344 ns	5,4638 ns
Resíduo (b)	21	15,9062	0,0321	7,1920	3,5358	0,1785	12,4619
Coeficiente de variação (%)		6,8893	4,1749	6,8182	8,8671	18,0202	9,4271
Sementes do terço mediano							
Bloco	3	105,6518 ns	1,1530 *	39,4098 *	10,7712 *	1,2296 ns	91,6903 *
Proporção de vigor (PV)	4	106,3615 ns	0,2526 ns	8,3259 ns	0,9762 ns	0,3254 ns	9,2710 ns
Resíduo (a)	12	39,5936	0,1128	5,2546	2,0640	0,6247	9,9054
Parcelas	19	—	—	—	—	—	—
Semente de origem (S)	1	2,3172 ns	0,0004 ns	0,3369 ns	2,4225 ns	0,0617 ns	14,6927 ns
PV x S	4	44,5476 *	0,0158 ns	4,8678 ns	2,0396 ns	0,0622 ns	4,7490 ns
Fatorial x adicionais	1	72,4697 *	0,0373 ns	5,2154 ns	0,0879 ns	0,4755 ns	10,9067 ns
Adicional 1 x adicional 2	1	0,0133 ns	0,3745 *	8,1731 ns	0,0239 ns	1,2470 ns	0,9515 ns
Resíduo (b)	21	15,6954	0,0590	8,7833	1,9781	0,1573	9,5833
Coeficiente de variação (%)		9,3271	4,3228	7,1083	6,8255	18,3626	9,3271
Sementes do terço central							
Bloco	3	59,6527 ns	0,9758 *	26,1678 ns	18,8741 *	0,7042 ns	68,4502 *
Proporção de vigor (PV)	4	18,6435 ns	0,3696 ns	4,7974 ns	1,8034 ns	0,5892 ns	8,8853 ns
Resíduo (a)	12	49,2906	0,1989	9,8669	1,9613	0,6999	9,2959
Parcelas	19	—	—	—	—	—	—
Semente de origem (S)	1	1,4883 ns	0,0008 ns	0,3637 ns	0,8721 ns	0,0005 ns	17,6810 ns
PV x S	4	73,9742 *	0,0142 ns	5,9115 ns	0,8990 ns	0,2243 ns	12,0306 ns
Fatorial x adicionais	1	35,2623 ns	0,0124 ns	0,2795 ns	13,4781 *	0,1224 ns	6,3334 ns
Adicional 1 x adicional 2	1	1,7978 ns	0,3527 *	1,5571 ns	4,3605 ns	0,1072 ns	3,1033 ns
Resíduo (b)	21	17,0357	0,0509	10,5326	1,8952	0,1383	10,9722
Coeficiente de variação (%)		12,1876	5,0291	8,2440	6,4106	17,0853	12,1876

ns; \* = não significativo e significativo a 5% de probabilidade, respectivamente.

TABELA 4 – Média do grau de umidade (U), teor de lipídeos (Lp), proteínas (Pt), cinzas (Cz) e carboidratos (Ch) das sementes oriundas dos terços periférico, mediano e central dos capítulos de girassol em função da proporção de vigor das sementes usadas na semeadura e do vigor da semente de origem<sup>1</sup>

VIGOR DAS SEMENTES DE ORIGEM	PROPORÇÕES DE VIGOR (TRATAMENTOS)	POSIÇÃO NO CAPÍTULO (TERÇOS)																
		Periférico					Mediano					Central						
		U	Lp	Pt	Cz	Ch	U	Lp	Pt	Cz	Ch	U	Lp	Pt	Cz	Ch		
Alto	3A:1B	6,65	38,12	20,56	3,31	31,36	a	6,36	40,81	21,98	3,49	27,36	6,54	37,88	22,20	a	3,62	29,76
	2A:1B	6,43	39,10	19,14	3,22	32,11	a	6,28	38,71	20,56	2,88	31,57	6,09	40,01	21,71	a	3,27	28,92
	1A:1B	6,56	35,98	21,38	3,31	32,77	a	6,43	38,68	21,00	3,38	30,51	6,30	39,22	22,37	a	3,65	28,46
	1A:2B	6,78	36,26	20,67	3,22	33,07	a	6,65	38,26	20,56	3,31	31,22	6,52	39,42	20,56	b	3,26	30,24
	1A:3B	6,81	36,59	19,36	2,97	34,27	a	6,62	36,45	21,05	2,93	32,95	6,74	37,38	21,66	a	3,46	30,76
Baixo	3A:1B	6,33	38,52	20,23	3,23	31,69	a	6,46	38,36	20,45	3,14	31,59	6,53	40,16	22,31	a	3,90	27,10
	2A:1B	6,52	39,66	20,34	3,11	30,37	b	6,21	39,06	21,55	3,00	30,18	6,16	37,73	22,53	a	2,92	30,66
	1A:1B	6,52	38,13	21,22	3,64	30,49	b	6,36	39,12	20,51	3,34	30,67	6,42	38,61	21,66	a	3,68	29,63
	1A:2B	6,65	37,36	19,30	3,16	33,53	a	6,62	39,90	20,45	3,18	29,85	6,47	40,33	21,55	a	3,61	28,04
	1A:3B	6,92	37,31	19,80	3,12	32,85	a	6,72	37,40	19,74	2,94	33,20	6,65	38,03	21,93	a	3,11	30,28
Alto (TA)	1A:1A	6,61	35,77	19,03	2,81	35,78	a	6,33	B 38,80	20,62	2,50	31,75	6,19	B 39,52	19,69	b	3,20	31,40
Baixo (TA)	1B:1B	6,82	35,83	20,02	3,22	34,11	a	6,76	A 36,78	20,73	3,29	32,44	6,61	A 38,64	21,16	b	3,43	30,16

<sup>1</sup> Médias seguidas por uma mesma letra minúscula na coluna não diferem significativamente pela comparação das médias dos tratamentos por contrastes ortogonais e pela comparação das médias dos tratamentos adicionais pelo teste de Tukey, ambas a 5% de probabilidade; letras minúsculas indicam comparação de médias entre todos os tratamentos (incluindo os tratamentos adicionais) e letras maiúsculas indicam comparações somente entre os tratamentos adicionais. TA = tratamento adicional

TABELA 5 – Média em gramas do peso de mil sementes das sementes dos terços periférico, mediano e central dos capítulos de girassol em função da proporção de vigor das sementes usadas na semeadura e do vigor da semente de origem<sup>1</sup>

PROPORÇÃO DE VIGOR	VIGOR DA SEMENTE DE ORIGEM					
	Alto			Baixo		
	Terço periférico					
3A:1B	66,5244			64,7034		
2A:1B	62,5653			64,1419		
1A:1B	64,7469			67,6919		
1A:2B	65,6769			61,0997		
1A:3B	56,5519			60,8232		
1A:1A	61,5316			—		
1B:1B	—			61,2172		
Terço mediano						
3A:1B	57,0122	a	A	52,2928	a	A
2A:1B	53,5157	ab	A	55,8829	a	A
1A:1B	53,8475	ab	A	56,6282	a	A
1A:2B	55,5872	ab	A	51,4438	a	A
1A:3B	46,3044	c	B	52,4263	a	A
1A:1A	50,1563	b		—		
1B:1B	—			50,2378	a	
Terço central						
3A:1B	49,4978	a	A	42,1787	ab	B
2A:1B	44,3644	ab	A	47,1546	a	A
1A:1B	43,3304	ab	A	45,9479	ab	A
1A:2B	46,5660	ab	A	40,2135	b	B
1A:3B	39,1522	c	B	45,4872	ab	A
1A:1A	42,5634	bc		—		
1B:1B	—			41,6154	ab	

<sup>1</sup> Médias seguidas por letras minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas iguais indicam que não há diferença significativa entre os tratamentos pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade

Pelos dados apresentados na Tabela 7, observa-se que as sementes do terço periférico dos capítulos apresentam maior peso de mil sementes, a umidade e o teor de carboidratos. Os teores de lipídeos, proteínas e cinzas foram maiores nas sementes do terço central.

TABELA 6 – Análise de variância do peso de mil sementes, grau de umidade e teores de lipídeos, proteínas, cinzas e carboidratos das sementes de girassol em função dos tratamentos e da posição das sementes no capítulo

CAUSAS DE VARIAÇÃO	GL	QUADRADOS MÉDIOS				
		Peso de mil sementes	Umidade	Lipídeos	Proteína	Cinzas
Blocos	3	41,8475 *	3,6528 **	98,8275 **	41,8475 **	2,8154 *
Tratamentos (Ta) <sup>1</sup>	11	3,2721 ns	0,3518 ns	9,4589 ns	3,2721 ns	0,5685 ns
Resíduo (a)	33	2,1483	0,1904	11,3798	2,1483	0,8774
Parcelas	47	—	—	—	—	—
Posição no capítulo (Tb)	2	9,5862 *	0,5167 **	24,4870 *	9,5862 *	1,2435 **
Interação (Ta x Tb)	22	3,4982 ns	0,0391 ns	4,4406 ns	3,4982 ns	0,1092 ns
Resíduo (b)	72	2,3552	0,0321	7,62363	2,3552	0,0656
Total	143	—	—	—	—	—
Coefficiente de variação	CV <sub>1</sub> (%)	14,7450	6,6956	8,8295	7,0391	28,8603
	CV <sub>2</sub> (%)	4,5843	2,7481	7,2268	7,3702	7,8923

GL; ns; \*, \*\* = Graus de liberdade; não significativo; significativo a 5% de probabilidade e a 1% de probabilidade, respectivamente.

<sup>1</sup> Constituídos pela combinação da proporção de vigor das sementes utilizadas na semeadura, do vigor das sementes de origem e dos tratamentos adicionais.

TABELA 7 – Média do peso de mil sementes, grau de umidade e porcentagens de lipídeos, proteínas, cinzas e carboidratos nas sementes de girassol, em função da posição das sementes no capítulo<sup>1</sup>

POSIÇÃO NO CAPÍTULO	PESO DE MIL SEMENTES <sup>2,3</sup>	UMIDADE <sup>2</sup>	LIPÍDEOS <sup>4</sup>	PROTEÍNA <sup>2</sup>	CINZAS <sup>2</sup>	CARBOIDRATOS <sup>2</sup>
Periférica	63,11 a	6,63 a	37,39 b	20,37 b	3,20 b	32,41 a
Mediana	52,94 b	6,48 b	38,53 b	20,84 ab	3,12 b	31,03 b
Central	44,01 c	6,44 b	38,70 a	21,26 a	3,42 a	30,18 b

<sup>1</sup> Na coluna, as médias seguidas por uma mesma letra não diferem estatisticamente

<sup>2</sup> Comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

<sup>3</sup> Peso corrigido para grau de umidade de 10%

<sup>4</sup> Comparadas pelo teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade



O maior peso das sementes do terço periférico dos capítulos, em detrimento das sementes do terço central, é uma característica claramente visível confirmada pela avaliação do peso de mil sementes. Quanto aos lipídeos, por serem compostos hidrofóbicos, é explicável a relação antagônica apresentada entre os teores de umidade e de lipídeos. Nota-se, na Tabela 7, que as sementes do terço periférico do capítulo apresentaram baixo teor de lipídeos e maior grau de umidade, e nas sementes do terço central, com maior teor de lipídeos, o grau de umidade foi menor.

Segundo Castro e Farias (2005), sementes formadas na periferia do capítulo são maiores e têm maior peso, porém menor teor de óleo do que as formadas no centro. Assim, as sementes maiores da região periférica têm maior volume e superfície de casca, além de uma diminuição do volume da parte não fibrosa da semente, o que gera um teor menor de óleo do que as sementes menores formadas na região central. De acordo com Carrão-Panizzi e Mandarino (2005), as sementes de girassol podem ser classificadas em dois tipos: sementes não oleosas — maiores, de coloração rajada e com casca mais fibrosa (40% a 45% de casca, 25% a 30% de óleo) — e sementes oleosas — menores, de coloração preta e com cascas bem aderidas (20% a 30% de casca). Castro e Farias (2005) afirmam que há uma relação negativa entre a proporção de casca e o teor de óleo das sementes de girassol. Dessa forma, sementes com casca grossa, de coloração clara ou clara estriada apresentam menor teor de óleo, enquanto sementes de casca com coloração negra ou negra estriada apresentam maiores teores de óleo.

Sobre os carboidratos, Munshi, Kaushal e Bajaj (2003) — cuja metodologia desconsidera as cascas das sementes — afirmam que sementes da região periférica do capítulo de girassol têm conteúdo de carboidratos menor do que as sementes da região central. Assim, o alto teor de carboidratos totais observados nas sementes do terço periférico do capítulo neste estudo pode ser atribuído ao alto teor de fibras dessas sementes, pois a variável carboidratos totais analisada incluiu carboidratos de reserva e estruturais, não tendo desconsiderada a casca. Mesmo com o alto teor de fibras das sementes do terço periférico do capítulo, os carboidratos de reserva devem, também, estar em altas concentrações nessas sementes, pois são o principal composto de reserva energética. Nas sementes do terço central, o principal composto de reserva energética devem ser os lipídeos, seguidos de proteínas, que participam também do processo enzimático nas sementes.

Divergindo dos resultados obtidos neste trabalho, Matthes e Ungaro (1983), em estudo que compara a posição no capítulo com os teores de óleo e umidade de sementes de girassol, concluíram que as sementes da região intermediária do capítulo apresentam maior teor de óleo e que não houve diferença nos graus de umidade entre sementes das diferentes regiões do capítulo. Enquanto Munshi, Kaushal e Bajaj (2003) e Gupta, Sharma e Munshi (2009) afirmam, em seus trabalhos, que as sementes do terço periférico apresentam maior produção de óleo do que as demais sementes do capítulo. Ambos os autores atribuem esse fato ao maior espaço no verticilo para desenvolvimento das sementes periféricas, facilitando o rápido enchimento de óleo, em detrimento das sementes de regiões mais centrais do capítulo.

Maeda e outros (1987) relacionaram em seu trabalho aspectos da qualidade e da composição química de sementes de girassol oriundas de três regiões do capítulo com diferentes períodos de florescimento. Os resultados desse trabalho demonstraram que, com até 20 dias após o florescimento, as sementes da região periférica do capítulo apresentam maior conteúdo de óleo com relação às sementes das regiões mediana e central. Após os 20 dias de florescimento, há uma inversão nesse padrão, passando as sementes centrais a apresentar maiores porcentagens de óleo. A porcentagem de óleo, segundo os autores, só estabiliza 30 dias após o florescimento.

Segundo Mandarin (1992), estudos bioquímicos sobre a variação quantitativa e qualitativa do conteúdo de óleo e proteína nas sementes de girassol demonstraram que a biossíntese da fração lipídica começa no fim do período de florescimento e se prolonga durante todo o processo de enchimento de grãos. A biossíntese proteica ocorre durante a fase vegetativa e se mantém constante nas diferentes fases de desenvolvimento das sementes. Assim, a divergência de resultados no teor de óleo das sementes em diferentes terços do capítulo de girassol pode ser por causa de diferenças nas épocas em que a composição química das sementes foi analisada.

Alguns trabalhos (PUSTAVOIT; DJAKOV, 1972 apud RADIC et al., 2009; DJAKOV, 1980 apud RADIC et al., 2009; TAVOLJANSKIY et al., 2004) afirmam a existência de um antagonismo entre a síntese de lipídeos e de proteínas em sementes de girassol. Mas Djakov (1986 apud RADIC et al., 2009) negou esse antagonismo. Neste estudo não foi encontrado antagonismo entre a composição química desses dois compostos nos terços do capítulo, de forma que tanto proteínas como lipídeos apresentam maiores teores no terço central.

Na Tabela 8 é apresentado o resumo da análise de variância dos dados de tempo inicial, tempo final, tempo médio, velocidade média, velocidade de emergência, coeficiente de variação do tempo, incerteza, sincronia e porcentagem de emergência das sementes oriundas dos três terços dos capítulos de girassol. Nota-se que houve efeito significativo para as variáveis: tempo inicial, tempo final, incerteza, sincronia e porcentagem de emergência, dependendo do terço analisado.

Os dados médios referentes aos tempos inicial e médio, às velocidades média e de emergência e emergência são apresentados na Tabela 9. Observa-se que os tratamentos adicionais diferiram significativamente quanto à emergência só para as sementes oriundas do terço mediano dos capítulos, sobressaindo-se as das plantas provenientes de sementes cujo vigor é alto (1A:1A). O mesmo ocorreu com tempo inicial, porém para sementes do terço central dos capítulos. A emergência apresentou alterações significativas somente nas sementes oriundas do terço mediano, apresentando menores valores para os tratamentos 2A:1B e 1A:1B para as sementes das plantas oriundas de semente com alto vigor e 1A:3B para sementes das plantas oriundas de sementes com baixo vigor.

Na Tabela 10 são apresentadas as comparações das médias das variáveis: incerteza, sincronia e coeficiente de variação do tempo. Nota-se que os valores de incerteza das sementes dos terços periférico e mediano foram, em geral, maiores quando se reduziu a quantidade de sementes com alto vigor na proporção de semeadura. A sincronia foi alterada significativamente somente pelos tratamentos adicionais, apenas quando as sementes foram provenientes do terço periférico, sobressaindo-se as das plantas oriundas de sementes de alto vigor.

A variável tempo final apresentou interação entre a proporção de vigor e o vigor das sementes de origem (TAB. 8), cujos resultados são apresentados na Tabela 11. Nota-se que, para as sementes provenientes do terço central do capítulo, o maior valor de tempo final de emergência foi apresentado pelo tratamento 2A:1B quando obtidas das plantas de sementes com alto vigor, diferindo significativamente das obtidas de plantas oriundas de sementes com baixo vigor que concluíram a emergência em menor tempo.

O resumo da análise de variância dos dados de tempo inicial, tempo final, tempo médio, velocidade média, velocidade de emergência, coeficiente de variação do tempo, incerteza, sincronia e emergência das sementes de girassol em função dos tratamentos e da posição das sementes no capítulo é apresentado na Tabela 12. Nota-se que houve significância para cinco das nove variáveis analisadas.

Pelos dados médios apresentados na Tabela 13, constata-se que as sementes do terço periférico do capítulo apresentaram menor tempo final e coeficiente de variação do tempo de emergência e maiores tempos inicial e médio e sincronia de emergência. As sementes do terço central apresentam resultados opostos aos das sementes periféricas.

Os Gráficos 2 a 8 se referem à frequência relativa de emergência. Observa-se que, em geral, independentemente da proporção de sementes de alto vigor e baixo vigor utilizadas na semeadura, as sementes do terço periférico apresentam um pico de emergência mais acentuado e concentrado em poucas horas, demonstrando maior homogeneidade e sincronia de emergência; ao contrário das sementes do terço central. Também se pode observar que as sementes das plantas oriundas de sementes com alto vigor, geralmente, apresentaram um pico de emergência mais acentuado com maior homogeneidade. Schuch (1999), ao estudar o crescimento inicial de aveia-preta em resposta ao vigor das sementes, também verificou que sementes de menor vigor apresentam redução, retardamento e desuniformidade de emergência no campo e que as de vigor mais elevado produzem plântulas com maior tamanho inicial.

A Tabela 14 apresenta a média dos dados de incerteza da emergência dos tratamentos, que apresentou interação entre as proporções de vigor e o terço do capítulo. Assim, para as sementes das plantas oriundas de sementes com alto vigor do tratamento 1A:1B, a maior incerteza foi obtida para as sementes do terço central do capítulo e a menor no terço mediano. Nas sementes das plantas oriundas de sementes com baixo vigor dos tratamentos 1A:2B e 1A:3B, a maior incerteza foi obtida com sementes do terço periférico dos capítulos e a menor do terço central. Com esses resultados, observa-se que a incerteza no processo de emergência das sementes é influenciada pela proporção de vigor das sementes na linha de semeadura das plantas de origem.

TABELA 8 – Análise de variância do tempo inicial ( $T_i$ ), tempo final ( $T_f$ ), tempo médio ( $\bar{T}$ ), velocidade média ( $\bar{V}$ ), velocidade de emergência ( $V_e$ ), coeficiente de variação do tempo ( $CV_t$ ), incerteza ( $I$ ), sincronia ( $Z$ ) e emergência ( $E$ ) das sementes oriundas dos terços periférico, mediano e central dos capítulos de girassol, em função da proporção de vigor das sementes utilizadas na semeadura e do vigor da semente de origem, pelo teste de emergência em areia

CAUSAS DE VARIAÇÃO		QUADRADOS MÉDIOS									
GL		Ti	Tf	$\bar{t}$	$\bar{v}$	Ve	CVT	I	Z	E	
Sementes do terço periférico											
Bloco	3	70,8000	ns	63,4078	ns	3,80.10 <sup>-7</sup>	ns	0,0859	ns	7,6491	ns
Proporção de vigor (PV)	4	36,0000	ns	17,7168	ns	1,08.10 <sup>-7</sup>	ns	0,0444	ns	3,2398	ns
Resíduo (a)	12	28,8000	64,2000	22,4302	1,39.10 <sup>-7</sup>	0,0544	2,9845	0,0378	0,0031	0,0074	ns
Parcelas	19	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Semente de origem (S)	1	14,4000	ns	4,1882	ns	2,50.10 <sup>-8</sup>	ns	0,0022	ns	0,1424	ns
PV x S	4	14,4000	ns	24,0655	ns	1,55.10 <sup>-7</sup>	ns	0,0616	ns	1,9146	ns
Fatorial x adicionais	1	2,4000	ns	0,7722	ns	0,70.10 <sup>-8</sup>	ns	0,0016	ns	0,2542	ns
Adicional 1 x adicional 2	1	72,0000	ns	18,3530	ns	1,01.10 <sup>-7</sup>	ns	0,0119	ns	6,1595	ns
Resíduo (b)	21	29,8286	64,4571	11,7142	5,60.10 <sup>-8</sup>	0,0361	1,8736	0,0348	0,0025	0,0025	ns
Coefficiente de variação (%)		5,8672	5,2955	3,4259	3,5669	5,4332	15,9192	15,9192	14,3530		3,2509
Sementes do terço mediano											
Bloco	3	22,8000	ns	66,0705	ns	4,04.10 <sup>-7</sup>	ns	0,1545	ns	2,2606	ns
Proporção de vigor (PV)	4	81,0000	ns	30,2075	ns	1,86.10 <sup>-7</sup>	ns	0,1549	ns	1,6204	ns
Resíduo (a)	12	49,8000	78,0000	48,5567	2,93.10 <sup>-7</sup>	0,1900	1,2529	0,0193	0,0028	0,0020	ns
Parcelas	19	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Semente de origem (S)	1	32,4000	ns	14,5013	ns	1,21.10 <sup>-7</sup>	ns	0,0299	ns	1,0040	ns
PV x S	4	5,4000	ns	17,5299	ns	8,40.10 <sup>-8</sup>	ns	0,1881	ns	2,8779	ns
Fatorial x adicionais	1	15,0000	ns	3,5659	ns	1,80.10 <sup>-8</sup>	ns	0,0307	ns	0,0068	ns
Adicional 1 x adicional 2	1	0,0000s	ns	4,5465	ns	1,10.10 <sup>-8</sup>	ns	0,0090	ns	0,1896	ns
Resíduo (b)	21	24,2571	85,8571	17,9052	8,60.10 <sup>-8</sup>	0,1178	2,3455	0,0436	0,0036	0,0036	ns
Coefficiente de variação (%)		6,3126	5,9448	4,7013	4,7982	9,9913	13,9893	10,0707	16,5587		3,1187
Sementes do terço central											
Bloco	3	22,8000	ns	55,8607	ns	4,24.10 <sup>-7</sup>	ns	0,0999	ns	6,0786	ns
Proporção de vigor (PV)	4	27,0000	ns	42,3051	ns	2,86.10 <sup>-7</sup>	ns	0,2224	ns	1,0380	ns
Resíduo (a)	12	19,8000	76,2000	27,2835	1,78.10 <sup>-7</sup>	0,2393	2,2642	0,0273	0,0021	0,0016	ns
Parcelas	19	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Semente de origem (S)	1	32,4000	ns	5,0006	ns	0,30.10 <sup>-7</sup>	ns	0,1963	ns	2,1348	ns
PV x S	4	59,4000	ns	10,5982	ns	0,60.10 <sup>-7</sup>	ns	0,2062	ns	2,9572	ns
Fatorial x adicionais	1	60,0000	ns	5,6370	ns	0,40.10 <sup>-7</sup>	ns	0,0000	ns	0,7788	ns
Adicional 1 x adicional 2	1	162,0000	*	38,5495	ns	2,45.10 <sup>-7</sup>	ns	0,0130	ns	7,2415	ns
Resíduo (b)	21	36,6857	40,0286	15,4352	1,15.10 <sup>-7</sup>	0,2734	2,9396	0,0587	0,0033	0,0046	ns
Coefficiente de variação (%)		6,2099	4,7125	3,9222	4,1380	13,2595	15,3712	11,4491	16,6285		2,7532

GL; ns; \*, \*\* = graus de liberdade; não significativo; significativo a 5% de probabilidade e a 1% de probabilidade, respectivamente

TABELA 9 – Média do tempo inicial ( $Ti$ ) (horas), tempo médio ( $\bar{t}$ ) (horas), velocidade média ( $\bar{v}$ ) ( $\text{horas}^{-1}$ ), velocidade de emergência ( $Ve$ ) (semente  $\text{hora}^{-1}$ ) e emergência (%) das sementes oriundas dos terços periférico, mediano e central dos capítulos de girassol, em função da proporção de vigor das sementes utilizadas na semeadura e do vigor da semente de origem, pelo teste de emergência em areia<sup>1</sup>

POSIÇÃO NO CAPÍTULO (TERÇOS)																	
VIGOR DA SEMENTE DE ORIGEM	PROPORÇÕES DE VIGOR (TRATAMENTOS)	Periférico					Mediano					Central					
		Ti	t̄	v̄	Ve	E	Ti	t̄	v̄	Ve	E	Ti	t̄	v̄	Ve	E	
Alto	3A:1B	93,00	114,74	0,0088	3,82	98,75	90,00	114,92	0,0087	3,81	99,75	a	84,00	113,45	0,0088	3,94	99,75
	2A:1B	93,00	118,27	0,0084	3,59	94,25	87,00	114,80	0,0087	3,54	97,50	b	87,00	114,56	0,0088	3,77	97,50
	1A:1B	93,00	115,50	0,0087	3,77	98,00	93,00	116,76	0,0086	3,69	97,75	b	93,00	112,82	0,0089	3,94	97,75
	1A:2B	93,00	113,34	0,0088	3,94	99,75	93,00	112,48	0,0089	3,94	98,00	a	84,00	108,12	0,0092	3,28	98,00
Baixo	1A:3B	93,00	113,60	0,0088	3,77	96,25	90,00	113,83	0,0088	3,83	100,00	a	93,00	112,97	0,0088	3,97	100,00
	3A:1B	93,00	112,74	0,0089	3,92	99,50	87,00	111,20	0,0090	3,97	99,50	a	87,00	112,51	0,0089	4,08	99,5
	2A:1B	93,00	118,25	0,0084	3,83	99,00	96,00	116,15	0,0086	3,85	100,00	a	87,00	111,70	0,0090	4,03	100,00
	1A:1B	87,00	112,82	0,0089	3,92	97,00	96,00	119,53	0,0084	3,38	99,00	a	90,00	112,13	0,0089	3,93	99,00
Alto (TA) Baixo(TA)	1A:2B	93,00	115,89	0,0086	3,81	99,50	93,00	115,20	0,0087	3,89	98,75	a	90,00	116,51	0,0086	3,73	97,00
	1A:3B	93,00	117,56	0,0085	3,70	96,75	90,00	112,84	0,0089	3,97	97,50	b	90,00	116,59	0,0086	3,85	98,25
	1A:1A	96,00	117,12	0,0086	3,83	99,00	93,00	114,79	0,0088	3,82	98,25	a	96,00	A 116,25	0,0086	3,89	97,75
	1B:1B	90,00	114,10	0,0088	3,75	97,50	93,00	113,28	0,0088	3,89	96,25	b	87,00	B 111,86	0,0090	3,81	96,25

<sup>1</sup> Médias seguidas por uma mesma letra minúscula na coluna não diferem significativamente pela comparação das médias dos tratamentos por contrastes ortogonais e pela comparação das médias dos tratamentos adicionais pelo teste de Tukey, ambas a 5% de probabilidade; letras minúsculas indicam comparação de médias entre todos os tratamentos (incluindo os tratamentos adicionais); letras maiúsculas indicam comparações somente entre os tratamentos adicionais  
TA = tratamento adicional

TABELA 10 – Média de incerteza (*I*) (bit), sincronia (*Z*) e coeficiente de variação do tempo (*CVt*) (%) das sementes oriundas dos terços periférico, mediano e central dos capítulos de girassol em função da proporção de vigor das sementes utilizadas na semeadura e do vigor da semente de origem pelo teste de emergência em areia<sup>1</sup>

POSIÇÃO NO CAPÍTULO (TERÇOS)												
VIGOR DAS SEMENTES DE ORIGEM	PROPORÇÕES DE VIGOR (TRATAMENTOS)	Periférico			Central			Central				
		I	Z	CVt	I	Z	CVt	I	Z	CVt		
Alto	3A:1B	1,82	a	0,3401	9,69	1,82	b	0,3425	9,83	1,85	10,34	
	2A:1B	1,84	a	0,3520	9,50	2,04	a	0,2866	11,42	2,03	11,64	
	1A:1B	1,78	a	0,3592	9,38	1,95	a	0,3256	10,77	1,95	11,45	
	1A:2B	1,81	a	0,3297	9,71	2,02	a	0,3508	9,55	1,68	9,61	
	1A:3B	1,85	a	0,3474	10,49	1,79	b	0,3436	9,57	1,85	10,54	
Baixo	3A:1B	1,79	a	0,3588	9,96	1,78	b	0,3560	10,22	1,80	9,73	
	2A:1B	1,48	b	0,4649	7,60	1,70	b	0,3826	8,81	1,84	10,41	
	1A:1B	1,73	a	0,3698	9,31	1,91	a	0,3256	10,00	1,89	10,56	
	1A:2B	1,81	a	0,3537	9,78	1,85	a	0,3564	10,14	2,07	11,51	
Alto (TA)	1A:3B	1,74	a	0,3879	9,05	1,73	b	0,3758	9,51	1,91	10,41	
Baixo (TA)	1A:1A	1,70	a	0,3884	A	8,76	1,81	b	0,3465	10,10	1,89	10,01
	1B:1B	1,94	a	0,3080	B	10,52	1,80	b	0,3500	9,80	2,03	11,91

<sup>1</sup> Médias seguidas por uma mesma letra minúscula na coluna não diferem significativamente pela comparação das médias dos tratamentos por contrastes ortogonais e pela comparação das médias dos tratamentos adicionais pelo teste de Tukey, ambas a 5% de probabilidade; letras minúsculas indicam comparação de médias entre todos os tratamentos (incluindo os tratamentos adicionais); letras maiúsculas indicam comparações somente entre os tratamentos adicionais

TA = tratamento adicional

TABELA 11 – Média, em horas, do tempo final de emergência das sementes oriundas dos terços periférico, mediano e central dos capítulos de girassol, em função da proporção de vigor das sementes utilizadas na semeadura e do vigor da semente de origem, pelo teste de emergência em areia<sup>1</sup>

PROPORÇÃO DE VIGOR	VIGOR DA SEMENTE DE ORIGEM		
	<b>Alto</b>		<b>Baixo</b>
	<i>Terço periférico</i>		
3A:1B	153		156
2A:1B	153		153
1A:1B	153		150
1A:2B	150		150
1A:3B	153		147
1A:1A	153		—
1B:1B	—		147
<i>Terço mediano</i>			
3A:1B	156		156
2A:1B	159		150
1A:1B	156		153
1A:2B	150		159
1A:3B	153		144
1A:1A	150		—
1B:1B	—		153
<i>Terço central</i>			
3A:1B	153	ab A	159 a A
2A:1B	162	a A	147 b B
1A:1B	156	ab A	147 b A
1A:2B	150	b A	159 a A
1A:3B	159	ab A	153 ab A
1A:1A	156	ab	—
1B:1B	—		156 ab

<sup>1</sup> Médias seguidas por letras minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas iguais indicam que não há diferença significativa entre os tratamentos pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.



TABELA 12 – Análise de variância do tempo inicial ( $T_i$ ), tempo final ( $T_f$ ), tempo médio ( $\bar{T}$ ), velocidade média ( $\bar{v}$ ), velocidade de emergência ( $I/e$ ), coeficiente de variação do tempo ( $CVT$ ), incerteza ( $I$ ), sincronia ( $Z$ ) e porcentagem de emergência (%) das sementes de girassol, em função da proporção de vigor das sementes utilizadas na semeadura e da posição das sementes no capítulo

CAUSAS DE VARIACÃO	GL	QUADRADOS MÉDIOS																	
		Ti		Tf	$\bar{t}$	$\bar{v}$	Ve	CVT	I	Z	E								
Blocos	3	65,3333	ns	$\bar{t}$ 673,0000	**	138,5837	*	$9,2 \cdot 10^{-7}$	*	0,2243	ns	17,7049	*	0,4764	**	0,0362	**	24,8958	*
Tratamentos (Ta)	11	62,9091	ns	115,9091	ns	29,8781	ns	$1,8 \cdot 10^{-7}$	ns	0,1022	ns	3,6569	ns	0,0722	ns	0,0061	ns	13,0827	ns
Resíduo (a)	33	48,6061		121,7273		35,2577		$2,2 \cdot 10^{-7}$		0,1514		4,9118		0,0798		0,0057		8,2191	
Parcelas	47	—		—		—		—		—		—		—		—		—	
Posição no capítulo (Tb)	2	121,0000	**	147,0000	*	51,6961	*	$2,8 \cdot 10^{-7}$	ns	0,0423	ns	15,7636	**	0,1862	**	0,0206	**	1,1736	ns
Interação (Ta x Tb)	22	34,8182	ns	37,9091	ns	15,2794	ns	$9,6 \cdot 10^{-8}$	ns	0,1219	ns	1,5155	ns	0,0374	*	0,0023	ns	5,2721	ns
Resíduo (b)	72	22,0000		37,6667		14,1858		$0,9 \cdot 10^{-7}$		0,1408		0,9598		0,0197		0,0016		8,2824	
Total	143	—		—		—		—		—		—		—		—		—	
Coefficiente de variação	CV <sub>1</sub> (%)	7,6754		7,1994		5,1894		5,3417		10,1906		22,0174		15,3332		21,9601		2,9182	
	CV <sub>2</sub> (%)	5,1638		4,0048		3,2917		3,4251		9,8257		9,7328		7,6137		11,8172		2,9294	

GL; ns; \*, \*\* = graus de liberdade; não significativo; significativo a 5% de probabilidade e a 1% de probabilidade, respectivamente.

TABELA 13 – Média do tempo inicial (horas), tempo final (horas), tempo médio (horas), coeficiente de variação do tempo (%) e sincronia das sementes de girassol, em função da posição das sementes no capítulo

POSICÃO NO CAPÍTULO	TEMPO INICIAL		TEMPO FINAL		TEMPO MÉDIO		COEFICIENTE DE VARIAÇÃO DO TEMPO		SINCRONIA	
Periférica	91,75	a	151,50	a	115,33	b	9,54	a	0,36	a
Mediana	91,75	a	153,25	ab	114,65	ab	9,98	a	0,34	a
Central	89,00	b	155,00	b	113,29	a	10,68	b	0,32	b

Na coluna, as médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

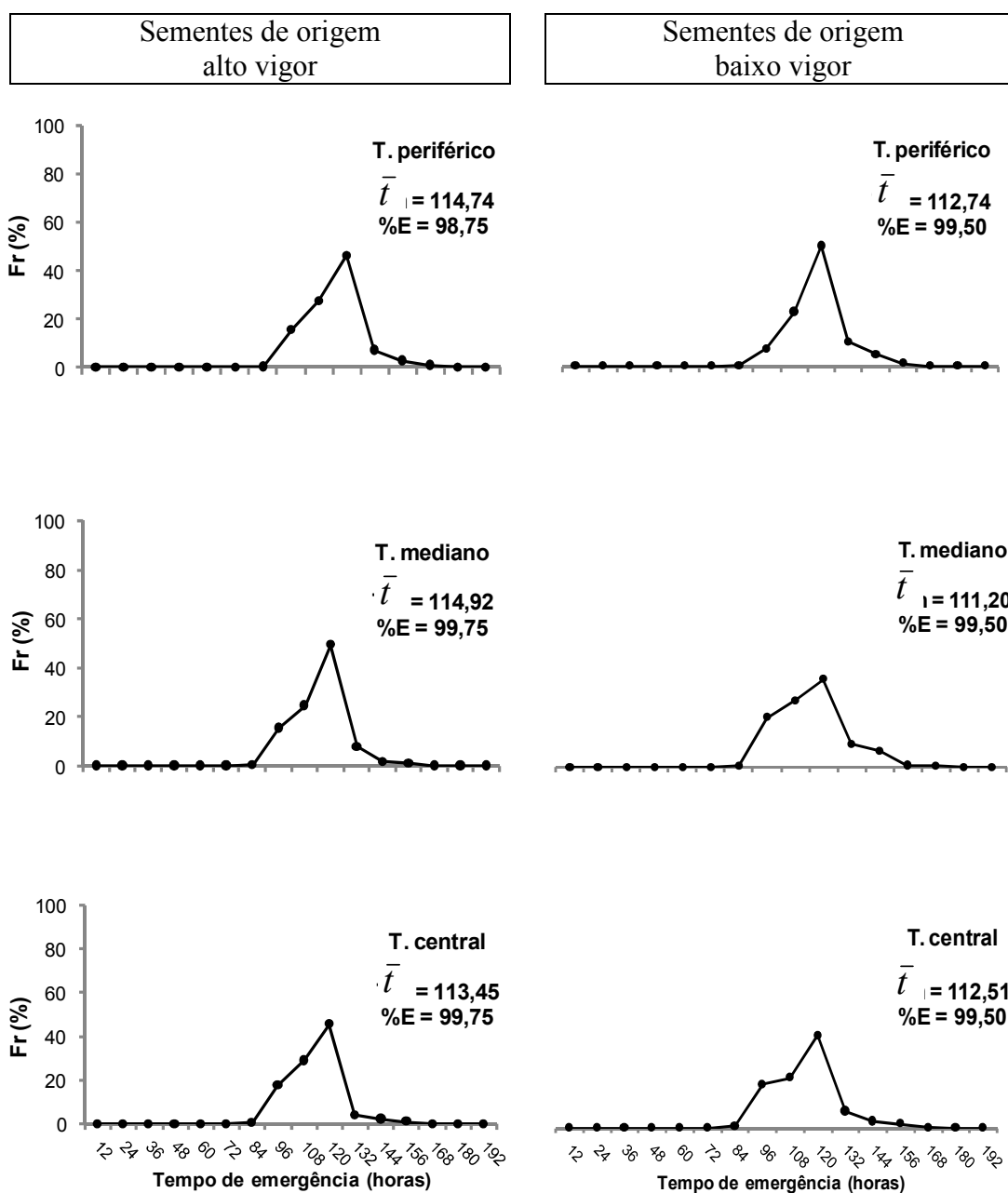


FIGURA 2 – Distribuição da frequência relativa de emergência de sementes de girassol do tratamento 3A:1B (três sementes de alto vigor seguidas por uma de baixo vigor na linha de semeadura) em substrato de areia (T. = terço do capítulo;  $\bar{t}$  = tempo médio de emergência e  $\%E$  = porcentagem de emergência)

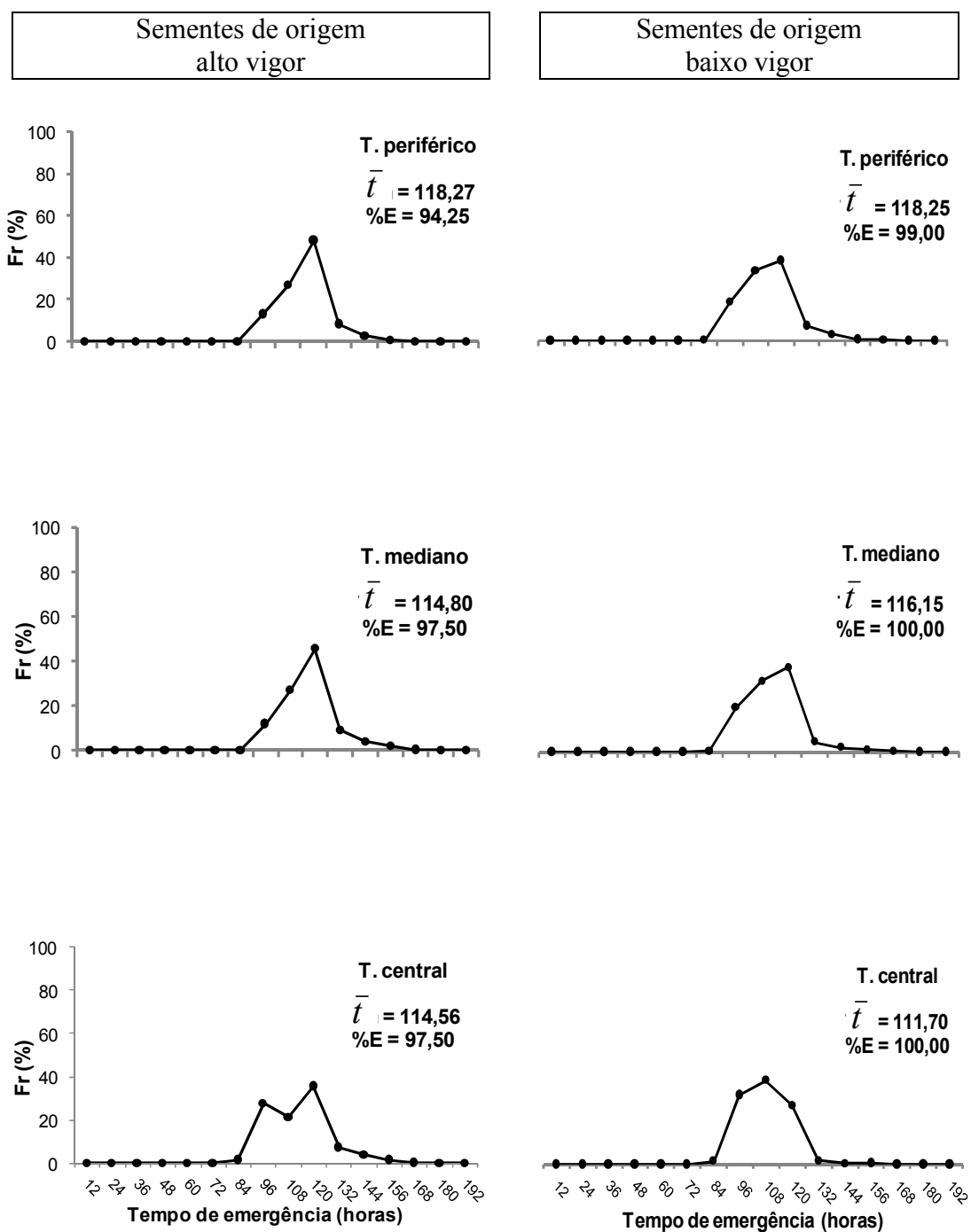


FIGURA 3 – Distribuição da frequência relativa de emergência de sementes de girassol do tratamento 2A:1B (duas sementes de alto vigor seguidas por uma de baixo vigor na linha de semeadura) em substrato de areia (T. = terço do capítulo;  $\bar{t}$  = tempo médio de emergência e  $\%E$  = porcentagem de emergência)

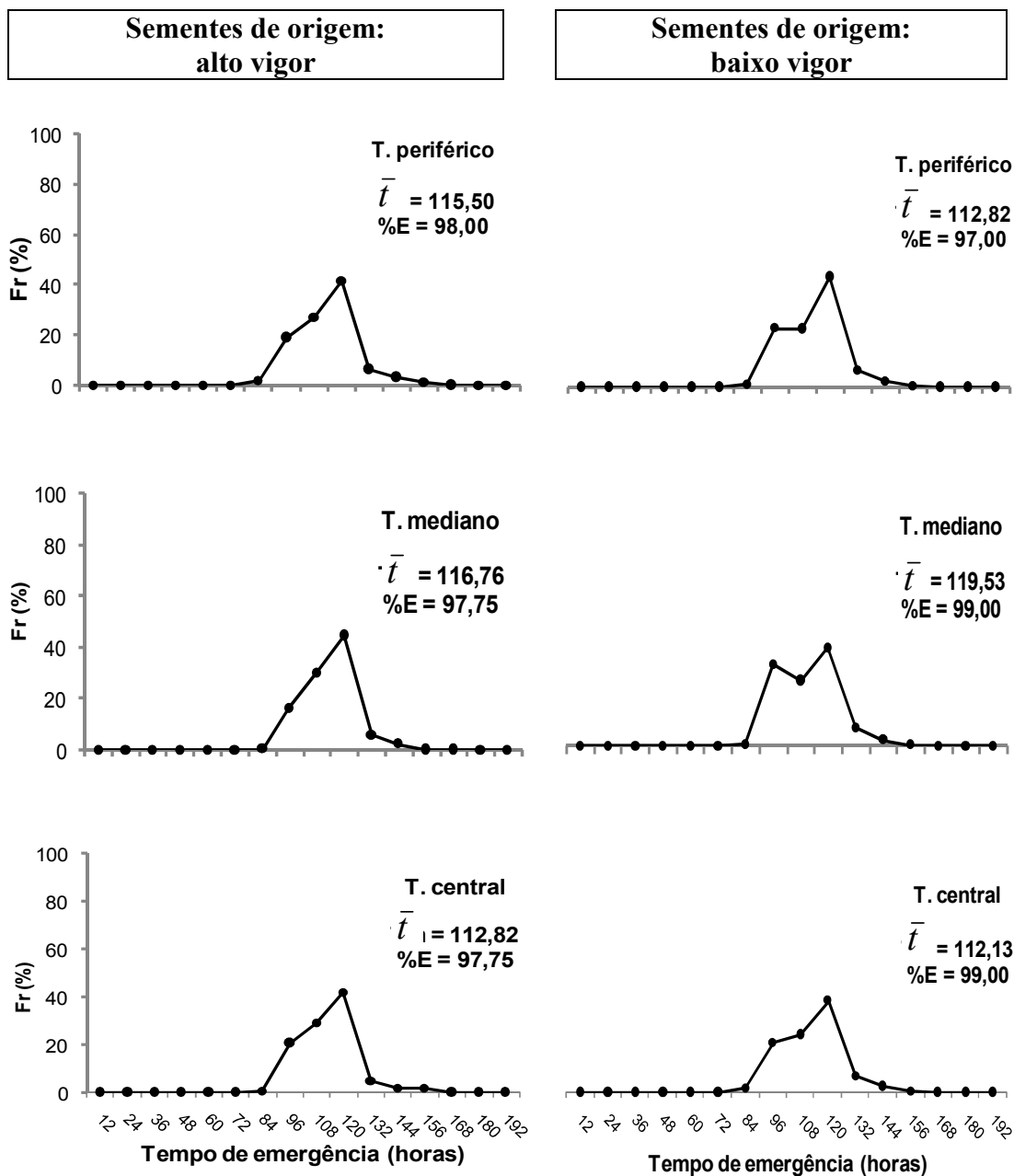


FIGURA 4 – Distribuição da frequência relativa de emergência de sementes de girassol do tratamento 1A:1B (uma semente de alto vigor seguida por uma de baixo vigor na linha de semeadura) em substrato de areia (T. = terço do capítulo;  $\bar{t}$  = tempo médio de emergência e %E = porcentagem de emergência)

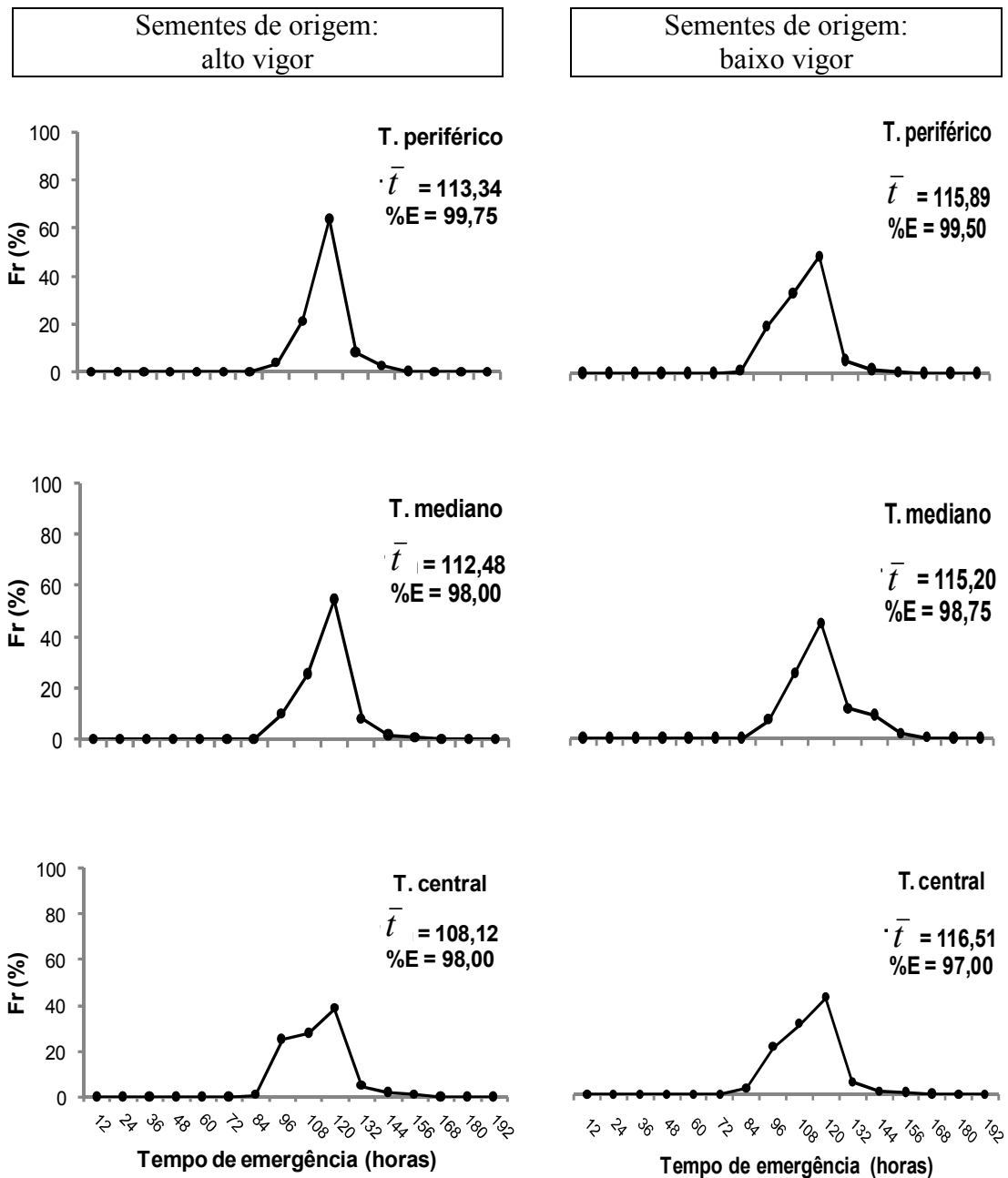


FIGURA 5 – Distribuição da frequência relativa de emergência de sementes de girassol do tratamento 1A:2B (uma semente de alto vigor seguida por duas de baixo vigor na linha de semeadura) em substrato de areia (T. = terço do capítulo;  $\bar{t}$  = tempo médio de emergência e  $\%E$  = porcentagem de emergência)

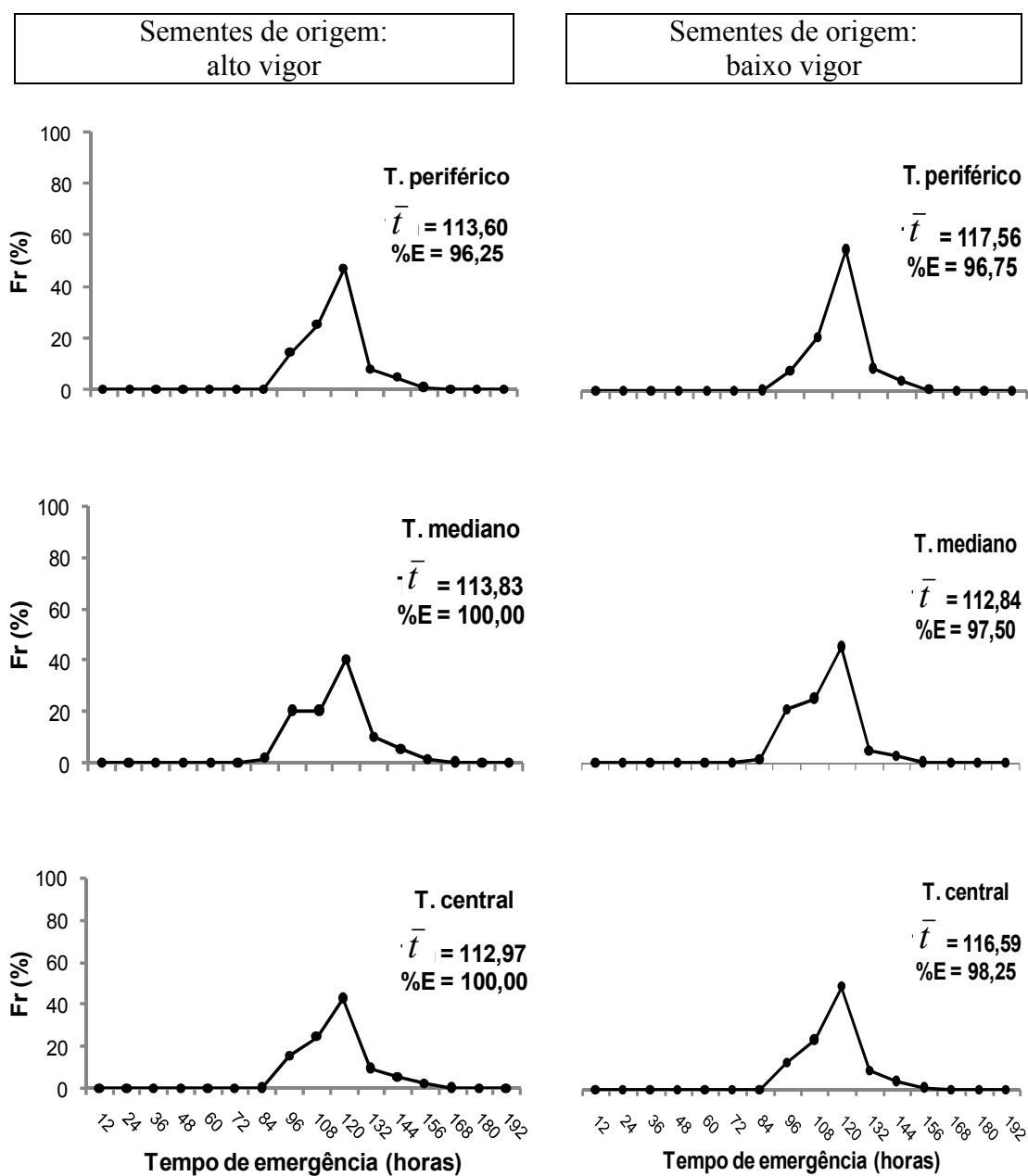


FIGURA 6 – Distribuição da frequência relativa de emergência de sementes de girassol do tratamento 1A:3B (uma semente de alto vigor seguida por três de baixo vigor na linha de semeadura) em substrato de areia (T. = terço do capítulo;  $\bar{t}$  tempo médio de emergência e  $\%E$  = porcentagem de emergência).

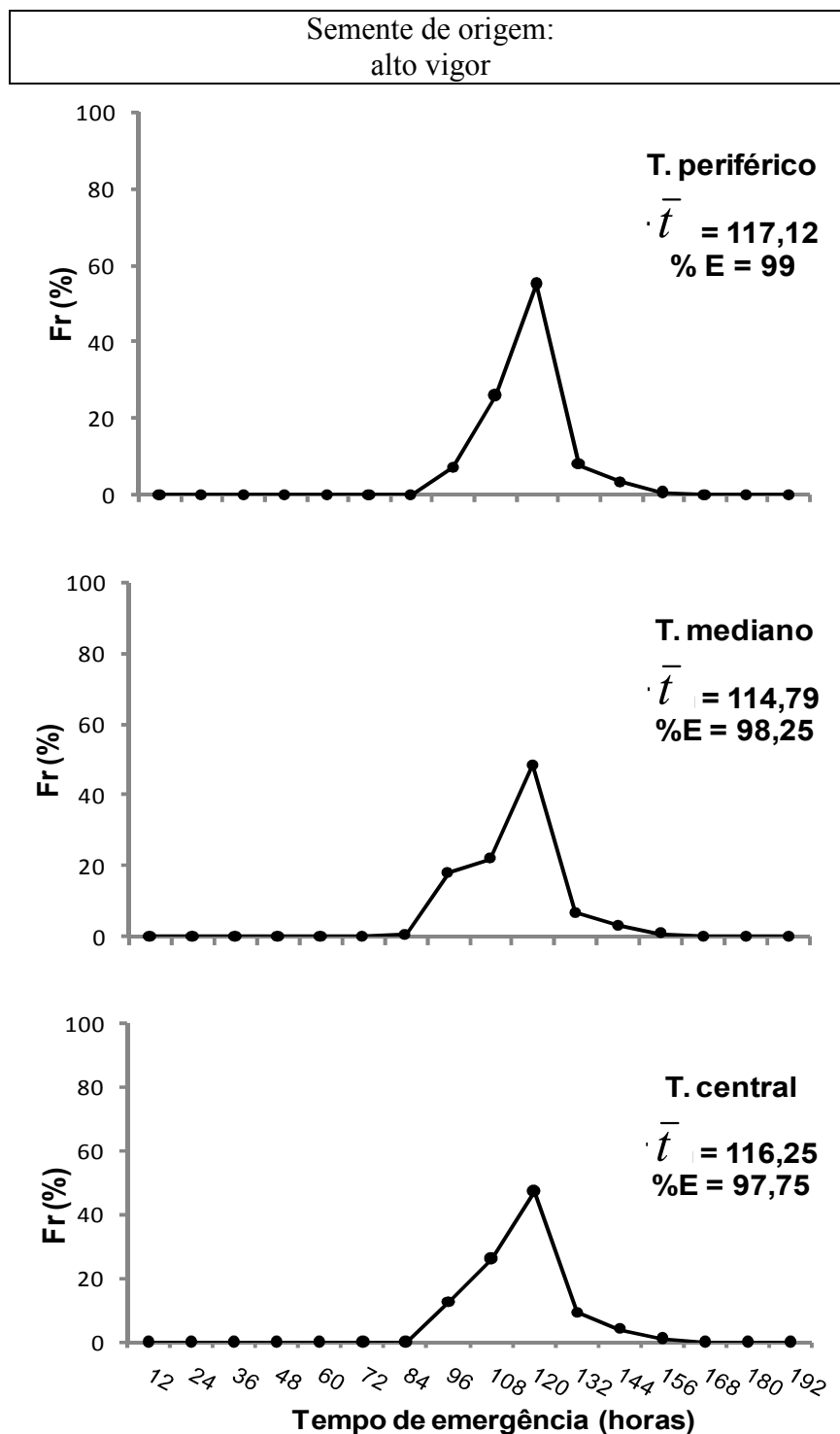


FIGURA 7 – Distribuição da frequência relativa de emergência de sementes de girassol do tratamento 1A:1A (todas as sementes de alto vigor na linha de semeadura) em substrato de areia (T. = terço do capítulo;  $\bar{t}$  = tempo médio de emergência e %E = porcentagem de emergência)

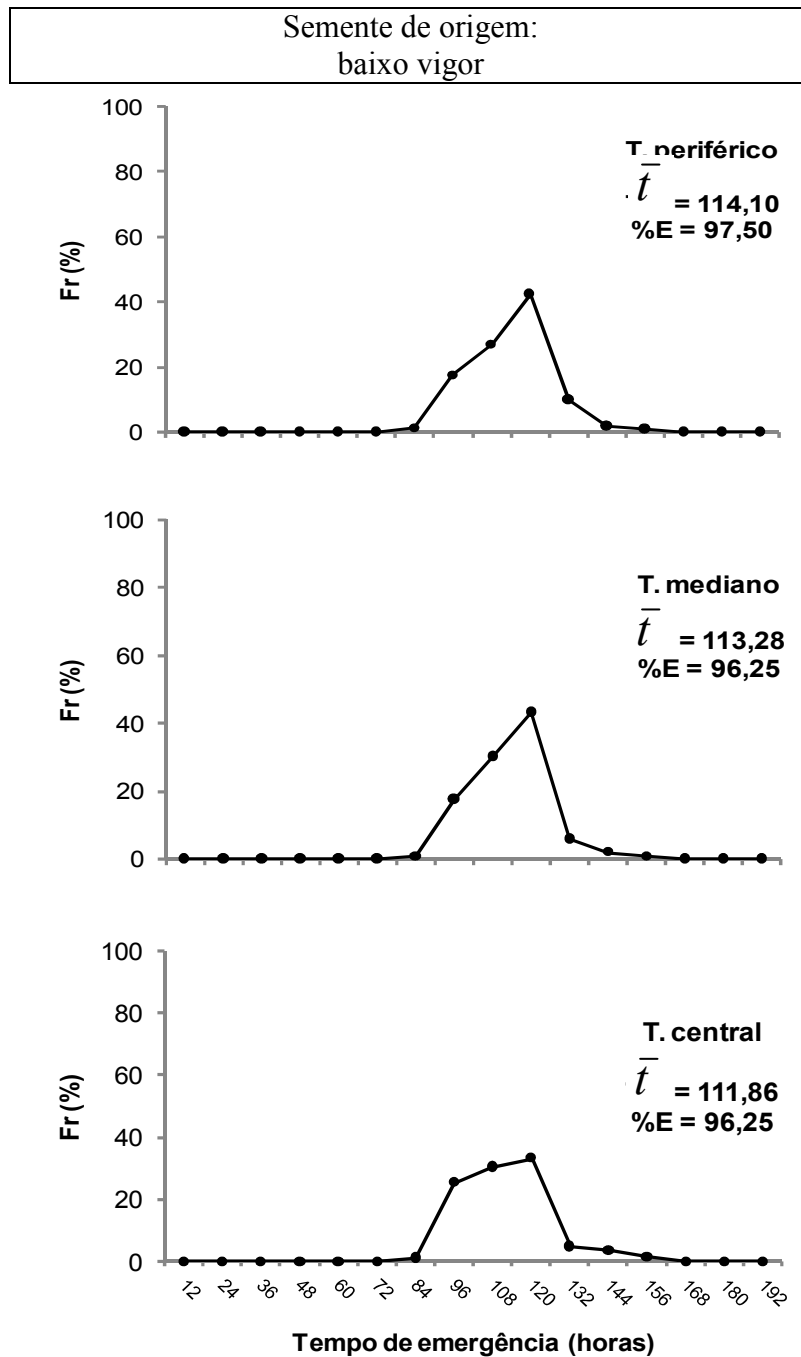


FIGURA 8 – Distribuição da frequência relativa de emergência de sementes de girassol do tratamento 1B:1B (todas as sementes de baixo vigor na linha de semeadura) em substrato de areia (T. = terço do capítulo;  $\bar{t}$  = tempo médio de emergência e %E = porcentagem de emergência)



TABELA 14 – Média em *bit* da incerteza de emergência de sementes de girassol em função da proporção de vigor das sementes utilizadas na semeadura e da posição das sementes no capítulo<sup>1</sup>

TRATAMENTOS		POSIÇÃO NO CAPÍTULO					
Vigor da semente de origem	Proporção de vigor	Periférica		Mediana		Central	
Alto	3A:1B	1,71	a A	1,81	a A	1,89	a A
	2A:1B	1,84	a A	2,04	a A	2,03	a A
	1A:1B	1,81	a AB	2,02	a B	1,68	a A
	1A:2B	1,79	a A	1,78	a A	1,80	a A
	1A:3B	1,73	a A	1,91	a A	1,89	a A
Baixo	3A:1B	1,82	a A	1,82	a A	1,85	a A
	2A:1B	1,78	a A	1,95	a A	2,03	a A
	1A:1B	1,85	a A	1,79	a A	1,85	a A
	1A:2B	1,48	a A	1,70	a AB	1,84	a B
	1A:3B	1,81	a A	1,85	a AB	2,07	a B
Tratamentos adicionais	1A:1A	1,94	a A	1,80	a A	2,03	a A
	1B:1B	1,74	a A	1,73	a A	1,91	a A

<sup>1</sup> Médias seguidas por letras minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas iguais indicam que não há diferença significativa entre os tratamentos pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

#### 4.1 Considerações gerais

Silveira et al. (2005) afirmam que sementes com alto teor de óleo têm mais problemas de germinação, sobretudo em temperaturas mais amenas de solo. Esse dado pode ser justificado pelo fato de que a via metabólica da catálise de lipídeos é mais lenta e mais complexa do que a via dos carboidratos, porque envolvendo a transformação de lipídeos em açúcares pela gliconeogênese.

Munshi, Kaushal e Bajaj (2003) indicam que a produção de grãos de girassol destinados a extração de óleo, em especial para consumo humano, requer sementes com alto conteúdo de óleo e baixa concentração de carboidratos. Quando se objetiva a produção de sementes, esses autores indicam a utilização de sementes maiores e com maiores quantidades de carboidratos para facilitar a germinação. Assim, para que haja homogeneidade de estande, é mais favorável o uso de sementes com alto conteúdo de carboidratos, que emergem com maior sincronia.

Dessa forma, as sementes do terço periférico que apresentaram os carboidratos como principal fonte de reserva energética, provavelmente, adquiriram energia para o

desenvolvimento do eixo embrionário de forma mais simples e homogênea entre as sementes. Portanto, no processo de produção de sementes, deve-se adequar um processo de seleção para descartar as sementes dos terços mediano e central, sobretudo as do terço central.

## 5 CONCLUSÕES

As plantas oriundas de sementes colocadas em maior proporção na linha, independentemente do vigor, têm maior competitividade.

Maior teor de carboidratos e peso de mil sementes foram observados no terço periférico, ao passo que o maior teor de proteína e de lipídeos foi obtido das sementes do terço central.

Embora apresentem maior tempo inicial de emergência em areia, as sementes do terço periférico do capítulo de girassol apresentam menor tempo final e menor coeficiente de variação do tempo, tendo maior homogeneidade e sincronia de emergência. As sementes do terço central, em contrapartida, apresentam menor homogeneidade e menor sincronia de emergência, sendo mais distribuídas no tempo.

## 6 REFERÊNCIAS

- AGRIANUAL. **Anuário da Agricultura Brasileira**. São Paulo: FNP, 2010.
- ALBUQUERQUE, M. C. F.; CARVALHO, N. M. Effects of the environmental stress on the emergence of sunflower (*Helianthus annuus* L.), soybean (*Glycine max* L. Merrill) and maize (*Zea mays* L.) seeds with different levels of vigor. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 31, p. 465–79, 2003.
- BRASIL. Ministério da Saúde. **Farmacopeia Brasileira**. 4. ed., São Paulo: Atheneu, 1988.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: 2009.
- 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/pdf/cr/v39n7/a271cr1300.pdf>>. Acesso em: 20 maio 2010.
- BRUNES, R. R. **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. 41 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia) — Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia.
- CARRÃO-PANIZZI, M. C.; MANDARINO, J. M. G. Produtos protéicos do girassol. In: LEITE, R. M. V. B. C.; BRIGHENTI, A. M.; CASTRO, C. (Ed.) **Girassol do Brasil**. Londrina: Embrapa Soja, 2005, p. 51–68.
- CARVALHO, N. M.; TOLEDO, F. F. Relationships between available space for plant development and seed vigour in peanut (*Arachis hypogaea*) plant performance. **Seed Science and Technology**, Zürich, v. 6, n. 4, p. 907–1.110, 1978.
- CASTRO, C.; FARIAS, J. R. B. Ecofisiologia do girassol. In: LEITE, R. M. V. B. C.; BRIGHENTI, A. M.; CASTRO, C. (Ed.) **Girassol do Brasil**. Londrina: Embrapa Soja, 2005, p. 163–218.
- CERVIERI FILHO, E. **Desempenho de plantas oriundas de sementes de alto e baixo vigor dentro de uma população de soja**. 2005. 42 f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Sementes) — Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade de Pelotas, Pelotas, 2005.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA/EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Soja. **Girassol**. Londrina, 2010. Disponível em: <[http://www.cnpso.embrapa.br/index.php?op\\_page=55&cod\\_pai=39](http://www.cnpso.embrapa.br/index.php?op_page=55&cod_pai=39)>. Acesso em: 20 out. 2010.

GUPTA, R.; SHARMA, S.; MUNSHI, S. K. Physical characteristics and biochemical composition of seed influenced by their position in different whorls of sunflower head-effect of storage. **Helia**, Novi Sad, v. 32, n. 50, p. 135–44, 2009.

HOPKINS, C. Y.; CHISHOLM, M. J. Development of oil in the seed of *Helianthus annuus* L. **Canadian journal of biochemistry and physiology**, Ottawa, v. 39, p. 1.481–7, 1961.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz**: métodos químicos e físicos para análise de alimentos. 3. ed. São Paulo: 1985. 533 p.

LOCHER, R.; BUCHELI, P. Comparison of soluble sugar degradation in soybean seed under simulated tropical storage conditions. **Crop Science**, Madison, v. 38, n. 5, p. 1.229–235, 1998.

MAEDA, J. A.; UNGARO, M. R. G.; DO LAGO, A. A.; RAZERA, L. F. Estádio de maturação e qualidade de sementes de girassol. **Bragantia**, Campinas, v. 46, n. 1, p. 35–44, 1987.

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

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

MATTHES, L. A. F.; UNGARO, M. R. G. Influência da localização da semente na porcentagem de óleo e no teor de umidade em capítulos de girassol. **Bragantia**, Campinas, v. 42, p. 239–44, 1983.

MUNSHI, S.K.; KAUSHAL, B.; BAJAJ, R.K. Compositional changes in seeds influenced by their positions in different whorls of mature sunflower head. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, Londres, v. 83, p. 1.622–6, 2003.

O'BRIEN, R. D. **Fat and oils**: formulating and processing for applications. 3. ed. Boca Raton: CRC Press, 2009. 744 p.

RADIC, V.; VUJAKOVIC, M.; MARJANOVIC-JEROMELA, A.; MRDA, J.; MIKLIC, V.; DUSANIC, N.; BALALIC, I. Interdependence of sunflower seed quality parameters. **Helia**, Novi Sad, v. 32, n. 50, p. 157–64, 2009.

RANAL, M. A.; SANTANA, D. G. How and why to measure the germination process? **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 29, n. 1, p. 1–11, 2006.

REUZEAU, C.; GOFFNER, D.; CAVALIÉ, G. Relation between protein composition and germination capacity of sunflower seed. **Seed Science Research**, Cambridge, v. 2, p. 223–30, 1992.

- ROBERTSON, J. A.; CHAPMAN, G. W.; WILSON, R. L. Relation of days after flowering to chemical composition and physiological maturity of sunflower seed. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, Champaign, v. 55, n. 2, p. 266–9, 1978.
- SANDHU, S.; SHARMA, S.; MUNSHI, S.K. Metabolic changes in fast and slow germinating sunflower (*Helianthus annuus* L.) seeds. **Indian Journal of Agricultural Biochemistry**, Kanpur, v. 19, p. 15–8, 2006.
- SANTANA, D. G.; RANAL, M. A. **Análise da germinação**: um enfoque estatístico. Brasília: ed. UnB, 2004. 247 p.
- SCHEEREN, B. **Vigor de sementes de soja e produtividade**. 2002. 45 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) — Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, 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. 127 f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Sementes) — Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 1999.
- SHIMADA, T. L.; HARA-NISHIMURA, I. Intracellular lipid droplet-associated proteins: unique members and their biological functions. Oil-body-membrane proteins and their physiological functions in plants. **Biological & Pharmaceutical Bulletin**, Tokyo, v. 33, n. 3, p. 360–3, 2010.
- SILVEIRA, J. M.; CASTRO, C.; MESQUITA, C. M.; PORTUGAL, F. A. F. Semeadura e manejo da cultura de girassol. In: LEITE, R. M. V. B. C.; BRIGHENTI, A. M.; CASTRO, C. (Ed.) **Girassol do Brasil**. Londrina: Embrapa Soja, 2005, p. 376–409.
- SLACK, C. R.; BROWSE, J. A. Synthesis of storage lipids in developing seed. In: MURRAY, D. R. (Ed.) **Seed Physiology**, Nova York: Academic Press, v. 1, p. 209–43, 1984.
- TAVOLJANSKIY, N. P.; CHIRYAEV, P. V.; SCHERSTYUK, S. V.; ALTINNIKOVA, V. I.; TIKHOMIROV, V. T. Development of original material for sunflower breeding for seed characteristics, oil and protein quality in the conditions of central-chernozem. **Helia**, Novi Sad, v. 27, n. 40, p. 117–22, 2004.
- TEKRONY, D. M.; EGLI, D. B. Relationship of seed vigor to crop yield: a review. **Crop Science**, Madison, v. 31, p. 816–22, 1991.
- WILSON JÚNIOR, D. O.; MCDONALD JÚNIOR, M. B. The lipid peroxidation model of seed ageing. **Seed science and technology**, Zurich, v. 14, n. 2, p. 269–300, 1986.
- ZIMMERMAN, D.C.; FICK, G. N. Fatty acid composition of sunflower (*Helianthus annuus* L.) oil as influenced by seed position. **Journal of The American Oil Chemists' Society**, Champaign, v. 50, p. 273–5, 1973.