



Períodos de interferência das plantas daninhas na cultura do girassol em Rondônia

Gibran da S. Alves¹, Francilene de L. Tartaglia¹, Jhonatas C. Rosa³,
Pâmela C. de Lima¹, Gleibson D. Cardoso³ & Napoleão E. de M. Beltrão³

RESUMO

Objetivou-se, neste trabalho, determinar os períodos de interferência das plantas daninhas na cultura do girassol e seus efeitos sobre o diâmetro do capítulo, teor de óleo, rendimento de óleo e produtividade. Adotou-se o delineamento experimental de blocos ao acaso com três repetições. Os tratamentos foram distribuídos em esquema fatorial $2 \times 2 \times 5$, sendo os fatores: cultivares (Embrapa 122 e Hélio 358), modalidade de competição (na presença e na ausência de plantas daninhas) e períodos de convivência ou controle das plantas daninhas da emergência aos 15, 30, 45, 60 e 110 dias. As variáveis mensuradas foram diâmetro de capítulo, teor de óleo, rendimento de óleo e produtividade. As plantas daninhas interferem negativamente no diâmetro do capítulo, produtividade e rendimento de óleo, mas o convívio com as mesmas aumentou o teor de óleo das sementes, além de reduzir em 76,83 e 92,68% a produtividade dos cultivares Embrapa 122 e Hélio 358, respectivamente. Admitindo-se uma perda de 10% na produtividade, o período anterior à interferência (PAI), o período total de prevenção a interferência (PTPI) e o período crítico de prevenção e interferência (PCPI) para a cultivar Embrapa 122 foram de 16; 37 e 21 dias, respectivamente. Para o híbrido Hélio 358 o PAI, o PTPI e o PCPI foram de 24; 43 e 19 dias, respectivamente.

Palavras-chave: *Helianthus annuus* L., competição interespecífica, modelo sigmoidal de Boltzmann

Periods of weed interference in sunflower crop in Rondônia

ABSTRACT

The objective of this study was to determine the periods of weed interference in sunflower cultivation, and its effects on the head diameter, oil content, oil yield and its productivity. The experimental design was in the randomized blocks with three replications. The treatments were arranged in a factorial $2 \times 2 \times 5$, with the following factors: cultivar (Embrapa 122 and Hélio 358), modality of competition (in the presence and absence of weeds) and periods of coexistence and control of weed from the emergence until the 15, 30, 45, 60 and 110 days. The measured variables were head diameter, oil content, oil yield and productivity. Weeds interfere negatively in the head diameter, in the productivity, and in the yield of oil, but the coexistence with the weeds increases the oil content of seeds, as well as reduces in 76.83 and 92.68% the productivity of cultivars Embrapa 122 and Hélio 358, respectively. Assuming a 10% loss in productivity, the PAI, PTPI and the critical period of prevention and interference (PCPI) for the cultivar Embrapa 122 were 16, 37 and 21 days, respectively. For the hybrid Hélio 358 the period before interference (PAI), the PTPI and the PCPI were 24, 43 and 19 days, respectively.

Key words: *Helianthus annuus* L., interspecific competition, model Boltzmann sigmoidal

¹ UNIPAMPA - Campus Itaqui, Rua Luiz Joaquim de Sá Britto, s/n, Bairro Promorar, CEP 97650-000, Itaqui, RS. Fone: (55) 8138-7089. E-mail: gibranalves@yahoo.com.br; fran.tartaglia@yahoo.com.br; carvalho_pcl@yahoo.com.br

² CEULJI/ULBRA, Av. Eng.º. Manfredo Barata Almeida da Fonseca, 762, Bairro Jardim Aurélio Bernardi, CEP 76907-438, Ji-Paraná, RO. Fone: (69) 8478-4753. E-mail: jhonatas cortes@hotmail.com

³ Embrapa Algodão, CEP 58428-095, Campina Grande, PB. E-mail: gleibson@cnpa.embrapa.br; napoleão.beltral@gmail.com

INTRODUÇÃO

O girassol (*Helianthus annuus* L.) se destaca como a quinta oleaginosa em produção de grãos e a quarta em produção de óleo no mundo (USDA, 2008). A produção de girassol no Brasil ocupa uma área de aproximadamente de 55.200 ha concentrando-se sobretudo na região Centro-Oeste (CONAB, 2011).

A cultura do girassol vem despertando o interesse dos produtores devido à alta qualidade de seu óleo, que é rico em ácidos graxos poli-insaturados (Reda & Carneiro, 2007) e do alto teor de óleo de suas sementes. Com a introdução do biodiesel na matriz energética do país a demanda por óleos vegetais vem aumentando e, neste sentido, a cultura se torna uma opção rentável podendo ser produzida por pequenos e grandes produtores, atingindo elevado rendimento de óleo.

Tal como outras culturas, o girassol pode ter sua produtividade e qualidade reduzidas por pragas, doenças e plantas daninhas. As plantas daninhas são responsáveis por grandes perdas no rendimento de grãos. No girassol a magnitude dos danos à produtividade devido à falta de controle chega a valores de 23 e 70% de perdas de rendimento (Leite et al., 2007)

As plantas daninhas na cultura do girassol provocam prejuízos em virtude da competição por luz, água e nutrientes do solo. Esses prejuízos provocam redução na produção de grãos influenciando também a qualidade do produto colhido, aumentando os custos operacionais da colheita e o processamento dos grãos (Pitelli, 1987).

A intensidade da interferência da comunidade infestante sobre o crescimento de plantas de girassol pode ser medida pelos efeitos negativos sobre a produtividade da cultura podendo apresentar valores variáveis, pois dependem de fatores ligados à cultura, à comunidade infestante e ao ambiente (Pitelli, 1987). Um dos fatores que alteram o balanço de interferência entre a cultura e a comunidade infestante se destaca o período em que a comunidade infestante e as plantas cultivadas convivem no ambiente comum (Silva & Durigan, 2009).

Para se determinar os períodos de convivência tolerados entre plantas daninhas e a cultura do girassol, estudam-se os períodos críticos de interferência (Kuva et al., 2003; Silva & Durigan, 2009; Cardoso et al., 2010; Borchardt et al., 2011). Os estudos desses períodos determinam o momento adequado para se realizar o controle das plantas daninhas.

Diante o exposto objetivou-se avaliar os efeitos dos períodos de convivência e de controle de plantas daninhas sobre o diâmetro do capítulo, teor e rendimento de óleo, produtividade de dois cultivares de girassol (Embrapa 122 e Hélio 358) e determinar os períodos de interferência das plantas daninhas nesses cultivares.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na área experimental da Universidade Luterana do Brasil, no município de Ji-Paraná, Rondônia, sob as coordenadas geográficas 10° 52' 53" de latitude sul e 61° 30' 45" longitude oeste com altitude média de 159 m, realizado entre os meses junho a outubro de 2010.

O clima da região, segundo a classificação climática de Köppen, é do tipo Aw, com uma estação relativamente seca

nos meses de junho a agosto (Bezerra et al., 2010). Durante a condução do experimento a precipitação acumulada foi de 49,1 mm, com temperatura média de 26 °C (SEDAM, 2012).

O preparo do solo adotado foi o convencional, com uma aração e duas gradagens, a fim de remover os impedimentos físicos ao desenvolvimento das raízes e nivelá-lo.

A área experimental apresenta solo pertencente à classe dos Cambissolos húmicos, com horizonte superficial espesso e de coloração escura. Antes da semeadura foram coletadas amostras de solo na profundidade de 0-20 cm e caracterizadas de acordo com a metodologia da EMBRAPA (1997): pH (H₂O) = 5,6; P = 3,1 mg dm⁻³; M.O. = 1,7 dag kg; K = 0,13 cmol_c dm⁻³; Ca = 1,0 cmol_c dm⁻³; Mg = 0,3 cmol_c dm⁻³; H + Al = 4,3 cmol_c dm⁻³; SB = 1,4 cmol_c dm⁻³; CTC = 5,7 cmol_c dm⁻³ e V = 24,6%.

Realizou-se a correção do solo com a aplicação de 3,98 t ha⁻¹ de calcário (PRNT de 65%) determinado pelo método da saturação por bases.

A adubação de semeadura foi efetuada aplicando-se 20-70-50 kg ha⁻¹ de nitrogênio (N), fósforo (P₂O₅) e potássio (K₂O) nas formas de ureia, superfosfato triplo e cloreto de potássio, respectivamente. A adubação de cobertura foi realizada aos 45 dias após a emergência da cultura, aplicando-se 40 kg ha⁻¹ de N na forma de ureia. Com auxílio de um pulverizador costal foi realizada uma única aplicação com solução de ácido bórico oriundo de H₃BO₃ com 17,48% de boro na quantidade de 1 kg ha⁻¹ de boro.

Utilizou-se o sistema de irrigação por aspersão em linha em que o controle da lâmina foi obtido em testes no campo a partir dos resultados da precipitação dos aspersores representativos nas faixas em estudo. A lâmina utilizada foi a de 626,4 mm, conforme proposta por Acosta (2009).

A comunidade infestante foi constituída de: *Aeschynomene denticulata* Rudd (angiquinho), *Alternanthera philoxeroides* (Mart.) Griseb. (erva de jacaré), *Alternanthera tenella* Colla (apaga fogo), *Axonopus leptostachyus* (Flueg.) Hitchc. (capim duro), *Brachiaria brizantha* (Hochst. ex. A. Rich.) Stapf (brizantha), *Brachiaria decumbens* Stapf. Prain. (braquiária), *Cenchrus echinatus* L. (capim carrapicho), *Chamaesyce prostrata* (Aiton) Small (quebra pedra rasteira), *Cleome affinis* DC. (mussambê), *Commelina benghalensis* L. (trapoeraba), *Cynodon plectostachyus* (K.schum.) Pilg. (capim estrela), *Cyperus iria* L. (tiririca), *Cyperus rotundus* L. (tiririca), *Desmodium barbatum* (L.) Benth. (barbadinho), *Digitaria sanguinalis* (L.) Scop. (capim colchão), *Eleusine indica* (L.) Gaertn. (capim pé de galinha), *Emilia coccinea* (Sims) F. Don (pincel), *Emilia sonchifolia* (L.) DC. (algodão de preá), *Eragrostis pilosa* (L.) P. Beauv. (Capim panasco), *Euphorbia heterophylla* L. (amendoim bravo), *Indigofera hirsuta* L. (anileira), *Melampodium divaricatum* (estrelinha, flor amarela), *Physalis angulata* L. (bucho-de-rã), *Ricinus communis* L. (mamona), *Rottboelia exaltata* L. f. (capim camalote), *Setaria geniculata* P. Beauv. (capim rabo de raposa), *Sida spinosa* L. (guanxuma), *Solanum palinacanthum* Dunal (joá bravo), *Spigelia anthelmia* L. (lombrigueira), *Talinum paniculatum* (Jacq) Gaertn. (maria gorda), *Urena lobata* L. (guaxima rocha), *Waltheria indica* L. (malva veludo). As espécies de maior ocorrência durante a condução do experimento foram a *Brachiaria brizantha* e a *Brachiaria decumbens*.

Foi adotado o delineamento experimental de blocos ao acaso, com três repetições em esquema fatorial 2 x 2 x 5, sendo os fatores: cultivares (Embrapa 122 e Hélio 358), modalidades de competição (na presença e na ausência de plantas daninhas) e períodos de convivência e controle das plantas daninhas, totalizando 60 unidades experimentais. Esses períodos constaram de dois grupos, ou seja, no primeiro grupo a cultura, a partir da sua emergência, permaneceu livre de competição com plantas daninhas durante determinados períodos: 0-15; 0-30; 0-45; 0-60 e 0-110 (até a colheita) dias, enquanto no segundo grupo a cultura, a partir de sua emergência, permaneceu em competição com a comunidade infestante durante os mesmos períodos mencionados anteriormente. Cada unidade experimental continha 5 fileiras de plantas espaçadas 1 m entre linhas e 0,5 m entre plantas. A área total do experimento foi de 0,204 ha e a área útil, considerando-se apenas duas linhas de avaliação, foi de 0,036 ha.

A remoção das plantas daninhas ao final de cada período de convivência inicial, bem como a manutenção dessas parcelas livre da presença delas, foram realizadas mediante capina manual. Os períodos crescentes de controle também foram obtidos com operações de capina manual que eram interrompidas à medida em que se atingia o final de cada período.

A colheita foi realizada manualmente no início do mês de outubro, colhendo-se os capítulos na área útil de cada parcela. A debulha e a separação de impurezas ocorreram de forma manual, separando-se as impurezas através de abanação por meio de peneiras.

O diâmetro dos capítulos foi obtido medindo-se a parte interna da inflorescência de todos os capítulos colhidos através de uma trena milimetrada. A produtividade foi quantificada pelo peso total dos aquênios produzidos na área útil de cada parcela, posteriormente extrapolados para kg ha⁻¹.

A determinação do teor de óleo das sementes foi realizada através do método de espectroscopia por Ressonância Magnética Nuclear (RMN) método que se baseia na propriedade que tem os núcleos atômicos de absorver energia quando oscilam excitados em um campo magnético (Paz, 1996). O rendimento de óleo em kg ha⁻¹ foi estimado pela fórmula: produtividade da cultura x teor de óleo/100.

Os dados obtidos para diâmetro de capítulo, teor e rendimento de óleo foram submetidos à análise de variância quando verificado efeito significativo estes foram submetidos à análise de regressão polinomial. Para auxiliar na escolha do modelo consideraram-se os valores do coeficiente de determinação (R²) associado a cada modelo de regressão utilizando-se o programa SISVAR.

Para a determinação dos períodos de interferência realizou-se a análise de regressão do modelo sigmoidal de Boltzmann utilizando-se os dados de produtividade separadamente, dentro de cada modalidade de competição, tolerando perdas máximas de produção de 2, 5 e 10% em relação à obtida nas parcelas mantidas no limpo durante todo o ciclo (Kuva et al., 2003):

$$Y = \frac{(A_1 - A_2)}{1 + e^{-\frac{(X - X_0)}{dx}}} + A_2 \quad (1)$$

em que:

Y - produtividade do girassol, em kg ha⁻¹, obtida conforme os períodos de controle ou de convivência

X - limite superior do período de controle ou de convivência, dias

A₁ - produtividade máxima, kg ha⁻¹, obtida nas parcelas mantidas no limpo durante todo o ciclo

A₂ - produtividade mínima, kg ha⁻¹, obtida nas parcelas mantidas na presença de plantas daninhas durante todo o ciclo

A₁ - A₂ - perda de produtividade, kg ha⁻¹

X₀ - limite superior do período de controle ou de convivência, que corresponde ao valor intermediário entre a produtividade máxima e a mínima

dx - parâmetro que indica a velocidade de perda ou ganho de produtividade (tangente no valor X₀).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O diâmetro de capítulo, teor de óleo e rendimento de óleo foram significativamente influenciados pelas cultivares e pela interação de períodos x modalidade de competição. Os períodos (de convivência e de controle) influenciaram o diâmetro de capítulo e o teor de óleo, mas não exerceram influência sobre o rendimento de óleo. A modalidade de competição (na presença ou na ausência de plantas daninhas) influenciou o diâmetro de capítulo e o rendimento de óleo, mas não exerceu influência sobre o teor de óleo. As interações de cultivar x períodos, cultivar x modalidade de competição e cultivar x períodos x modalidade de competição não influenciaram nenhuma das variáveis estudadas.

Tabela 1. Valores do quadrado médio (QM) e níveis de significância relativos ao diâmetro de capítulo (DC), teor de óleo das sementes (TO) e rendimento de óleo (RO) de dois cultivares de girassol

Fontes de variação	GL	Quadrado médio		
		DC	TO	RO
Cultivar (CT)	1	135,12**	97,12**	807144,25**
Períodos (P)	4	211,65**	19,02*	95067,65 ^{ns}
Modalidade de competição (MC)	1	450,26**	0,66 ^{ns}	2412676,69**
Bloco	2	202,72**	3,91 ^{ns}	63426,38 ^{ns}
CT x P	4	36,82 ^{ns}	6,33 ^{ns}	17125,25 ^{ns}
CT x MC	1	11,02 ^{ns}	4,23 ^{ns}	9575,30 ^{ns}
P x MC	4	781,01**	27,53**	614260,47**
CT x P x MC	4	23,47 ^{ns}	2,56 ^{ns}	29878,79 ^{ns}
Erro	38	286,12	5,54	38795,68
Total	59	-	-	-
CV %	-	14,48	7,02	27,62

** , * e ^{ns}, significativo a 0,01, 0,05 e ^{ns} - não significativo respectivamente, pelo teste F

Os cultivares estudados apresentaram comportamentos distintos quando submetidas aos mesmos tratamentos, sendo que a cultivar Embrapa 122 apresentou maior diâmetro de capítulo, teor e rendimento de óleo nas sementes (Tabela 2). Essa superioridade da Embrapa 122 pode ser, possivelmente, por apresentar maior rusticidade, adaptando-se melhor as condições edafoclimáticas.

Os capítulos apresentaram valores médios semelhantes aos obtidos por outros autores, mas foram superiores aos

Tabela 2. Diâmetro de capítulo (DC), teor de óleo (TO) e rendimento de óleo (RO) em função das diferentes cultivares

Cultivar	Variáveis		
	DC (cm)	TO (%)	RO (kg ha ⁻¹)
Embrapa 122	20,45 a	34,82 a	829,19 a
Hélio 358	17,45 b	32,28 b	597,22 b

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de probabilidade

encontrados por Silva et al. (2009), que trabalhando com híbridos de girassol em competição intraespecífica, as plantas de girassol atingiram um diâmetro médio de capítulo de 11,8 cm.

O diâmetro de capítulo é uma característica importante no momento da escolha de uma cultivar, pois existe um efeito positivo e direto entre o diâmetro do capítulo e a produtividade fazendo com que os genótipos com maiores produtividades de grãos possam ser obtidos a partir da seleção para maior diâmetro de capítulo (Farhatullah & Khalil, 2006; Amorim et al., 2008; Patil, 2011).

O rendimento de óleo é uma variável influenciada pela produtividade e pelo teor de óleo nas sementes. Neste ensaio foram obtidos baixos valores para rendimento de óleo, apesar de a planta ter atingido alta produtividade, o que pode ter ocorrido pelo fato das sementes terem apresentado baixo teor de óleo, refletindo diretamente nos resultados finais.

Apesar de baixos, valores semelhantes foram encontrados por Porto et al. (2008), que avaliando cultivares de girassol para o Brasil Central durante 4 anos encontraram médias semelhantes as obtidas neste ensaio, de 819,37; 662,92; 751,02 e 824,28 kg ha⁻¹ para os anos 2001, 2002, 2003 e 2004, respectivamente. Já Braz & Rossetto (2010) trabalhando com acúmulo de nutrientes e rendimento de óleo em plantas de girassol influenciadas pelo vigor dos aquênios e pela densidade de semeadura, obtiveram resultados médios de teor e o rendimento de óleo nas sementes de 50,66% e 1264,27 kg ha⁻¹, respectivamente, bem acima dos valores obtidos com este trabalho.

De acordo com os valores médios submetidos à análise de variância da interação de competição x plantas daninhas, houve com exceção para o teor de óleo na ausência de plantas daninhas, efeito significativo para as demais variáveis estudadas na cultura do girassol (Tabela 3).

O diâmetro de capítulo em função dos diferentes períodos de controle das plantas daninhas se ajustou ao modelo de regressão linear, ocorrendo aumento de tamanho à medida

Tabela 3. Resumo da regressão do diâmetro de capítulo (DC), teor de óleo (TO) e rendimento de óleo (RO) de dois cultivares de girassol em função dos diferentes períodos de competição e plantas daninhas (PD)

Variável		Quadrado médio		
		Linear	Quadrática	Erro
DC (cm)	Sem PD	77,305**	25,419 ^{ns}	7,529
	Com PD	724,711**	111,849**	7,529
TO (%)	Sem PD	6,579 ^{ns}	1,606 ^{ns}	5,545
	Com PD	80,418**	12,213 ^{ns}	5,545
RO (kg ha ⁻¹)	Sem PD	398574,276**	67488,961 ^{ns}	38795,68
	Com PD	1928777,175**	401907,963**	38795,68

** e ^{ns}, significativo a 0,01 e ns - não significativo respectivamente, pelo teste F

que se aumenta os períodos de controle das plantas daninhas. A cultura do girassol atingiu maior diâmetro de capítulo (23,67 cm) quando foi mantida por todo o ciclo na ausência de plantas daninhas (Figura 1A).

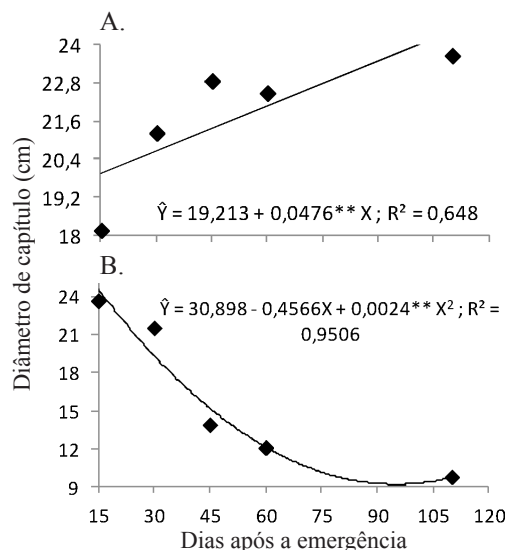


Figura 1. Diâmetro de capítulo (cm) em função dos períodos de controle (A) e de convivência (B) com as plantas daninhas para a cultura do girassol

Os valores médios obtidos para diâmetro de capítulo em função dos diferentes períodos de convivência com as plantas daninhas se ajustaram ao modelo quadrático e decrescem com a frequência da convivência das plantas daninhas com a cultura até os 110 dias. Quando o girassol foi mantido durante todo o tempo na presença das plantas daninhas, observou-se a média dos diâmetros dos capítulos de 9,68 cm (Figura 1B).

Evidencia-se o potencial que as plantas daninhas têm de competir com a cultura do girassol e reduzir o seu potencial produtivo, um vez que a presença das mesmas foi capaz de causar uma redução de 58,53% no diâmetro de capítulo.

Redução no tamanho de capítulo influenciado pela presença de plantas daninhas também foram encontrados por Silva et al. (2012), onde a média geral dos capítulos para os períodos de controle foi de 18,31 cm, frente à média de 16,56 cm dos tratamentos submetidos à presença de plantas daninhas por todo o ciclo, caracterizando decréscimo de 9,56%. Também Killi (2004) relataram redução no tamanho de capítulos influenciado pelo aumento da competição intraespecífica em plantas de girassol, com uma média de 15,83 cm para uma população de 71.420 plantas ha⁻¹ em comparação a média de 22,38 cm para uma população de 23.800 plantas ha⁻¹, mas apesar da redução do diâmetro do capítulo, as plantas apresentaram aumento no teor de óleo das sementes.

O teor de óleo em função dos diferentes períodos de convivência com plantas daninhas (Figura 2) se ajustou ao modelo linear, ocorrendo aumento no teor de óleo das sementes à medida que se aumentou o período de convivência com plantas daninhas, atingindo valor 35,41% quando a cultura ficou na presença de plantas daninhas durante todo o tempo.

A presença das plantas daninhas gerou um aumento no percentual de óleo das sementes, possivelmente pelas plantas

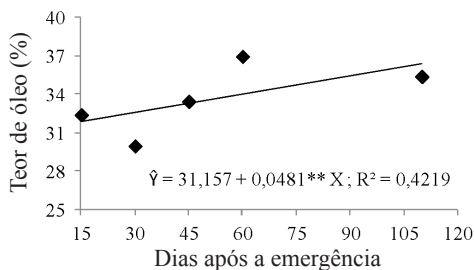


Figura 2. Teor de óleo das sementes (%) em função do período de convivência com as plantas daninhas para a cultura do girassol

apresentarem menores capítulos e conseqüentemente menor produtividade. Com menor produtividade (poucos frutos no capítulo) os nutrientes foram melhores distribuídos, aumentando o teor de óleo nas sementes, propondo que exista uma correlação negativa entre produtividade e teor de óleo.

Esses resultados são confirmados através de estudos realizados por Amorim et al. (2008) em Campinas, SP, sobre correlações e análise de trilha em girassol, que encontraram correlação baixa e negativa entre teor de óleo e produtividade. Também Hladni et al. (2006) observaram valores de correlação negativa entre teor de óleo, massa de mil grãos e produtividade.

Os resultados de rendimento de óleo em função dos diferentes períodos de controle de plantas daninhas na cultura do girassol se ajustaram ao modelo de regressão linear, onde o rendimento de óleo foi crescente com o aumento dos períodos de controle das plantas daninhas. Quando a cultura foi mantida na ausência de plantas daninhas durante todo o ciclo, obteve-se um rendimento de óleo de 1067,73 kg ha⁻¹ (Figura 3A).

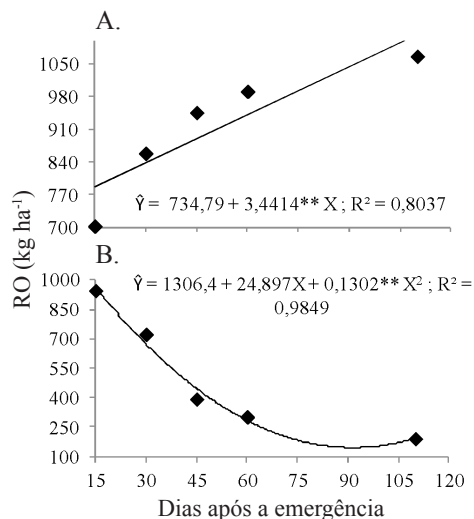


Figura 3. Rendimento de óleo (RO) (kg ha⁻¹) em função dos períodos de controle (A) e de convivência (B) com as plantas daninhas para a cultura do girassol

Para rendimento de óleo em função dos diferentes períodos de convivência de plantas daninhas com a cultura do girassol os valores foram decrescentes. Quando a cultura ficou na convivência de plantas daninhas todo o ciclo, atingiu-se um rendimento de óleo de 192,98 kg ha⁻¹ (Figura 3B).

Resultados diferentes foram obtidos por Gholinezhad et al. (2011), que intensificando a competição de plantas de girassol através de um nível ideal de irrigação, relatou que houve aumento no teor, rendimento de óleo e produtividade à medida que se aumentou a população de plantas de 5,55 para 8,33 plantas m², com acréscimo de 7,67; 23,64 e 18,19%, respectivamente para teor, rendimento de óleo e produtividade.

O rendimento de óleo apesar de depender do teor de óleo da semente, que aumentou à medida que se intensificou a convivência com as plantas daninhas, acompanhou a curva da produtividade da cultura, sendo maior quanto maior a produtividade.

As plantas daninhas influenciaram de forma negativa no potencial de produção de óleo do girassol e proporcionaram uma redução de 81,92% no rendimento de óleo, enfatizando que o adequado manejo das plantas daninhas é a uma ferramenta eficaz quando se almeja altas produtividades.

Perdas no rendimento de óleo também foram relatadas por Brighenti et al. (2004), que constataram que a presença de plantas daninhas ocasionou perdas diárias de rendimento de óleo de 1,1 kg ha⁻¹, enquanto a ausência de até 30 dias após a emergência representou um ganho diário de 6,5 kg ha⁻¹.

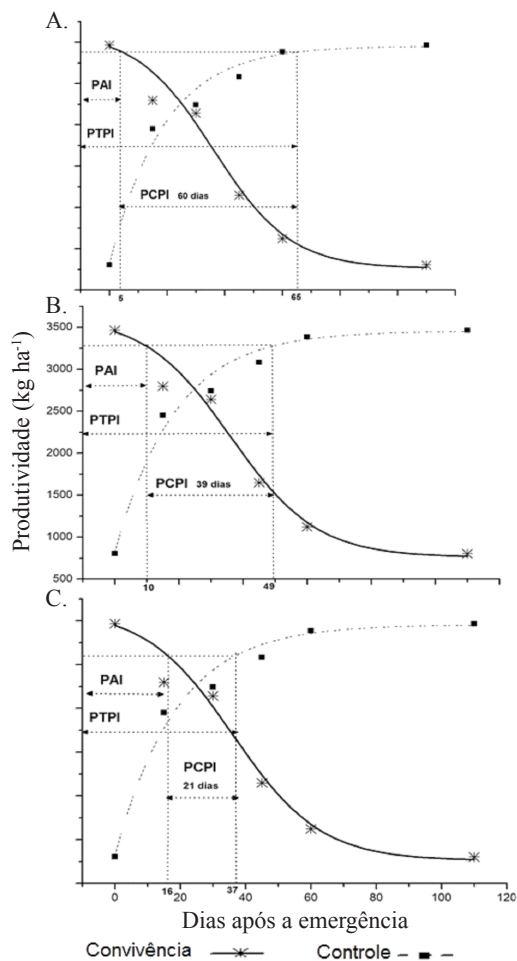
Resultados opostos, testando diferentes níveis de competição intraespecífica na cultura do girassol, foram obtidos por Bajehbaj (2011), que utilizando uma densidade de 20 plantas m² atingiu maior produtividade (4.251 kg ha⁻¹), teor (47%) e rendimento de óleo (2.102 kg ha⁻¹), comparando com as densidades de 10 (teor 38%; rendimento de óleo 1.642 kg ha⁻¹ e produtividade 2.786 kg ha⁻¹) e 15 (teor 42%; rendimento de óleo 1.813 kg ha⁻¹ e produtividade 3.637 kg ha⁻¹) plantas m².

Os parâmetros das equações obtidas na análise de regressão dos dados de produtividade para as duas cultivares de girassol (Embrapa 122 e Hélio 358), em função dos diferentes períodos de convivência ou de controle de plantas daninhas estão apresentados na Tabela 4.

A produtividade do cultivar Embrapa 122 na ausência de convivência das plantas daninhas durante todo o ciclo foi de 3466,14 kg ha⁻¹. Na presença das plantas daninhas a produtividade foi de apenas 802,99 kg ha⁻¹. A convivência entre a cultura e a comunidade infestante permitiu intensa interferência competitiva resultando em 76,83% de redução na produtividade influenciada pela presença de plantas daninhas (Figura 4).

Tabela 4. Parâmetros das equações sigmoidais de Boltzmann, ajustada aos dados de produção, em função dos períodos de convivência ou controle das plantas daninhas na cultura do girassol

	Equações	R ²
	Embrapa 122	
Convivência	$\hat{Y} = 762,170 + \{(3626,622-762,170)/(1+e^{[(X-36,184)/13,377]})\}$	0,97
Controle	$\hat{Y} = 3453,011 + \{(-32197,478-3453,011)/(1+e^{[(X+44,890)/17,743]})\}$	0,98
	Hélio 358	
Convivência	$\hat{Y} = 270,996 + \{(3036,624-270,996)/(1+e^{[(X-34,985)/5,024]})\}$	0,99
Controle	$\hat{Y} = 2964,206 + \{(-43097,271-2964,206)/(1+e^{[(X+52,994)/19,139]})\}$	0,98



PAI - período anterior à interferência; PTPI - período total de prevenção a interferência; PCPI - período crítico de prevenção e interferência

Figura 4. Períodos de competição e ajuste dos dados pelo modelo sigmoidal de Boltzmann, em função dos períodos de controle e de convivência com as plantas daninhas, considerando-se perdas na produtividade de 2% (A); 5% (B) e 10% (C), para o cultivar Embrapa 122 V2000

Perdas na produtividade do girassol influenciado pela presença de plantas daninhas também foram relatadas por Erasmo et al. (2010), onde a interferência das plantas daninhas foi capaz de reduzir em 51,36% a produtividade do cultivar Embrapa 122, comparando-se as testemunhas capinadas e sem capina.

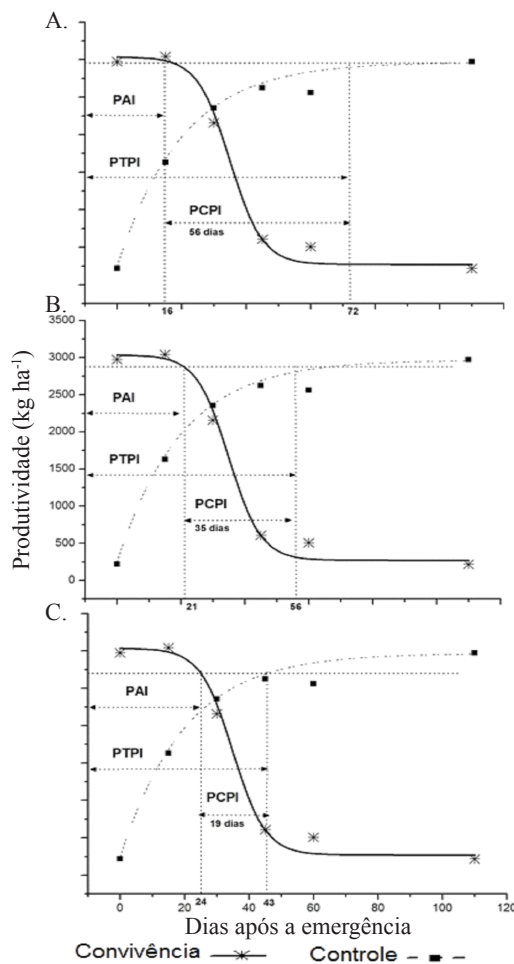
Considerando-se uma perda de 2% na produtividade para esse cultivar (Figura 4A), verificou-se que a convivência começou a afetar a cultura (PAI) aos 5 dias após a emergência, estendendo-se o controle das plantas daninhas até os 65 dias após a emergência (PTPI). O período crítico de prevenção à interferência (PCPI) se caracterizou pelo intervalo de 5 a 65 dias após a emergência da cultura, totalizando 60 dias, período em que a cultura deverá permanecer livre da competição com a comunidade infestante.

Admitindo-se uma perda de 5% de produtividade (Figura 4B), o PAI foi para 10 dias e o PTPI foi para 49 dias determinando assim um período crítico de prevenção à interferência de 39 dias. Quando se considera uma perda de 10% na produtividade (Figura 4C), o PAI foi de 16 dias, o PTPI de 37 dias, gerando uma PCPI de 21 dias no cultivar Embrapa 122 V2000.

A interferência de plantas daninhas na cultura do girassol cultivar Embrapa 122, também foi estudada por Furtado et al. (2012), que considerando perdas máximas de 5% na produtividade encontrou resultados diferentes, um PAI de 31 dias e o PTPI de 69 dias, ressaltando a importância desse estudo em várias localidades e épocas diferentes.

Assim os métodos de controle devem ser adotados de acordo com os riscos que ocorrem referentes às perdas na produtividade pela matocompetição ou com os gastos com o controle das plantas daninhas, pois para que as reduções de produtividade do cultivar Embrapa 122 passassem de 2 para 10% foi necessário um acréscimo de apenas 11 dias no período de convivência, e para aumentar a produtividade de 90 para 98% foi necessário um acréscimo de 28 dias no período de controle.

A produtividade do cultivar Hélio 358 na ausência da convivência das plantas daninhas foi de 2972,72 kg ha⁻¹ e decaiu para 217,51 kg ha⁻¹ quando o cultivar ficou na presença das plantas daninhas durante todo o ciclo da cultura. A convivência entre a cultura e a comunidade infestante permitiu intensa interferência competitiva resultando em 92,68% de redução na produtividade (Figura 5).



PAI - período anterior à interferência; PTPI - período total de prevenção a interferência; PCPI - período crítico de prevenção e interferência

Figura 5. Períodos de competição e ajuste dos dados pelo modelo sigmoidal de Boltzmann, em função dos períodos de controle e de convivência com as plantas daninhas, considerando-se perdas na produtividade de 2% (A); 5% (B) e 10% (C), para o híbrido Hélio 358

Admitindo-se uma perda de 2% na produtividade (Figura 5A), observou-se um período anterior à interferência (PAI) de 16 dias após a emergência, estendendo-se o controle das plantas daninhas até 72 dias (PTPI). O período crítico de prevenção à interferência (PCPI) se caracterizou pelo intervalo de 16 a 72 dias após a emergência da cultura, totalizando 56 dias.

Considerando-se uma perda de 5% na produtividade (Figura 5B) da cultura, o PAI foi para 21 dias e o PTPI foi para 56 dias, determinando um período de prevenção à interferência de 35 dias. Quando se admite uma perda de 10% na produtividade do cultivar (Figura 5C), o PAI foi de 24 dias, o PTPI de 43 dias, determinando assim um período crítico de prevenção à interferência de 19 dias no cultivar Hélio 358.

Para que as reduções de produtividade do cultivar Hélio 358 passassem de 2 para 10% foi necessário um acréscimo de apenas 8 dias no período de convivência, e para aumentar a produtividade de 90 para 98% foi necessário um acréscimo de 29 dias no período de controle.

A produtividade média obtida pelo cultivar Embrapa 122 foi 14,23% superior à produtividade média obtida pelo cultivar Hélio 358, sendo que as médias dos dois cultivares foi superior a média da produtividade brasileira de grãos de girassol que está em torno de 1.431 kg ha⁻¹ (CONAB, 2011).

CONCLUSÕES

1. O cultivar Hélio 358 possui maior habilidade competitiva com plantas daninhas no início do ciclo e necessita de menor período de controle para expressar a máxima produtividade.

2. O cultivar Embrapa 122 apresentou maior susceptibilidade à interferência da comunidade infestante, mas apesar de necessitar de maior tempo livre de plantas daninhas, apresentou maior produtividade.

3. As plantas daninhas interferem negativamente no diâmetro do capítulo, produtividade e rendimento de óleo, mas o convívio com as mesmas aumentou o teor de óleo das sementes.

4. A interferência das plantas daninhas reduziu em 76,83 e 92,68% a produtividade dos cultivares Embrapa 122 e Hélio 358, respectivamente.

5. Considerando-se uma perda de 10% na produtividade dos genótipos utilizados, o PAI, o PTPI e o PCPI foram de 16; 37 e 21 dias para o cultivar Embrapa 122 e para o híbrido Hélio 358 foram de 24; 43 e 19 dias, respectivamente.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e a Embrapa Algodão.

LITERATURA CITADA

- Acosta, J. F. Consumo hídrico da cultura do girassol irrigada na região da Chapada do Apodi - RN. Campina Grande: UFCG, 2009. 56p. Dissertação Mestrado
- Amorim, E. P.; Ramos, N. P.; Ungaro, M. R. G.; Kiihl, T. A. M. Correlações e análise de trilha em girassol. *Bragantia*, v.67, p.307-316, 2008.
- Bajehbaj, A. A. Effects of drought stress and different densities on oil yield and biomass yield of sunflower varieties. *African Journal of Biotechnology*, v.10, p.5608-5613, 2011.
- Bezerra, R. B.; Dantas, R. T.; Trindade, A. G. Caracterização temporal da precipitação pluvial do município de Porto Velho/RO no período de 1945 a 2003. *Sociedade & Natureza*, v.22, p.609-623, 2010.
- Borchardt, L.; Jakelaitis, A.; Valadão, F. C. de A.; Venturoso, L. A. C.; Santos, C. L. dos. Períodos de interferência de plantas daninhas na cultura do feijoeiro-comum (*Phaseolus vulgaris* L.). *Revista Ciência Agronômica*, v.42, p.725-734, 2011.
- Braz, M. R. S.; Rossetto, C. A. V. Acúmulo de nutrientes e rendimento de óleo em plantas de girassol influenciados pelo vigor dos aquênios e pela densidade de semeadura. *Semina: Ciências Agrárias*, v.31, p.1193-1204, 2010.
- Brighenti, A. M.; Castro, C.; Oliveira Jr., R. S.; Scapim, C. A.; Voll, E.; Gazziero, D. L. P. Períodos de interferência das plantas daninhas na cultura do girassol. *Planta Daninha*, v.22, p.251-257, 2004.
- Cardoso, G. D.; Alves, P. L. da C. A.; Beltrão, N. E. de M.; Vale, L. S. do. Períodos de interferência das plantas daninhas em algodoeiro de fibra colorida 'BRS Safira'. *Revista Ciência Agronômica*, v.41, p.456-462, 2010.
- CONAB - Companhia Nacional De Abastecimento. Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos 2010/2011 - Décimo Levantamento - Julho/2011. Disponível em: http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/11_07_15_11_03_18_boletim_julho_-_2011..pdf. 24 Jul. 2011.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Manual de métodos de análises de solo. 2.ed. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 1997. 212p.
- Erasmus, E. A. L.; Costa, N. V.; Peruzzo, A. S.; Barberato Junior, J. E.; Efeito de herbicidas aplicados em solo de várzea sobre a cultura do girassol. *Planta Daninha*, v. 28, p.843-852, 2010.
- Farhatullah, H. F.; Khalil, I. H. Path analysis of the coefficients of sunflower (*Helianthus annuus* L.) hybrids. *International Journal of Agriculture and Biology*, v.8, p.621-625, 2006.
- Furtado, G. de F.; Sousa, J. R. M. de; Sousa Júnior, J. R. de; Lacerda, R. R. de A.; Souza, A. dos S. Períodos de interferência de plantas daninhas na cultura do girassol. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, v.7, p.12-17, 2012.
- Gholinezhad, E.; Aynaband, A.; Ghorthapeh, A. H.; Noormohamadi, G.; Bernousi, I. Effect of drought stress and nitrogen rates on grain yield, quality traits and physiological indices in sunflower hybrid Iroflor at different plant density. *World Applied Sciences Journal*, v.14, p.131-139, 2011.
- Hladni, N.; Skoric, D.; Kraljevic-Balalic, M.; Sakac, Z.; Jovanovic, D. Combining ability for oil content and its correlations with other yield components in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Helia*, v.29, p.101-110, 2006.
- Killi, F. Influence of different nitrogen levels on productivity of oilseed and confection sunflowers (*Helianthus annuus* L.) under varying plant populations. *International Journal of Agriculture & Biology*, v.6, p.594-598, 2004.
- Kuva, M. A.; Gravena, R.; Pitelli, R. A.; Christoffoleti, P. J.; Alves, P. L. C. A. Períodos de interferência das plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar. III - Capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*) e capim-colonião (*Panicum maximum*). *Planta Daninha*, v.21, p.37-44, 2003.

- Leite, R. M. V. B. de C.; Castro, C. de; Brighenti, A. M.; Oliveira, F. A. de; Carvalho, C. G. P. de; Oliveira, A. C. B. de. Indicações para o cultivo de girassol nos estados do Rio Grande do Sul, Paraná, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Goiás e Roraima. Londrina: EMBRAPA, 2007. 4p. Comunicado Técnico
- Patil, L. C. Correlation and path analysis in sunflower populations. *Electronic Journal of Plant Breeding*, v.2, p.442-447, 2011.
- Paz, L. M. Ressonância Magnética Nuclear (RMN), princípios e aplicações. *Óleos & Grãos*, v.7, p.32-33, 1996.
- Pitelli, R. A. Competição e controle das plantas daninhas em áreas agrícolas. *Série Técnica IPEF*, v.4, p.1-24, 1987.
- Porto, W. S.; Carvalho, C. G. P. de; Pinto, R. G. B.; Oliveira, M. F. de.; Oliveira, A. C. B. de. Evaluation of sunflower cultivars for Central Brazil. *Scientia Agricola*, v.65, p.139-144, 2008.
- Reda, S. Y.; Carneiro, P. I. B. Óleos e gorduras: Aplicações e implicações. *Revista Analytica*, v.27, p 60-67, 2007.
- SEDAM - Secretaria de Estado do Desenvolvimento Ambiental e COGEO - Coordenadoria de Geociências. Boletim climatológico de Rondônia ano 2010. Porto Velho, v.12, 2012. Disponível em: http://sedamro.wix.com/sedam_ro_focosqueimada#!qualidade-do-ar. 21 Dez. 2012.
- Silva, A. D. da; Pires, R.; Morães, E. B. da; Oliveira, A. C. B. de; Carvalho, C. G. P. de. Desempenho de híbridos de girassol em espaçamentos reduzidos. *Semina: Ciências Agrárias*, v.30, p.31-38, 2009.
- Silva, J. I. C. da; Martins, D.; Pereira, M. R. R.; Rodrigues-Costa, A. C. P.; Costa, N, V. Determinação dos períodos de interferência de plantas daninhas na cultura do girassol. *Planta Daninha*, v.30, p.27-36, 2012.
- Silva, M. R. M.; Durigan, J. C. Períodos de interferência das plantas daninhas na cultura do arroz de terras altas. II – Cultivar Caiapó. *Bragantia*, v.68, p.373-379, 2009.
- USDA - Department of Agriculture. Foreign Agricultural Service. Oilseeds: World markets and trade. Washington: USDA, 2008. 34p. Circular Series, FOP 2-08