

**APLICAÇÕES DE LÂMINAS DE ÁGUA E
DOSES DE BORO NA CULTURA DO
GIRASSOL**

MIRIAN DE LOURDES OLIVEIRA E SILVA

2005

MIRIAN DE LOURDES OLIVEIRA E SILVA

**APLICAÇÕES DE LÂMINAS DE ÁGUA E DOSES DE BORO NA
CULTURA DO GIRASSOL**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, área de concentração em Irrigação e Drenagem, para obtenção do título de “Doutor”.

Orientador

Prof. Dr. Manoel Alves de Faria

LAVRAS

MINAS GERAIS – BRASIL

2005

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca Central da UFLA**

Silva, Mirian de Lourdes Oliveira e
Aplicações de lâminas de água e doses de boro na cultura do girassol /
Mirian de Lourdes Oliveira e Silva
. -- Lavras : UFLA, 2005.
115 p. : il.

Orientador: Manoel Alves de Faria
Tese (Doutorado) – UFLA.
Bibliografia.

1. Girassol. 2. Irrigação. 3. Safrinha. 4. Viabilidade econômica. I.
Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-633.85

MIRIAN DE LOURDES OLIVEIRA E SILVA

**APLICAÇÕES DE LÂMINAS DE ÁGUA E DOSES DE BORO NA
CULTURA DO GIRASSOL**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, área de concentração em Irrigação e Drenagem, para obtenção do título de “Doutor”.

APROVADA em 15 de Dezembro de 2005

Prof. Dr. Aداuton Vilela Rezende	UNIFENAS
Prof. Dr. Augusto Ramalho de Moraes	UFLA
Prof. Dr. Jairo Augusto Campos de Araújo	UNESP/JABOTICABAL
Prof. Dr. Ricardo Pereira Reis	UFLA

Prof. Dr. Manoel Alves de Faria
UFLA
(Orientador)

LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL

AGRADEÇO À DEUS,

Porque, “Bom é render graças ao Senhor
e cantar louvores ao Teu nome, ó Altíssimo,
anunciar de manhã a Tua misericórdia
e durante as noites, a Tua fidelidade”...(Salmo 92: 1-2).

DEDICO AOS MEUS PAIS,

Pois, chegue onde chegar,
alcance o que alcançar,
conquiste o que conquistar,
vocês sempre serão o início de tudo....

OFEREÇO AO MEU ESPOSO FÁBIO,

Pelo apoio e compreensão...

E AOS MEUS FILHOS

FELIPE E LUCAS,

Sempre a alegria da minha vida...!

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras e ao Departamento de Engenharia por proporcionar-me a oportunidade de cursar o doutorado.

Ao coordenador do Programa de Pós-Graduação em Engenharia professor Dr. Manoel Alves de Faria.

Ao professor orientador Dr. Manoel Alves de Faria pelo incentivo, apoio e dedicada orientação na elaboração e execução deste trabalho, e sobretudo, pela amizade incondicional, confiança e por acreditar no meu potencial. “Se deres um peixe a um homem: ele comerá uma única vez. Se, porém, o ensinares a pescar: ele comerá a vida inteira.” Obrigada por me ensinar a pescar!

Aos professores co-orientadores Dr. Augusto Ramalho de Moraes (DEX/UFLA), Dr. Pedro Castro Neto (DEG/UFLA) e Dr. Antônio Carlos Fraga (DAG/UFLA), pela orientação prestativa e experiente, fornecida durante a elaboração deste trabalho.

Aos professores da UFLA, Dr. Fábio Moreira da Silva, Dr. Wellington Pereira Alencar de Carvalho, Dr. Alberto Colombo, Dr. Luís Artur Alvarenga Vilela (*in Memoriam*) e pesquisadora Dra. Fátima Conceição Rezende, (DEG); Dr. Ricardo Pereira Reis (DAE); Dra. Maria Laene M. Carvalho, Dra. Myriane Stella Scalco, (DAG); Dra. Maria das Graças Cardoso (DQI), pela orientação, colaboração, respeito e confiança.

Ao Professor Dr. Aداuton Vilela Rezende (UNIFENAS), pela prestatividade, incentivo, valiosas sugestões e amizade.

Aos pesquisadores Dr. César de Castro (CNPSO/EMBRAPA-Londrina/PR), Dr. Gilberto Grando (diretor da Helianthus do Brasil-Uberlândia/MG) e Dra. Maria Regina Gonçalves Ungaro (IAC-Campinas/SP), pelas valiosas informações e materiais didáticos concedidos.

Ao Engenheiro Agrônomo Dílson R. Cáceres, da CATI, por intermédio do qual, ocorreu a doação das sementes.

À Helianthus do Brasil e à EMBRAPA Soja, pela doação das sementes.

Aos funcionários Oswaldo, Lindeberg e Cipriano, do Departamento de Engenharia/UFLA, pelo apoio durante a fase experimental.

Aos demais professores e funcionários do Departamento de Engenharia (DEG/UFLA), pelo apoio técnico.

Aos funcionários do Departamento de Agricultura (DAG/UFLA), Laboratório de Sementes (UFLA) e Laboratório de Química (UFLA), pelo apoio de campo e análises em geral.

Ao Engenheiro Agrícola, José Antônio Alves Dias pela colaboração fornecida.

Aos amigos e colegas de curso (Márcio Santana, Polyanna, Alexandre, Joelma, Patrícia, Gilberto, Edson, Wesley, Gustavo, Elvis, Ricardo, Fábio Sato, Giuliani, do DEG/UFLA), (Lidiane e Fernando, do DQI/UFLA) e (Alex e “Val”, do DFP/UFLA), pelo apoio incondicional, sobretudo pela convivência agradável, troca de experiências, amizade e companheirismo, sem os quais, a realização deste trabalho seria impossível.

Aos Professores Dr. Manoel Alves de Faria, Dr. Adauton Vilela Rezende, Dr. Augusto Ramalho de Moraes, Dr. Jairo Augusto Campos de Araújo e Dr. Ricardo Pereira Reis, membros da banca examinadora, pela excelente colaboração.

A todos que contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	i
ABSTRACT	iii
1. INTRODUÇÃO.....	01
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	03
2.1 Aspectos gerais da cultura do girassol	03
2.2 Importância do boro na cultura do girassol	08
2.3 Exigências hídricas e produtividade da cultura do girassol.....	10
2.4 Desenvolvimento do girassol.....	17
2.5 Susceptibilidade à doença mancha de alternaria.	19
2.6 Custos de irrigação	22
2.7 Custos de produção.....	24
2.8 Lucro.....	28
2.9 Viabilidade econômica do cultivo de girassol.....	29
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	30
3.1 Caracterização da área experimental	30
3.2 Cultivar	31
3.3 Tratamentos e delineamento experimental	31
3.4 Instalação e condução do experimento.....	36
3.5 Sistema e manejo da irrigação.....	39
3.6 Características avaliadas.....	41
3.6.1 Desenvolvimento fenológico.....	42
3.6.2 Altura de planta	43
3.6.3 Diâmetro de caule.....	43
3.6.4 Diâmetros externo e interno de capítulo.....	43
3.6.5 Produtividade de grãos.....	44
3.6.6 Teor de óleo.....	45

3.6.7	Peso de 1000 aquênios.....	45
3.6.8	Acamamento de plantas.....	46
3.6.9	Quebramento de plantas.....	46
3.6.10	Severidade da mancha de alternaria.....	46
3.6.11	Eficiência do uso da água.....	47
3.6.12	Custo de produção.....	47
3.6.12.1	Custo fixo.....	50
3.6.12.2	Custo variável.....	51
3.6.13	Análise econômica simplificada.....	55
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	57
4.1	Condições climáticas e desenvolvimento fenológico	57
4.2	Altura de planta	59
4.3	Diâmetro de caule.....	65
4.4	Diâmetros externo e interno de capítulo.....	66
4.5	Produtividade de grãos	69
4.6	Teor de óleo.....	71
4.7	Peso de 1000 aquênios.....	77
4.8	Acamamento e quebramento de plantas.....	78
4.9	Severidade da mancha de alternaria.....	82
4.10	Eficiência do uso da água.....	84
4.11	Custo total de produção.....	88
4.12	Análise econômica simplificada.....	90
5.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	94
6.	CONCLUSÕES.....	96
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	97
	ANEXOS.....	107

RESUMO

SILVA, Mirian de Lourdes Oliveira e. **Aplicações de lâminas de água e doses de boro na cultura do girassol**. 2005. 115p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola/Irrigação e Drenagem) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.¹

Este experimento foi conduzido no câmpus da Universidade Federal de Lavras (UFLA), localizada a 21° 14' 06'' de latitude sul e 45° 00' 00'' de longitude oeste, a uma média de 918 m de altitude, no Estado de Minas Gerais, durante o ano de 2004, com o objetivo de avaliar a viabilidade técnica e econômica da irrigação, associada à adubação borácica, em duas cultivares de girassol, em período de safrinha. Os tratamentos constaram das combinações de quatro lâminas de irrigação baseadas na porcentagem da evapotranspiração da cultura ($L_0 = 0$ Etc; $L_1 = 0,75$ Etc; $L_2 = 1,00$ Etc e $L_3 = 1,30$ Etc); três doses de boro ($B_1 = 1$ kg/ha; $B_2 = 2$ kg/ha e $B_3 = 3$ kg/ha) e duas cultivares de girassol (H250 e H251). Utilizou-se para a irrigação o sistema por gotejamento. O delineamento experimental, em cada lâmina de irrigação, foi o de blocos casualizados com três repetições em esquema fatorial (3 x 2), sendo os fatores dosagens de boro e cultivares. Foram avaliados o desenvolvimento fenológico das plantas, componentes de crescimento (altura de plantas, diâmetros de caule e de capítulos), componentes de produção (produtividade de grãos e de óleo, teor de óleo dos aquênios e peso de 1000 aquênios), quebramento e acamamento de plantas, severidade da doença mancha de alternaria, eficiência do uso da água em produzir grãos e óleo e análise econômica da cultura irrigada para a situação (1), onde o produtor não possui sistema de irrigação e deve decidir se adquire-o ou não e para a situação (2), onde o produtor possui sistema de irrigação e deve decidir se utiliza-o ou não. Concluiu-se que: a produtividade de grãos e de óleo e a altura das plantas de girassol aumentaram com o aumento das lâminas de irrigação. O quebramento de plantas, o diâmetro e a porcentagem da área fecundada dos capítulos e a eficiência do uso da água em produzir grãos e óleo diminuíram com o aumento das lâminas de irrigação. O incremento de boro aplicado no solo não proporcionou melhoria na qualidade das características avaliadas. As cultivares apresentaram diferenças em relação aos fatores produtividade de óleo, peso de 1000 aquênios, altura de plantas, severidade da doença mancha de alternaria e eficiência do uso da água na produção de óleo. Houve eficiência técnica com produtividade média de grãos de 1924,27 kg/ha,

¹ Comitê Orientador: Manoel Alves de Faria - UFLA (Orientador), Augusto Ramalho de Moraes – UFLA, Pedro Castro Neto – UFLA e Antônio Carlos Fraga - UFLA.

sem irrigação e a da lâmina com 130% de reposição da evapotranspiração de 2863,12 kg/ha. Na situação econômica analisada, cujo preço da saca de girassol considerado foi de R\$31,80 (junho/2004), recomenda-se a adoção do tratamento L_0 (sem irrigação) para o produtor que não possui o sistema de irrigação e o tratamento L_3 (1,30 Etc) para o produtor que possui o sistema de irrigação, no período de safrinha, na região de Lavras/MG.

ABSTRACT

OLIVEIRA, Mirian de Lourdes Oliveira e. **Applications of irrigation water depth and boron doses in the culture of the sunflower.** 2005. 115p. Thesis (Doctorate in Agricultural Engineering/Irrigation and Drainage) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.²

This experiment was carried out during the year of 2004, at the campus of the Federal University of Lavras/UFLA, Minas Gerais state, Brazil, at 21° 14 ' 06 of latitude south and 45° 00 ' 00 " of longitude west, an 918 m of altitude, aiming the evaluation of technical and economic viability of irrigation, associated with borax fertilization, of two sunflower cultivars growing during the late summer growth period. Combinations of four irrigation depths, computed based on different crop evapotranspiration fractions ($L_0 = 0$ Etc; $L_1 = 0,75$ Etc; $L_2 = 1,00$ Etc and $L_3 = 1,30$ Etc); three boron doses ($B_1 = 1$ kg/ha; $B_2 = 2$ kg/ha and $B_3 = 3$ kg/ha) and two sunflower cultivars (H250 and H251) were used as treatments. Water was applied through a drip irrigation system. For each irrigation water depth treatment, it was used an experimental design with totally randomized blocs, in a factorial outline (3 x 2), having boron doses and sunflower cultivars as factors, and three replications. It was appraised (i) sunflower plants phenologic development, (ii) growth components (plant height, stem diameter and capitulum diameter), (iii) yield components (seed and oil yields, seed oil content, and weight of 1000 seeds), (iv) percent of destroyed plants (v) susceptibility to leaf diseases caused by *Alternaria*, (vi) water use efficiency for seed and oil production, and (vii) sunflower irrigation economic analysis for the situation (1), where the producer doesn't own an irrigation system and he should decide whether or not to buy one and for the situation (2), where the producer possesses irrigation system and he should decide whether or not to make use of it. It was concluded that: seed and oil yield and sunflower plant height increased as irrigation water depth was increased. Percent of destroyed plants, diameter and percent of fecundated area of capitulum and water use efficiency for seed and oil production decreased as irrigation water depth was increased. Boron application levels affected none of the quality of the appraised characteristics. Sunflower cultivars showed differences on observed values of oil yield, weight of 1000 seeds, plant height, susceptibility to leaf diseases caused by *Alternaria*, and water use efficiency for seed and oil

² Guidance committee: Manoel Alves de Faria – UFLA (Major Professor), Augusto Ramalho de Moraes – UFLA, Pedro Castro Neto – UFLA e Antônio Carlos Fraga – UFLA.

production. There was technical efficiency with medium productivity of grains of 1924,27 kg/ha, without irrigation and the yield corresponding to the irrigation with 130% replacement of the crop evapotranspiration was 2863,20 kg/ha. For the economic analysis that considers the late summer growth period at the region Lavras/MG and R\$31,80/sunflower seed bag (junho/2004), the treatment L₀ (without irrigation) is recommended whose producer doesn't possess the irrigation system and the treatment L₃ (1,30 Etc) whose producer possesses the irrigation system, in the late summer cultivation period, in Lavras/MG region.

1 INTRODUÇÃO

O girassol (*Helianthus annuus* L.) está entre as cinco maiores culturas oleaginosas produtoras de óleo vegetal comestível e sua produção mundial, em 2004, ficou em torno de 26 milhões de toneladas, sendo os países maiores produtores foram a Rússia (16,5% da produção mundial), Argentina (15,35%) e União Européia (14,81%), segundo Agriannual (2005).

O Brasil é um produtor pouco expressivo de girassol (grão), porém tanto a produção quanto a área colhida têm aumentado significativamente nos últimos cinco anos.

A demanda interna por óleo de girassol também tem crescido e, para suprir essa demanda, o país importa o óleo, principalmente, da Argentina.

Com o incentivo do governo Federal, mais recentemente, em utilizar o biodiesel na matriz energética nacional, através de sua adição ao óleo diesel comercializado, a cultura do girassol apresenta viabilidade técnico-ambiental na produção de biocombustíveis.

Diante do exposto, torna-se justificável a preocupação com as práticas culturais para essa espécie no país.

O girassol é uma cultura que apresenta características desejáveis sob o ponto de vista agrônomo, como ciclo curto, elevada qualidade e bom rendimento em óleo, que fazem dela uma boa opção aos produtores brasileiros, principalmente como cultura de safrinha.

No Sudeste do Brasil, o cultivo do girassol, em sucessão a grandes culturas, tem-se mostrado uma boa alternativa para o agricultor, permitindo o aproveitamento de áreas irrigadas ou não, na entressafra e de reforma de canavial, na safra, ou mesmo áreas tradicionais. O girassol além de permitir a

obtenção de grãos para produção de óleo na entressafra, diminui a capacidade ociosa das indústrias, otimizando a utilização da terra, máquinas e mão-de-obra.

Experimentos têm mostrado, que as melhores respostas obtidas de produtividade do girassol, associam a irrigação e adubação adequada, dando ênfase ao fato de que a cultura é particularmente sensível a deficiência de boro (Ungaro, 1990).

Aliado a essas informações e dentre as várias tecnologias de produção de girassol, a escolha adequada de cultivares torna-se de fundamental importância para garantir o sucesso da cultura.

Em função do exposto, o objetivo deste trabalho foi estudar a eficiência técnica e econômica da produtividade do girassol irrigado, no período de safrinha, na região de Lavras, Minas Gerais.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Aspectos gerais da cultura do girassol

O girassol é uma dicotiledônea anual pertencente ao gênero *Helianthus*, família Compositae, originária do continente norte americano. É um gênero complexo, compreendendo 49 espécies e 19 subespécies, sendo 12 espécies anuais e 37 perenes. Um pouco de espécies são de ocorrência bastante rara, outras são elementos comuns da vegetação natural e algumas são quase plantas daninhas, desenvolvendo-se em áreas bastante alteradas pelo homem. Muitas espécies foram domesticadas. Duas dessas, *H. annuus* L., o girassol comum, e *H. tuberosus* L., o “Jerusalem artichoke”, são plantas alimentícias, o primeiro devido ao óleo e à proteína dos grãos e o último pelas suas raízes. Além disso, muitos girassóis são usados como planta ornamental. O girassol cultivado é uma planta anual, geralmente de haste única e com uma inflorescência no seu ápice. Nos cultivares comerciais, o comprimento da haste situa-se entre 50 e 300 cm e seu diâmetro, entre 1 e 10 cm (Ungaro, 2000).

A inflorescência é um capítulo formado por inúmeras flores, arranjada em arcos radiais. A base do capítulo é chamada de receptáculo, sobre o qual estão as brácteas e flores. Sucessivos círculos, de um a quatro discos florais, abrem-se diariamente durante 5 a 10 dias, dependendo do tamanho do capítulo e da temperatura ambiente. Apresenta sistema radicular do tipo pivotante, denominado explorativo, o qual significa que grande volume de solo pode ser explorado com uma combinação entre raízes grossas e finas (Ungaro, 2000).

Acredita-se que o girassol foi introduzido na Europa no início do século XI, na Espanha. Ele chegou à Rússia no século XVIII, inicialmente como planta ornamental e, por volta de 1830, deu-se início à produção de óleo de girassol em escala comercial. A partir daí, sua expansão foi rápida; no início do século XX,

existiam fábricas que processavam as hastes de girassol para produção de potássio, uma vez que as hastes secas contêm cerca de 5% desse elemento (Ungaro, 2000).

O girassol (*Helianthus annuus* L.) está entre as cinco maiores culturas oleaginosas produtoras de óleo vegetal comestível (6,5% da produção mundial de oleaginosas na safra 2001/2002), ficando atrás apenas da soja (56,8% do total), do algodão (11,3% do total), da colza (11,1% do total) e do amendoim (10,23% do total) (Fagundes, 2002).

O Brasil é um produtor pouco expressivo de girassol (grão), tendo participado com aproximadamente 0,5% da produção mundial nos últimos anos, (Fagundes, 2002).

A produção de girassol (grão) no Brasil concentra-se nas regiões Centro-Oeste (Goiás e Mato Grosso do Sul, com 45,6% e 23,8%, respectivamente, da produção na safra 2004), Sul (Rio Grande do Sul, com 11,7% da produção na safra 2004) e Sudeste (São Paulo, com 3,5% da produção na safra 2004), segundo Agrianual (2005).

A produção de girassol (grão) no Brasil cresceu de 56,3 mil toneladas, em 2000, para 85,3 mil toneladas, em 2004, assinalando um aumento de cerca de 52%. A área colhida aumentou de 37 mil para 54,7 mil hectares no mesmo período, representando um aumento de 48% (Agrianual, 2005).

A demanda mundial por óleo de girassol vem crescendo, em média, 1,8% ao ano, mas no Brasil, em 2002, o crescimento foi de 5%. A demanda interna por óleo de girassol cresce, em média, 13% ao ano. Para suprir essa demanda, o país importa o óleo, principalmente da Argentina (Smiderle et al., 2005).

A cultura do girassol avança para os estados do Brasil Central (baixas latitudes) fundamentada em novos genótipos, alguns importados diretamente da

Argentina, havendo portanto, a necessidade de ajustar melhor a população de plantas para altos rendimentos (Monteiro, 2001).

O girassol é uma das culturas com potencial de utilização no Brasil em projetos de inclusão social, como integrante de sistemas de produção de grãos e biodiesel nos sistemas de rotação de culturas. O girassol pode desempenhar um importante papel na ciclagem de nutrientes, principalmente dos fertilizantes aplicados nas culturas anteriores, possibilitando um menor gasto para a aquisição dos mesmos (Oliveira et al., 2005).

Segundo Silva (1990), a região Sul do Estado de Minas Gerais é considerada, dentro da faixa de potencialidade climática para a cultura do girassol, apta para dois cultivos anuais complementares de girassol no mesmo solo.

Com o incentivo do Governo Federal, mais recentemente, em utilizar o biodiesel na matriz energética nacional, através de sua adição ao óleo diesel comercializado, EMBRAPA (2003c) e Fagundes (2004) afirmam que, a cultura do girassol apresenta viabilidade técnico-ambiental na produção de biocombustíveis.

O girassol pode ser usado como biocombustível/biodiesel, óleo de BVO (baixo volume oleoso, utilizado em avião agrícola), óleo de UBVO (ultra baixo volume oleoso, também na aviação agrícola) e óleo comestível, já que a oleaginosa tem um potencial de 40 a 55% de óleo, dependendo do híbrido e das condições ambientais. O girassol ainda produz proteína em torno de 35 a 42% do seu conteúdo, muito útil à alimentação animal (Grando, 2005).

Para Connor & Sadras (1992) três estádios são considerados na formação da produção. Primeiro, é o período do início do florescimento ao início da antese, quando as flores se diferenciam e se desenvolvem. O segundo período está compreendido entre o início e o final da antese, quando o número de sementes é determinado a partir do número de flores viáveis capazes de se

desenvolver e o terceiro, entre o final da antese e a maturação fisiológica, quando as condições de crescimento determinam o enchimento dos aquênios.

De acordo com Gonçalves et al. (1981), o girassol pode ser semeado em sucessão a outras culturas como soja precoce, arroz, amendoim ou milho, devido, principalmente, à sua tolerância à seca por apresentar sistema radicular profundo. Dessa forma, a época de semeadura depende da colheita da cultura anterior, o que ocorre normalmente no período de 15 de fevereiro a 30 de março.

O período em que ocorre maior taxa de absorção de nutrientes e crescimento mais acelerado da planta de girassol é a fase imediatamente após a formação do botão floral até o final do florescimento (Gutterres et al., 1988; Sfredo et al., 1984). Neste período também é grande o consumo de água pelas plantas, sendo, portanto, importante o suprimento adequado de nutrientes para que a cultura do girassol possa expressar todo seu potencial produtivo.

O girassol extrai grandes quantidades de nutrientes da solução do solo. Assim que a formação do capítulo e o aumento da massa vegetal se inicia, ocorre uma intensa migração dos nutrientes (nitrogênio, fósforo e potássio) da parte vegetativa para a parte reprodutiva da planta (Rossi, 1998).

O nitrogênio é um dos nutrientes mais exigidos pelo girassol, aumenta o conteúdo de proteína, mas pode reduzir a porcentagem de óleo das sementes, se aplicado em excesso. É componente estrutural de aminoácidos, amidas, alcalóides, vitaminas e da clorofila. A acumulação de nitrogênio é muito maior nas folhas do que no caule. Sua absorção é mais intensa no começo do ciclo vegetativo, portanto, é importante que a planta encontre esse nutriente em forma facilmente assimilável (Rossi, 1998).

O girassol é bastante sensível à acidez do solo, desenvolvendo-se bem em solos com pH a partir de 5,1 (Robinson, 1978). A quantidade de calcário a ser aplicada para a correção da acidez dependerá efetivamente do resultado da análise do solo, devendo ser aplicado pelo menos dois meses antes da

semeadura. Quando não for possível realizar a calagem com essa antecedência, ainda é preferível fazê-la mesmo imediatamente antes da semeadura (EMBRAPA, 1983).

Ungaro (1990) recomenda, para o girassol, elevar o índice de saturação por bases para 70%, aplicando-se o calcário pelo menos dois meses antes da semeadura.

Os solos mais adequados para a cultura do girassol são os argilo-arenosos profundos, com boa fertilidade, permeáveis e com bom conteúdo de matéria orgânica. Os solos demasiadamente pesados, impermeáveis e os demasiado arenosos, com excesso de sal ou pedregosos, muito ácidos ou fortemente alcalinos, não são adequados para a cultura (Rossi, 1998).

É uma planta que se desenvolve bem em solos com fertilidade média; no entanto, altas produções só são obtidas em solos corrigidos quanto à acidez, férteis ou com boa fertilização suplementar (Ungaro, 2000).

Temperaturas altas prejudicam o desenvolvimento da planta, principalmente em condições de baixa disponibilidade hídrica. A faixa de temperatura entre 10° e 34° C é tolerada pelo girassol sem redução significativa da produção, indicando adaptação a regiões com dias quentes e noites frias. Adapta-se bem a temperaturas entre 12 e 30° C, com temperaturas ótimas para o crescimento entre 27 e 28° C e temperatura base em torno de 4° C (Carter, 1978 e Unger, 1990).

A germinação do girassol é grandemente influenciada pela temperatura. A taxa de germinação aumenta exponencialmente na faixa de 3 a 30° C e a percentagem máxima de germinação é mantida de 6 a 23° C. Temperaturas entre 37 e 40° C danificam severamente as sementes e impedem a germinação (Maeda & Ungaro, 1985).

A temperatura mínima no subperíodo florescimento – maturação, correlaciona-se com os ácidos oléico e linoléico, atribuídos à qualidade do óleo

de girassol, que apresentam antagonismo entre si. Com aumento na temperatura mínima, ocorre redução na porcentagem do ácido linoléico e aumenta do ácido oléico (Ungaro et al., 1997).

2.2 Importância do boro na cultura do girassol

O boro ocorre no solo em quatro principais formas: em rochas e minerais, adsorvido na superfície de argilas e sesquióxidos, em ligações com a matéria orgânica e como ácido bórico (H_3BO_3) e $B(OH)_4^-$ na solução do solo. A relação entre essas formas determinam a sua disponibilidade no solo e também sua absorção pelas plantas. A disponibilidade do boro no solo e seu aproveitamento pelas plantas é influenciado por diferentes fatores tais como textura do solo, pH, condutividade elétrica, calagem, matéria orgânica e umidade do solo (Castro, 1999).

Segundo Gil-Martinez (1995), o primeiro sintoma a aparecer na deficiência de boro é a morte do ápice dos brotos e das raízes, por seu requerimento na síntese de DNA, provocando o crescimento das brotações laterais, nas quais repete-se o mesmo fenômeno. Como resultado, as plantas afetadas apresentam uma formação típica de roseta, as folhas começam enrugarse e deformar-se, os pecíolos e os talos se rompem; as flores geralmente nem chegam a se formar. Os órgãos de armazenamento caem afetados pelo apodrecimento interno e, em alguns casos, ocorre a formação de frutos e de sementes totalmente anormais. Este último fenômeno ocorre em função da maior necessidade de boro para as estruturas reprodutivas do que para as vegetativas.

Lopes (1989) afirma que o boro é essencial para a germinação dos grãos de pólen e para o crescimento do tubo polínico. Também é essencial para a formação das sementes e das paredes celulares. O boro forma complexos

açúcar/borato relacionados com a translocação de açúcares e é importante na formação das proteínas.

O girassol é sensível à deficiência de boro, os sintomas dessa deficiência consistem de manchas foliares no começo da floração e algumas vezes, também antes, na pré-floração. As folhas passam a apresentar manchas necróticas, sendo também afetados os tecidos internos da parte superior do caule, prejudicando o desenvolvimento do capítulo em floração. Nesse ponto, o caule fica quebradiço, provocando a queda do capítulo. Segundo Marschner (1995), os sintomas de deficiência de boro nas regiões apicais ocorrem principalmente nos tecidos meristemáticos (brotos), enquanto que sintomas de toxidez ocorrem primeiramente nas margens de folhas maduras.

A cultura do girassol é bastante sensível a níveis baixos de boro, apresentando sintomas de deficiência em diversas regiões brasileiras, principalmente nas fases de florescimento e maturação. Os sintomas mais comuns e de mais fácil percepção podem ser observados nas folhas jovens, capítulos e caules. As ocorrências mais comuns dessas deficiências podem ser verificadas em solos arenosos ou ainda com aplicações de doses elevadas de calcáreo, baixos teores de matéria orgânica, períodos de seca e excesso de chuva, que lavam o boro do perfil do solo (Malavolta, 1980).

A umidade do solo parece afetar a disponibilidade do boro mais do que qualquer outro nutriente. A reduzida solução do solo em conexão com o reduzido fluxo de massa e a menor taxa de difusão, assim como o limitado fluxo transpiratório em plantas durante o período seco, pode ser o fator causal da deficiência de boro, apesar de um adequado suprimento de boro no solo. Em condições de moderada deficiência de boro as plantas podem crescer normalmente e a produção foliar pode não ser severamente afetada, porém o rendimento de semente pode ser reduzido drasticamente. Numerosas observações têm levado à conclusão de que as necessidades de boro para a

produção de sementes é muito maior que para a produção de folhagem (Gupta, 1993).

Segundo Sfredo et al. (1984), trabalhando em solos de Londrina-PR, o teor de boro nas folhas considerado suficiente para o girassol foi de 40 mg.kg^{-1} . Machado (1979) encontrou um teor adequado em torno de 50 mg.kg^{-1} de boro nas folhas.

Observa-se em condições de campo que, em lavouras de girassol implantadas após a calagem, são mais frequentes os sintomas característicos de deficiência de boro. Essa constatação, nas condições de pH do solo em que normalmente são cultivadas as plantas, pode ser devido a maior disponibilidade de outros nutrientes, pela correção do solo. Deficiências de boro na cultura do girassol, em condições de campo, normalmente produzem vários níveis de deformações nos capítulos, chegando mesmo em condições de estresse, provocar sua queda. É frequente a redução da produtividade das lavouras por deficiência de boro, sem que sejam observados sintomas típicos nas folhas e capítulos (Castro, 1999).

Silva (1995) sugere que a aplicação do boro seja de 2 kg/ha , junto ao nitrogênio em cobertura e incorporado ao solo por meio de cultivo. Recomenda-se aplicar $1,0$ a $2,0 \text{ kg/ha}$ de boro junto com a adubação de semeadura ou com a adubação de cobertura. Essas aplicações podem ser via solo (em mistura) ou via foliar, 20 a 30 dias após a emergência, utilizando-se 11 kg/ha de bórax diluídos em 200 – 300 litros de água por hectare.

2.3 Exigências hídricas e produtividade da cultura do girassol

O girassol é comumente cultivado como uma cultura de sequeiro, embora não seja altamente tolerante à seca. Todavia, apresenta boa resposta à

irrigação e acréscimos de rendimentos acima de 100% são comuns, em comparação com cultivos sem irrigação (Andrade, 2000).

Muitos pesquisadores têm apontado que plantas com sistema radicular profundo e vigoroso e com grande massa de raízes são mais tolerantes ao estresse hídrico, em função da absorção de água, nutrientes e ancoragem. Para o girassol esta característica também é válida, principalmente pelo fato que normalmente seu sistema radicular alcança a profundidade ao redor de dois metros (Cox & Jolliff, 1986).

As necessidades hídricas do girassol ainda não estão perfeitamente definidas, existindo informações que indicam desde menos de 200 mm até mais de 900 mm por ciclo. Entretanto, na maioria dos casos, 500 a 700 mm de água, bem distribuídos ao longo do ciclo, resultam em rendimentos próximos ao máximo potencial. O consumo de água pela cultura do girassol varia em função das condições climáticas, da duração do ciclo e do manejo do solo e da cultura. Entretanto, solos bem preparados e/ou com alta capacidade de armazenamento de água permitem à planta tolerar maiores períodos sem chuvas e/ou irrigação (Castro, 1999).

Segundo Gómez-Arnau (1988), o girassol tem um comportamento aparentemente contraditório quanto à baixa eficiência no uso da água. Esta baixa eficiência melhora muito em condições de estresse hídrico, já que sua eficiência relativa pode aumentar de 20 a 50%, porque sua fotossíntese se reduz comparativamente menos que as perdas de água por transpiração. Por isso e porque seu sistema radicular explora camadas muito profundas do solo, não exploradas por outros cultivos, considera-se uma planta que assegura algum rendimento, em condições onde outras espécies cultivadas não produziram nada.

Estudos conduzidos por Oliveira (1997) demonstram o grande consumo de água pela cultura do girassol em condições de disponibilidade hídrica

satisfatória. O autor, avaliando a transpiração pelo método de balanço de calor de plantas de girassol, milho, tomate e limão tahiti, com 0,3 m² de área foliar, em casa de vegetação, num período de 10 dias de avaliação, observou que a transpiração do girassol foi destacadamente superior as demais espécies, alcançando os valores médios diários de 1449,24 g/dia, para o milho de 513,00 g/dia, para o tomate 285,44 g/dia e para o limão tahiti de 661,36 g/dia.

A fase crítica quanto à necessidade de água no cultivo de girassol, se estende desde a fase em que o botão floral varia de três a cinco centímetros de diâmetro até 10 a 15 dias após o final da floração (Gómez-Arnau, 1988).

A maioria das lavouras de girassóis irrigados sofre estresse de umidade entre irrigações. Perdas de rendimento são geralmente maiores quando o estresse de umidade ocorre nos períodos de 20 dias antes até 20 dias após o florescimento (Robinson, 1978).

Em outras pesquisas, o girassol foi mais sensível ao estresse no estágio de 25 dias após a semeadura do que no florescimento ou maturação (Talha & Osman, 1975).

A necessidade de água da cultura vai aumentando com o desenvolvimento da planta, partindo de valores ao redor de 0,5 a 1 mm/dia durante a fase da semeadura à emergência para valores médios de 6 a 7 mm/dia na floração e no enchimento de grãos, decrescendo após esse período, na região de Piracicaba-SP. Uma adequada disponibilidade de água durante o período da germinação à emergência é necessária para a obtenção de uma boa uniformidade na população de plantas (Castro, 1999).

A água é crítica para a formação do óleo no período entre a formação das flores nos capítulos e o amadurecimento dos aquênios. A falta de água neste intervalo acarreta a diminuição no conteúdo de óleo dos aquênios. Gimenez et al. (1975) e Unger et al. (1976) também relatam que grãos de girassol

provenientes de campos irrigados apresentam, na maioria das vezes, maiores porcentagens de óleo.

Castro (1999) destaca a sensibilidade máxima do girassol à seca 20 dias antes e 20 dias após a floração, época em que o déficit hídrico diminui consideravelmente a produção de aquênios e o conteúdo de óleo. A pior influência da seca sobre o conteúdo de óleo ocorre nos primeiros 10 dias após o secamento das flores liguladas, sendo portanto essa fase a mais crítica para a quantidade e qualidade da produção de girassol.

O período do florescimento é o mais sensível ao déficit de água, o qual pode causar consideráveis decréscimos no rendimento. A formação das sementes é o próximo período mais sensível ao déficit de água, causando reduções severas tanto no rendimento das sementes quanto no teor de óleo (Andrade, 2000).

Unger (1990) explica que a água requerida pelo girassol varia de 600 a 1000 mm, dependendo do clima e do ciclo da cultura. Aumentos na evapotranspiração são observados no estabelecimento e florescimento da cultura, podendo ainda ser mantidos durante a formação das sementes e início da maturação.

A porcentagem total de água usada pela cultura nas diferentes fases é cerca de 20% no período vegetativo, 55% durante o florescimento e 25% durante a formação das sementes e a maturação (FAO, 1979). O coeficiente de cultura (kc) é 0,3 a 0,4 durante o estágio inicial (20 a 25 dias), 0,7 a 0,8 durante o estabelecimento da cultura (35 a 40 dias), 1,05 a 1,2 durante o florescimento (40 a 50 dias), 0,7 a 0,8 durante os próximos 25 a 30 dias e 0,4 da maturação até a colheita.

Conforme Silva (1990), as necessidades hídricas para a cultura do girassol, no Brasil, ainda não estão bem definidas, mas de um modo geral variam de 200 a 900 mm por ciclo e os maiores rendimentos são obtidos na faixa de 500 a 700 mm, desde que bem distribuídos. Na irrigação do girassol deve-se calcular

o volume de água, para uma profundidade de até 60 cm. Assim, de um modo geral, são utilizados de 5000 a 10000 m³ de água por hectare, parcelados de acordo com as fases da planta e tipos de solo.

Devido ao sistema radicular profundo, 2 a 4 irrigações são usualmente suficientes quando a cultura é semeada em solos profundos e de textura média. Quando o suprimento de água é limitado, economia de água pode ser feita durante o período de maturação (Unger, 1990).

Segundo Gimenez et al. (1975), as reposições de 75 a 100% da água perdida por evapotranspiração resultaram em maiores rendimentos do que as reposições de 50% ou menos. Em suas pesquisas, obtiveram 3110 kg/ha de grãos quando toda água evapotranspirada foi repostada (520 mm), 2800 kg/ha pela reposição de 44% da perda por evapotranspiração, 2340 kg/ha pela reposição de 22% das perdas por evapotranspiração e 1800 kg/ha para a testemunha não irrigada.

De acordo com Unger (1990), quando a evapotranspiração máxima for 5 a 6 mm/dia, o suprimento de água é afetado quando a depleção for cerca de 45% do total de água disponível no solo. Relata ainda, que sob condições de irrigação, rendimentos de grãos de 2,5 a 3,5 t/ha são comumente obtidos. A eficiência de utilização da água para grãos colhidos contendo 6 a 10% de umidade é de 0,3 a 0,5 kg/m³.

Ensaio oficiais de girassol coordenado pela EMBRAPA/Soja, em 2002/2003, no período de safra, conduzido em Três de Maio, Campo Mourão e Londrina-PR e Manduri-SP, permitiram uma análise conjunta de treze genótipos de girassol, onde encontraram médias de produtividade de grãos, teor e produtividade de óleo dos grãos, para os híbridos H250 e H251, de 1521,3 kg/ha, 41% e 630 kg/ha, e 1641,2 kg/ha, 32,8% e 560,9 kg/ha, respectivamente (EMBRAPA, 2003b).

Ensaiois oficiais de girassol coordenados pela EMBRAPA/Soja, no período de safrinha, em 2003, conduzido em Cravinhos, Manduri e São Manuel-SP, Jataí-GO, Campo Novo dos Parecis e Campo Verde-MT, Chapadão do Sul e Dourados-MS, Planaltina-DF, Sete Lagoas-MG, Balsas e Timon-MA e em 2002, conduzido em Cravinhos-SP, Jataí-GO, Nova Mutum e Campo Novo dos Parecis-MT, e Planaltina-DF, permitiram uma análise conjunta de doze genótipos de girassol, onde encontraram médias de produtividade de grãos, teor e produtividade de óleo dos grãos, para os híbridos H250 e H251, de 1718,6 kg/ha, 42,8% e 742 kg/ha, e 1919,1 kg/ha, 37,6% e 706,8 kg/ha, respectivamente (EMBRAPA, 2003b).

Ensaiois oficiais de girassol coordenados pela EMBRAPA/Soja, em 2002, no período de safrinha, conduzido em Campo Novo dos Parecis e Nova Mutum-MT, Cravinhos e Manduri-SP e Jataí-GO, permitiram uma análise conjunta de dezesseis genótipos de girassol, onde encontraram médias de produtividade de grãos, teor e produtividade de óleo dos grãos, para os híbridos H250 e H251, de 1602 kg/ha, 43,04% e 662,53 kg/ha, e 1780 kg/ha, 37,15% e 574,60 kg/ha, respectivamente (EMBRAPA, 2003a).

Ensaiois oficiais de girassol coordenados pela EMBRAPA/Soja, no período de safra, em 2001/2002, conduzido em Londrina-PR e Manduri-SP, permitiram uma análise conjunta de dezenove genótipos de girassol, onde encontraram médias de produtividade de grãos, teor e produtividade de óleo dos grãos, para os híbridos H250 e H251, de 1765 kg/ha, 40,63% e 815,81 kg/ha, e 2186 kg/ha, 39,23% e 864,38 kg/ha (EMBRAPA, 2003a).

Andrade (2000) estudando duas lâminas de reposição de água (100% e 50% da ETc) na cultura do girassol, em Jaboticabal-SP, observou incrementos de 34% na produtividade para o tratamento com 100% de reposição da ETc, que correspondeu a 60% da água disponível no solo.

Cinco agricultores, em diferentes locais do Paraná, trabalhando com os híbridos de girassol H250 e H251, sem irrigação, encontraram médias de produtividade dos grãos em torno de 1954,32 kg/ha e 1749,12 kg/ha, para os cultivares H251 e H250, respectivamente (Helianthus do Brasil, 2005).

Lemos & Vazquez (2005), trabalhando com os híbridos H250 e H251 de girassol, no período de safrinha e sem irrigação, em Fernandópolis, SP, encontraram produtividades médias de grãos de 2828,7 e 1050,8 kg/ha, e peso de 1000 aquênios, de 62,4 e 37,4 g, respectivamente.

Em Londrina-PR, Leite & Carvalho (2005) trabalhando com os híbridos H250 e H251 de girassol, encontraram produtividades médias de grãos de 1682 e 1839 kg/ha, e peso de 1000 aquênios de 40,08 e 43,35 g, respectivamente.

Silva, A.G. et al. (2005) e Silva, M.R. et al. (2005), trabalhando com esses mesmos híbridos H250 e H251, no período de safrinha e sem irrigação, em Lucianópolis-SP e Rio Verde-GO, encontraram produtividades médias de grãos de 2000 e 1056 kg/ha, respectivamente.

Carvalho et al. (2003) avaliando o desempenho produtivo de 14 genótipos de girassol nas regiões Centro-Oeste e Sudeste do Brasil, com semeadura em fevereiro/março, verificaram rendimento médio de aquênios de 1701 kg/ha, teor médio de óleo nos aquênios de 40,3% e produção média de óleo nos aquênios em torno de 668 kg/ha.

Gomes et al. (2003), trabalhando com a cultura de girassol, em Limeira-SP, com semeadura em junho, observaram incrementos de 28% e 44% na produtividade de grãos dos tratamentos irrigados nas fases críticas (aparecimento do botão floral e enchimento de grãos) e dos tratamentos irrigados durante todo o ciclo da cultura, respectivamente, quando comparados aos tratamentos não irrigados. Observou também aumento de 10% no peso médio de 1000 aquênios nos tratamentos irrigados (70,1 g) quando comparados com os tratamentos não irrigados (63,9 g).

Castro (1999), trabalhando com plantas de girassol em vasos, em Piracicaba-SP, com semeadura em março, observou incrementos na produtividade dos grãos (g/planta) de 129%, 65% e 32% nos tratamentos sem restrição hídrica durante todo o ciclo da cultura, com restrição hídrica a partir do início do florescimento e com restrição hídrica a partir do início de enchimento de aquênios, respectivamente, quando comparados com os tratamentos com restrição hídrica durante todo o ciclo da cultura.

Bevitori (1993), em Goiânia-GO e Castiglioni et al. (1993), em Londrina-PR, avaliando 15 e 17 genótipos de girassol, observaram uma média para a produtividade de grãos de 1081 e 2953 kg/ha e uma média para o peso de 1000 aquênios de 47,10 g e 43,6 g, respectivamente.

Rizzardi et al. (1993) avaliando a influência da densidade de plantas e espaçamento entre linhas no rendimento de grãos de girassol, em Passo Fundo-RS, observaram que a densidade que propicia um maior rendimento de grãos estava na faixa de 50 a 70 mil plantas/ha, independente do espaçamento entre linhas.

Gomes et al. (2005) trabalhando com girassol irrigado, em Limeira-SP, nos anos de 2001, 2002 e 2003, observaram que sob severo estresse hídrico e sob estresse hídrico moderado, com suplementação hídrica nas fases de formação do botão floral e enchimento de grãos, a produção de grãos de girassol reduziu cerca de 30 e 17,2 %, respectivamente, em comparação com plantas sem restrição hídrica.

2.4 Desenvolvimento do girassol

A produção econômica de uma cultivar é o somatório de todas as interações planta – ambiente. Para se compreender melhor a natureza dos seus

controles internos, são necessárias medidas mais detalhadas que apenas a produção final (Machado et al., 1982).

O girassol caracteriza por um crescimento vagaroso nos primeiros 30 dias após a emergência, atingindo altura aproximada de 30 cm neste período. Durante os próximos 30 dias a altura das plantas quadruplica alcançando seu máximo ao redor dos 70 a 80 dias após a emergência (Unger, 1990).

Ungaro et al. (1985), visando avaliar o desenvolvimento do girassol (cv. Anhandy), em duas épocas de semeadura, verão (11/10) e inverno (30/03), verificaram que as folhas atingiram a máxima quantidade de assimilados no florescimento, com pequeno decréscimo logo após, provavelmente devido ao dreno para os aquênios. Por sua vez, as hastes continuaram a crescer após o florescimento, enquanto que os capítulos apresentaram acúmulo de massa seca até próximo à maturidade fisiológica.

Silva et al. (1995), avaliando densidades populacionais (25.000 a 75.000; 25.000 a 50.000, e 30.000 a 90.000 plantas.ha⁻¹) para cultivares de girassol de ciclo longo (Contisol, DK 180 e GR-10) e ciclo precoce (Contisol 711 e GR-16), concluíram que os cultivares de ciclo precoce obtiveram os maiores rendimentos de aquênios sob densidades mais elevadas do que cultivares de ciclo longo, por possuírem características (menor altura de planta e massa vegetativa) que determinaram menor sombreamento e portanto melhor aproveitamento da luz.

Nakagawa et al. (1989), estudando plantas do cultivar IAC – Anhandy, cultivadas sob seis espaçamentos entre linhas, observaram que os maiores valores para diâmetro de capítulo e massa de aquênios por capítulo foram obtidos com o espaçamento de 0,8 m, enquanto o rendimento de aquênios foi maior com o espaçamento de 0,7 m.

Sarder et al. (1991), estudando plantas de girassol em nove diferentes épocas de semeadura (15 de janeiro até 31 de março), observaram decréscimos

no diâmetro de capítulo e rendimentos de aquênios, com o atraso na época de semeadura. Em função desses resultados, os autores recomendam semear o mais cedo possível, dentro da época denominada “seca”.

A EMBRAPA (1983) afirma que um dos principais fatores que contribuem para o sucesso da cultura do girassol é o estabelecimento de uma população de plantas adequada e uniformemente distribuída. Em casos de população elevada, pode ocorrer o estiolamento das plantas devido à competição pela luz, promovendo o seu acamamento, causando diminuição da ventilação e consequente aumento da incidência de doenças, refletindo negativamente sobre o diâmetro de capítulo e portanto, o rendimento.

2.5 Susceptibilidade à doença mancha de alternaria

Um dos fatores limitantes para a produção de girassol no mundo é a ocorrência de doenças. Estima-se que as doenças causam uma perda anual de 12% da produção de girassol no mundo. No Brasil, não há dados exatos sobre qual o dano na produção provocado pela doença, mas sabe-se que este pode ser mínimo ou chegar a 100%, dependendo das condições climáticas (Leite, 2002).

O girassol cultivado (*H. annuus*) e as espécies de *Helianthus* perenes são hospedeiros de uma ampla variedade de fungos, bactérias e vírus. O girassol é hospedeiro de mais de 35 microorganismos, a maioria fungos, que podem, dependendo de condições climáticas, levar à redução significativa da produção e qualidade do produto, podendo prejudicar a expansão da cultura (Leite, 2002).

Em levantamentos realizados no início da década de 80, cerca de 16 doenças foram relatadas no Brasil. Algumas têm importância significativa, sendo a mancha de alternaria e a podridão branca, as mais prejudiciais à cultura (EMBRAPA, 1983).

Os sintomas iniciais típicos nas folhas são pequenas pontuações necróticas com cerca de 3 a 5 mm de diâmetro, de coloração variável da castanha à negra, de formato arredondado a angular, com halo clorótico. As lesões características apresentam círculos concêntricos, semelhantes a um alvo. Essas lesões podem coalescer, formando áreas extensas de tecido necrosado, provocando a seca prematura da folha e, conseqüentemente, a desfolha precoce das plantas. Os sintomas manifestam-se primeiramente nas folhas mais baixas, expandindo, posteriormente, para toda a planta. Entretanto, pode ocorrer infecção generalizada das folhas, independentemente de sua posição na planta (Almeida et al., 1981).

A doença afeta a planta pela diminuição da área fotossintética, devido à formação de manchas foliares e à desfolha precoce, resultando na redução do diâmetro dos capítulos, do número de aquênios por capítulo, do peso de 1000 aquênios e do teor de óleo. Plantas severamente afetadas apresentam a maturação antecipada (Leite, 2002).

Os resíduos culturais são uma significativa fonte de inóculo para sua ocorrência; no entanto, há necessidade de condições climáticas favoráveis para que o fungo se desenvolva como, por exemplo, temperaturas entre 24° e 27° C e alta incidência de chuvas. Os conídios necessitam de água livre para germinarem e causarem infecção. O grau de infecção aumenta gradualmente com o período de retenção de água sobre as plantas, aumentando rapidamente quando essa retenção cresce de 12 para 48 horas (Ungaro, 2000).

Leite (2002) afirma que as plantas de girassol são susceptíveis à doença durante os estádios de desenvolvimento, com uma fase de maior susceptibilidade desde o surgimento das anteras até o enchimento de grãos e que ao determinar a influência da temperatura no desenvolvimento da mancha de alternaria, em Piracicaba-SP, sob condições controladas em plantas de girassol, observou que a

doença foi mais severa na temperatura de 25° C e para seu desenvolvimento na temperatura mínima de 13° C e a máxima de 35,8° C.

Maior severidade é observada em estádios mais adiantados de desenvolvimento, após o florescimento. Entretanto, em condições ótimas para infecção, plantas de 15 dias de idade podem apresentar mortalidade de 100% (Godoy & Fernandes, 1985).

A influência do clima na epidemiologia da mancha de *Alternaria* foi estudada em 12 épocas de semeadura, no Estado de São Paulo, por meio da análise de progresso da doença e de correlações de sua intensidade com variáveis climáticas, mostrando que a variável precipitação foi a que mostrou maior influência sobre a taxa de infecção aparente da doença em girassol (Sentelhas et al., 1996).

Estudos preliminares realizados no Brasil sobre o desenvolvimento da mancha de *alternaria* em girassol, em diferentes épocas de semeadura, demonstraram que os menores índices de infecção foram sempre observados nas semeaduras dos meses de outubro e novembro. Resultados de uma safra de avaliação indicaram que o inóculo do fungo oriundo das primeiras semeaduras mostrou-se importante na disseminação da doença às plantas das últimas semeaduras (Carvalho et al., 1995).

Observações realizadas indicaram que a mancha de *alternaria* é a doença predominante em todas as épocas de semeadura, nas diferentes regiões de cultivo (Leite, 1997).

Huguet et al. (2003), estudando a evolução de 29 cultivares de girassol frente a *alternaria* no norte da Argentina, observou que a cultivar H251 apresentou-se 17% mais susceptível à doença do que a cultivar H250.

Leite & Carvalho (2005), trabalhando com dez genótipos de girassol, em Londrina-PR, observou para os híbridos H250 e H251, severidade à mancha de

alternaria de 10,11 e 7,52 %, onde a média geral de todos os genótipos ficou em torno de 10,43%.

O desenvolvimento e a implementação de uma estratégia de manejo de doenças na cultura do girassol requer informações precisas e acuradas sobre o dano causado pelos patógenos. Assim, a quantificação dessa doença, normalmente expressa em severidade ou área sob a curva de progresso da doença é importante para se estabelecer o nível de dano na produção do girassol.

A proposta de estabelecer um sistema padronizado para orientar a avaliação da mancha de alternaria em folhas de girassol é de grande responsabilidade, já que, se o sistema for deficiente, o custo de sua utilização pode ser maior do que os benefícios alcançados com seu uso. Mesmo assim, a padronização é altamente desejável, já que a uniformidade de metodologia de avaliação de doenças torna comparáveis os resultados obtidos em experimentos de instituições públicas e privadas em diferentes localidades.

Pensando nisso, Leite & Amorim (2002) propuseram uma escala diagramática considerada adequada para avaliações da severidade da mancha de alternaria no campo e em condições controladas, que está sendo utilizada para elaboração de curvas de progresso da doença, estudos de componentes monocíclicos e determinação de danos na cultura do girassol.

2.6 Custos de irrigação

A irrigação é uma tecnologia que requer investimentos consideráveis e está associada à utilização intensiva de insumos, tornando-se imprescindível a análise dos componentes de custos dos sistemas empregados (Melo, 1993).

No processo de produção agrícola irrigada, é necessário distinguir agricultura irrigada de irrigação. Os custos associados à primeira dizem respeito à produção agrícola obtida com uso da irrigação, abrangendo todos os elementos

necessários à produção agrícola, inclusive a água suprida por irrigação. Já os custos pertinentes à irrigação decorrem apenas dos fatores e insumos utilizados para suprir a água utilizada na produção agrícola. No caso da irrigação, portanto, tem-se tipicamente um problema de cálculo de custos de um insumo – água – a ser empregado na produção de outros bens (Melo, 1993).

Segundo Bonomo (1999), os custos anuais de irrigação devem incluir todos os custos associados com a compra do equipamento, operação e manutenção do sistema de irrigação. Adicionalmente ao custo do sistema de irrigação, devem ser acrescentados outros custos associados com a produção da cultura irrigada.

Desse modo, o custo anual de um empreendimento de irrigação pode ser determinado a partir dos seguintes itens de custos: custo da água, o qual pode incluir os custos de obtenção dos direitos e permissão de uso de água, ou a tarifa anual de distribuição de água de um distrito de irrigação; custo anual de compra ou aluguel do sistema de irrigação, que vai incluir o custo da depreciação do investimento; custo em energia para a operação do sistema; custo para reparo, operação e manutenção do sistema, incluindo a mão-de-obra; taxas e seguros; outros custos com a agricultura irrigada e custos de produção da empresa agrícola. (Silva, 2002).

A depreciação dos componentes de um sistema de irrigação é baseada na esperada vida útil do equipamento. A variabilidade da vida útil esperada de um componente pode ocorrer em razão das diferenças de condições físicas de operação, do nível de reparo, operação e manutenção praticada e do número total de horas em que o sistema é usado em cada ano (Bonomo, 1999). De acordo com Francisco (1981), vários são os métodos utilizados para o cálculo da depreciação, a exemplo do: método linear, método da taxa constante, método da taxa variável, método da Cole, método da capitalização e método das anuidades. A escolha de

um ou outro método depende do recurso produtivo que se está depreciando, além de outros fatores.

Segundo Programa Nacional de Irrigação (1987), dentre as inúmeras despesas que acarreta a implantação de um sistema de irrigação, sobressaem as seguintes: energia, mão-de-obra, lubrificantes e água. A energia é necessária para acionar os motores das casas de bomba, equipamentos de irrigação e máquinas usadas no deslocamento dos sistemas. Porém, segundo Scaloppi (1985), tem sido extensivamente reconhecido que não existe sistema de irrigação ideal, em relação à utilização de energia. A quantidade total de energia requerida por unidade de área irrigada depende da quantidade de água aplicada, da energia para fornecer a quantidade de água requerida na área a ser irrigada (perdas de carga + altura geométrica), da energia hidráulica requerida pelo sistema de irrigação (pressão de serviço + energia para locomoção) e da eficiência total do sistema de bombeamento. A mão-de-obra são as despesas com salários e encargos sociais de todas as pessoas envolvidas na operação do sistema de irrigação, inclusive fiscais, supervisores – caso existirem. Os lubrificantes são os custos referentes à utilização do lubrificante – óleo do cárter do motor, tratores, etc. E o custo da água somente terá importância quando seu fornecimento for cobrado pela Administração Pública.

2.7 Custos de produção

Os fundamentos teóricos ligados à tecnologia, aos preços dos insumos e à busca da eficiência na alocação dos recursos produtivos constituem a base da relação entre custo total e produção. O custo total de produção constitui-se na soma de todos os pagamentos efetuados pelo uso dos recursos e serviços, incluindo o custo alternativo do emprego dos fatores produtivos.

Na teoria do custo, para efeito de planejamento, deve-se determinar o período de tempo, que pode ser de curto ou longo prazos. No curto prazo, os recursos utilizados são classificados em custos fixos e variáveis, sendo fixos aqueles que não se incorporam totalmente ao produto e os custos variáveis, por sua vez, se incorporam ao produto, necessitando ser repostos a cada ciclo do processo produtivo (Reis, 2002).

A conceituação de alguns custos, componentes que formam o custo de produção, faz-se necessária para estudos do custo de produção. Os custos fixos (CF) são aqueles correspondentes aos insumos que têm duração superior ao curto prazo. Sua renovação se dá a longo prazo, uma vez que não se incorporam totalmente ao produto a curto prazo, fazendo-o em tantos ciclos produtivos quanto o permitir sua vida útil. Constitui-se em recursos que dificilmente serão alterados a curto prazo e independem da variação do volume produzido. Por outro lado existem os custos variáveis (CV) que referem aos recursos com duração inferior ou igual ao curto prazo, no qual se incorporam totalmente ao produto, sendo a sua recomposição feita a cada ciclo do processo produtivo e podem provocar alterações quantitativas e qualitativas no produto dentro do ciclo, sendo facilmente alteráveis. A soma dos custos fixos e variáveis representa o custo total (CT), que corresponde a todos os custos durante o ciclo de produção da atividade agrícola para produzir certa quantidade do produto.(Silva, 2002). Outra classificação, importante para a análise, divide-se em custo alternativo ou de oportunidade e custo operacional (Cop) e para facilitar as análises em termos unitários, apuram-se os custos médios (CMe).

Os custos operacionais constituem os valores correspondentes às depreciações e aos insumos empregados, equivalentes ao prazo de análise e os custos alternativos correspondem à remuneração que esses recursos teriam se fossem empregados na melhor das demais alternativas econômicas possíveis. (Reis et al., 2001).

O custo econômico obtém-se da soma entre o custo operacional e o custo alternativo. O custo operacional é dividido em custo operacional fixo (CopF), composto pelas depreciações e custo operacional variável (CopV), constituído pelos desembolsos. O custo operacional total (CopT) é a soma do custo operacional fixo e operacional variável. A finalidade dos custos operacionais na análise é a opção de decisão em casos em que os retornos financeiros sejam inferiores ao de outra alternativa, representada pelos custos de oportunidade. Neste sentido, ainda podem fazer importantes interpretações com base neste tipo de custo. (Reis, 2002).

Quando se divide o custo desejado pela quantidade (q) do produto agrícola produzido naquele ciclo estudado, encontra-se o custo médio (CMe). É importante para se realizar as análises em termos unitários comparando-se com os preços do produto.

Os resultados das condições de mercado e rendimento da empresa agrícola (ou atividade produtiva) são medidos pelo preço do produto ou pela receita média. A receita média pode ser considerada como o preço do produto mais o valor médio das vendas de produtos secundários (subprodutos). (Reis, 2002).

A análise econômica da atividade em questão por unidade produtiva é obtida comparando-se o preço recebido pelo produto com os custos totais médios. No caso em que o preço é superior ao custo total médio, tem-se uma situação de lucro supernormal (econômico), indicando que a atividade está obtendo retornos maiores que as melhores alternativas possíveis de emprego do capital, podendo expandir-se no médio ou longo prazo. Em se tratando de uma situação em que o preço é igual ao custo total médio, ocorre o lucro normal, significando estabilidade, mantendo assim o nível de produção a curto e longo prazos. O lucro normal é o próprio custo alternativo. (Silva, 2002).

No caso em que o preço do produto não cobre os custos totais médios, levando a um processo de descapitalização, pode-se utilizar o custo operacional para análise de rentabilidade de empreendimento, utilizando-se assim o conceito de resíduo (RS). Se a renda média ou o preço for maior que o custo operacional total médio, a atividade apresenta resíduo positivo. Ainda se trata de um retorno, mesmo que inferior aos possíveis de se obter em outras melhores alternativas. Indica que a empresa está cobrindo todos os custos operacionais, fixos e variáveis, mas rendendo menos que o valor alternativo (ou de oportunidade). (Reis, 2002).

Caso o preço seja igual ao custo operacional total médio, o resíduo é nulo. Neste caso, a atividade cobre todos os custos operacionais, mas não proporciona a remuneração do capital empatado na atividade. Uma atividade nesta situação não pode sustentar-se por muito tempo. Se o preço é menor que o custo operacional total médio, mas ainda superior ao custo operacional variável médio, a atividade está cobrindo todos os custos operacionais variáveis (as despesas do capital de giro) e somente parte do operacional fixo (depreciações). Nesta situação, o empreendimento pode sustentar-se só no curto prazo, não levando em conta a remuneração do capital e a reposição de parte dos recursos fixos. É um processo de descapitalização. Se o preço é igual ao custo operacional variável médio, a atividade cobre as despesas de custeio com recursos variáveis, sustentando-se por pouco tempo, tendendo a mudar de ramo se a situação assim permanecer. Se o preço é menor do que o custo operacional variável médio, então a atividade para cobrir as despesas de custeio com recursos variáveis, as quais são obrigatórias no curto prazo, terá de injetar recursos de outras fontes, o que se trata de subsídio à atividade. (Reis, 2002).

O nível de produção no qual uma atividade tem seu custo total (ou operacional total) igual à sua receita total é indicado pelo ponto de nivelamento (q_n) e de resíduo (q_r). Ele mostra o nível mínimo de produção além do qual a

atividade daria lucro econômico (ou resíduo positivo). O ponto de nivelamento, em que se encontra o lucro normal, é a posição cuja receita total é igual ao custo total ($RT=CT$). O ponto de resíduo é encontrado onde o resíduo é nulo e neste ponto a receita total é igual ao custo operacional total ($RT=CopT$). As estimativas de q_n e q_r permitem uma avaliação da situação presente estudada, com possíveis situações de otimização ou as possibilidades de se chegar a elas. (Reis, 2002).

Se a empresa é capaz de ajustar-se totalmente a mudanças de circunstâncias, alterando o tamanho do empreendimento, de forma que não existem fatores fixos, trata-se da análise a longo prazo. A empresa em cada nível de produção procura otimizar esta produção com menor custo total, através da alocação ótima dos fatores produtivos. (Silva, 2002).

2.8 Lucro

A diferença entre as receitas e os custos representa o lucro, podendo ser total, para toda a produção, ou médio, por unidade de produto. Visando a análise econômica três conceitos de lucro devem ser considerados, segundo Reis (2002):

Lucro Normal: ocorre quando a receita for igual ao custo, ou seja, quando o preço recebido pelo produto se igualar ao seu custo total médio, quando neste se incluem os custos alternativos. Refere-se ao rendimento alternativo dos recursos de produção.

Lucro Supernormal ou Econômico: uma empresa estará tendo lucros supernormais ou econômicos quando o preço de mercado de um produto qualquer for superior ao custo total médio do mesmo.

Lucro sobre Capital e Trabalho: neste caso a renda que a empresa obtém com o produto cobre apenas os custos médios fixos e variáveis operacionais.

2.9 Viabilidade econômica do cultivo de girassol

De acordo com Agriannual (2005), o custo total de produção para o girassol, em R\$/ha, safra 2004, considerando uma produtividade de 2100 kg/ha, cultivado no sistema convencional e sem irrigação na região de Goiás, foi estimado em R\$1052,90 e o custo total por saca de 60 kg, em torno de R\$30,08, com uma receita de R\$1113,00 por hectare, gerando uma margem bruta de R\$61,00 por hectare. Já no sistema de plantio direto, o custo total foi estimado em R\$1115,80 por hectare, R\$27,89 por saca de 60 kg, uma receita de R\$1272,00 por hectare, gerando uma margem bruta de R\$157,00 por hectare. Cabe lembrar que este custo foi feito considerando apenas os fatores variáveis envolvidos no sistema de produção.

Grando (2005) afirma que, plantando girassol entre os meses de janeiro, fevereiro e início de março, os produtores poderão colher de 1800 a 2000 quilos por hectare, representando uma receita de R\$900,00 a R\$1000,00 por hectare, a um custo de produção de R\$500,00 por hectare, gerando um lucro em torno de R\$400,00 por hectare.

Ungaro (2005) afirma que, para produtividades de 2000 e 2600 kg/ha de girassol, o custo total de produção foi estimado em R\$546,66 e R\$736,86 por hectare, respectivamente. O custo por saca de 60 kg foi estimado em R\$16,40 e R\$17,01, com uma receita de R\$949,92 e R\$1234,92 por hectare, gerando uma margem bruta de R\$403,26 e R\$498,06 por hectare, para 2000 e 2600 kg/ha, respectivamente. Esses custos foram estimados considerando apenas os recursos variáveis que compõem o sistema de produção de girassol.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterização da área experimental

O experimento foi conduzido em área experimental do Departamento de Engenharia da Universidade Federal de Lavras (UFLA), em Lavras, Minas Gerais, localizada a 21° 14' 06'' de latitude sul e 45° 00' 00'' de longitude oeste, a uma média de 918 m de altitude (Castro Neto & Silveira, 1983), durante o período de março a julho de 2004.

A cidade de Lavras apresenta clima do tipo Cwa, de acordo com a classificação de Köppen (1970), caracterizada por duas estações definidas: uma de seca, de abril a setembro e a outra chuvosa, de outubro a março. Apresenta temperatura média diária de 19,4° C, precipitação total média anual de 1.529,7 mm de lâmina d'água e umidade relativa do ar média diária de 76,2% (BRASIL, 1992a). Os dados relativos à precipitação, temperatura e umidade relativa do ar, durante o período de desenvolvimento da cultura de girassol na safrinha, encontram-se nas Figuras 1A e 2A dos anexos.

O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Vermelho distroférrico, analisado quanto às características físicas e químicas pelo Laboratório de Análise do Solo, do Departamento de Ciência do Solo da UFLA, de acordo com os resultados apresentados nas Tabelas 1 e 2, respectivamente. As curvas características de retenção de água do solo e suas respectivas equações, para as camadas de 0 a 20 cm e 20 a 40 cm de profundidade, segundo modelo de Van Genuchten descrito por Libardi (1995), encontram-se apresentadas na Figura 1 e Tabela 3, respectivamente.

TABELA 1. Resultados da análise física do solo da área experimental, UFLA, Lavras/MG, 2005¹.

Camada (cm)	Análise textural (dag/kg)			D _g (g/cm ³)	D _r (g/cm ³)	PMP (cm ³ /cm ³)	CC
	Areia	Limo	Argila				
	0 – 20	9	44	47	1,01	2,74	0,287
20 – 40	9	18	73	1,00	2,70	0,286	0,417

¹D_g = densidade global, D_r = densidade real, PMP = ponto de murcha permanente, CC = capacidade campo.

3.2 Cultivar

Foram utilizadas duas cultivares de girassol (*Helianthus annuus* L.): sementes dos híbridos Hélio 250 (H250) e Hélio 251 (H251), safra 2003, ambos classificados com 99,9% de pureza e 91% e 88% de germinação, respectivamente, provenientes da empresa Helianthus do Brasil Ltda., Uberlândia, Minas Gerais (Tabela 4).

3.3 Tratamentos e delineamento experimental

O experimento foi conduzido com base no esquema experimental apresentado na Figura 2, na qual pode-se observar a casualização dos tratamentos, que constaram de quatro lâminas de reposição de água (L_i), três doses de boro (B_i) e duas cultivares de girassol (C_i), tendo como exemplo a lâmina de 100% da Etc. Para as demais lâminas o procedimento foi semelhante. O esquema geral utilizado para as análises de variância foi o apresentado na Tabela 5.

TABELA 2. Resultados da análise química do solo da área experimental, UFLA, Lavras/MG, 2005¹.

Características	Camada (cm)	
	0 – 20	20 – 40
pH em água	5,9	6,0
P (mg/dm ³)	4,6	3,7
K (mg/dm ³)	67	31
Na (mg/dm ³)	1,8	7,4
Ca ²⁺ (cmolc/dm ³)	2,4	2,2
Mg ²⁺ (cmolc/dm ³)	1,3	1,1
Al ³⁺ (cmolc/dm ³)	0,0	0,0
H + Al (cmolc/dm ³)	2,9	2,6
SB (cmolc/dm ³)	3,9	3,4
t (cmolc/dm ³)	3,9	3,4
T (cmolc/dm ³)	6,8	6,0
V (%)	57,2	56,7
m (%)	0	0
ISNa (%)	0,20	0,94
M.O. (dag/kg)	2,6	2,5
P-rem (mg/L)	10,9	5,2
Zn (mg/dm ³)	4,9	4,0
Fé (mg/dm ³)	21,4	26,0
Mn (mg/dm ³)	66,4	39,8
Cu (mg/dm ³)	5,4	6,0
B (mg/dm ³)	0,1	0,1
S (mg/dm ³)	28,5	40,3

¹ Análises realizadas nos laboratórios do Departamento de Ciências do Solo da UFLA. t=C.T.C. efetiva; T=C.T.C. a pH 7,0; m=saturação por alumínio; V=saturação por bases; SB=soma de bases trocáveis; ISNa=índice saturação de sódio; P-rem=fósforo remanescente.

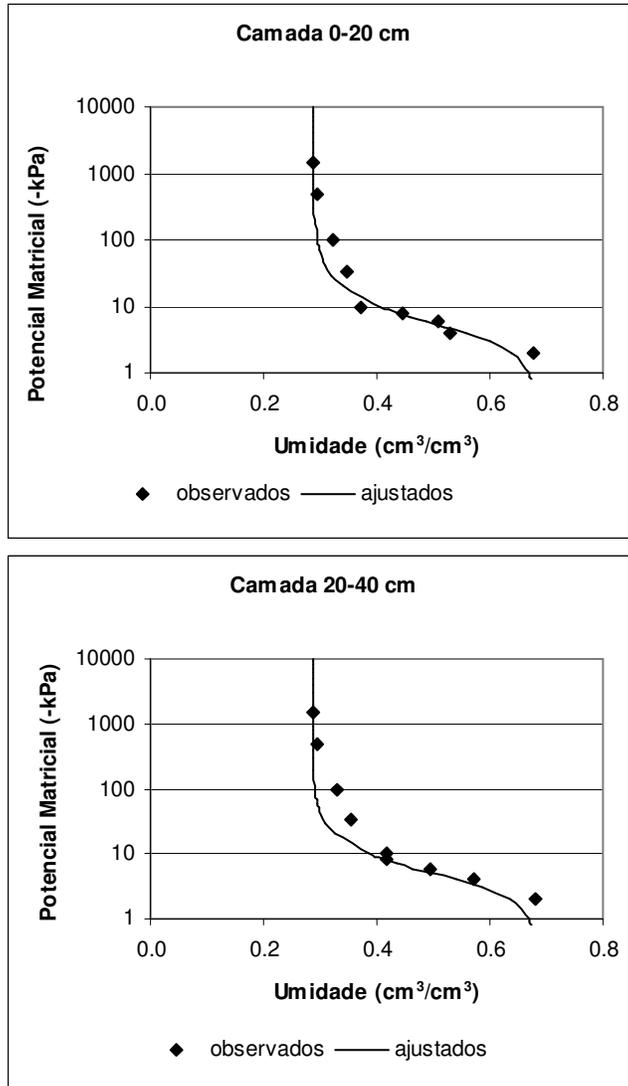


FIGURA 1. Curva característica de umidade do solo da área experimental nas camadas de 0 a 20 cm e 20 a 40 cm, segundo modelo van Genuchten, UFLA, Lavras/MG, 2005.

TABELA 3. Resultados da caracterização hídrica do solo da área experimental, UFLA, Lavras/MG, 2005¹.

Camada (cm)	Equação (van Genuchten)	r ²
0 a 20	$\theta = \frac{0,678 - 0,287}{\left[1 + (0,2441 * \psi_m)^{2,2517}\right]^{0,5559}} + 0,287$	0,958
20 a 40	$\theta = \frac{0,679 - 0,286}{\left[1 + (0,2361 * \psi_m)^{2,2000}\right]^{0,5455}} + 0,286$	0,966

¹ θ =umidade volumétrica (cm³/cm³); ψ_m =potencial matricial (kPa)

As lâminas de água foram aplicadas nas áreas efetivamente molhadas resultantes da multiplicação da evapotranspiração acumulada da cultura (ETc), entre dois dias de irrigação consecutivos, pelos fatores 0,75 (L₁); 1,00 (L₂) e 1,30 (L₃) e a testemunha sem irrigação (L₀). As doses de boro utilizadas foram 1,0 kg/ha (B₁); 2,0 kg/ha(B₂) e 3,0 kg/ha (B₃), aplicadas aos 25 dias após a emergência das plantas, junto com a primeira adubação de cobertura.

Em cada tratamento de lâmina de água procedeu-se a casualização dos demais tratamentos constituídos pelas combinações de doses de boro e cultivares, de acordo com o esquema fatorial 3 x 2, utilizando-se o delineamento de blocos casualizados, com três repetições.

Cada unidade experimental com 5 linhas de plantio apresentou uma área de 12,16 m², com 3,80 m de comprimento e 3,20 m de largura. A área útil com 3 linhas de plantio foi de 7,20 m², apresentando 3,00 m de comprimento e 2,40 m de largura. O experimento apresentou uma área útil total de 518,4 m².

Todos os dados coletados foram analisados estatisticamente por meio da análise de variância e aqueles fatores que apresentaram diferença significativa pelo teste F, foram analisados pelo teste t ao nível de 5%, através da comparação

de médias. Os fatores analisados foram o manejo de irrigação adotado, a dosagem de boro aplicada e a cultivar utilizada, bem como a interação entre eles. A ferramenta de análise estatística utilizada para as análises foi o programa SisVar for Windows, versão 4.3 (Ferreira, 1999).

TABELA 4. Principais características dos cultivares H250 e H251¹.

Características	H250	H251
Tipo de híbrido	Simples	simples
Cor do aquênio	Preta	Estriada
Dias da germinação a 50% da floração	50 a 60	52 a 65
Dias da germinação a maturação fisiológica	85 a 105	90 a 115
Autocompatibilidade	excelente	excelente
Reações a doenças: (de acordo com as condições ambientais)		
D.Mildew	Tolerante	Tolerante
Alternária	Tolerante	tolerante
Mofo branco	Tolerante	tolerante
Resistência ao Acamamento	Ótima	Ótima
Altura média plantas	160 a 180 cm	170 a 210 cm
Densidade na colheita (pl/há)	45000	40000
% óleo	44 a 48	39 a 42
Zona de recomendação	todo Brasil	todo Brasil
Produtividade (kg/ha)	< produtividade	> produtividade

¹ Helianthus do Brasil (2005).

TABELA 5. Esquema geral da análise de variância utilizada para as características avaliadas, UFLA, Lavras/MG, 2005.

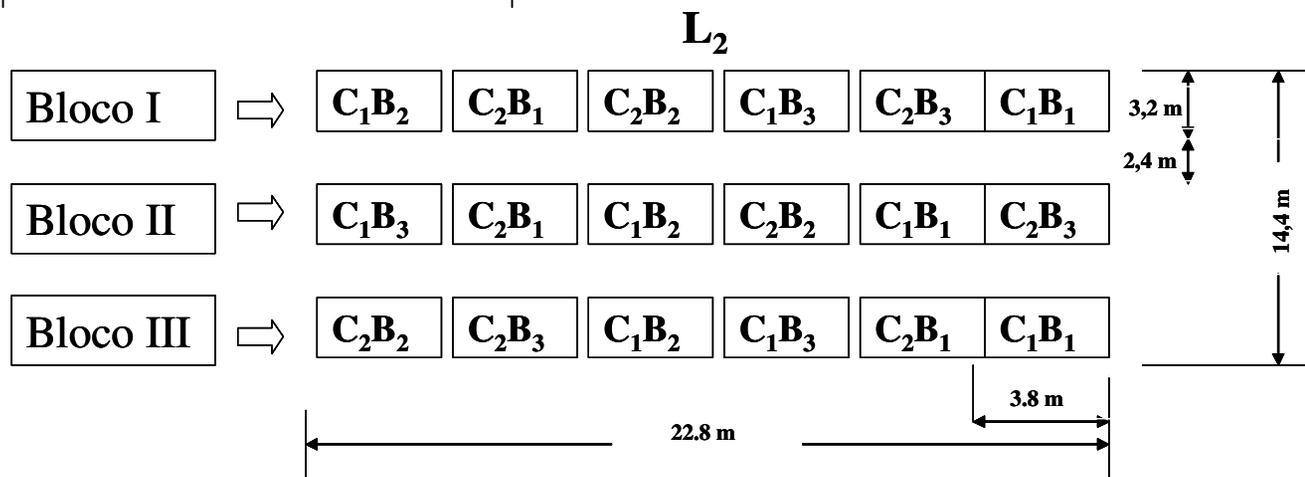
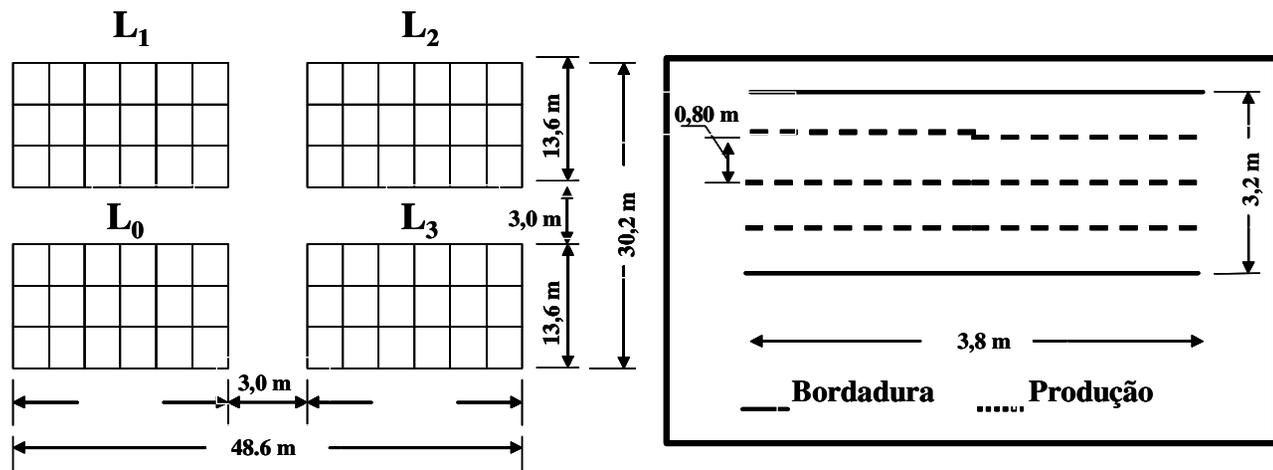
Fonte de variação	GL
lâminas	3
Erro = bloco (lâminas)	8
Boro	2
cultivar	1
boro x cultivar	2
lâmina x boro	6
lâmina x cultivar	3
lâmina x boro x cultivar	6
Erro	40
Total	71

3.4 Instalação e condução do experimento

Para o preparo adequado do solo, procedeu-se à aplicação de calcário com base no resultado da análise química do solo (Tabela 2). Para elevar o índice de saturação por bases a 70%, foram aplicadas 1,3 t/ha de calcário dolomítico com PRNT igual a 91,84%.

Em seguida procedeu-se uma aração de 30 cm de profundidade, seguida de duas gradagens, visando o destorroamento, incorporação do calcário e limpeza da área experimental.

A semeadura foi efetuada em sulco, manualmente, em 22 de março de 2004, à profundidade de 3 cm, acima e ao lado do adubo, tomando-se o cuidado de não deixar a semente entrar em contato direto com o adubo.



No momento da sementeira, a taxa média de germinação das sementes dos híbridos H251 e H250 foi de 90% e 77%, respectivamente, corrigidas para 100% de germinação e acrescidas de mais 100%. O espaçamento entre linhas de plantio foi de 0,80 m e a densidade de plantas de 5 plantas/metro (62.500 plantas/hectare). Após a emergência e estabelecimento das plantas foi realizado o desbaste ajustando-se o número de plantas de acordo com a densidade proposta no trabalho.

As adubações de plantio e de cobertura foram realizadas conforme a análise de solo e de acordo com as exigências da cultura do girassol (Comissão..., 1999). No plantio a recomendação foi de 20 – 100 – 20 kg/ha de N, P₂O₅ e K₂O, respectivamente; utilizou-se 360 kg/ha do formulado 8–28–16 + Zn, aplicado com a semeadora Jumil 2040, com três linhas de plantio.

A adubação de cobertura foi feita em dois parcelamentos, aos 25 e 45 dias após a emergência, aplicando-se 30 kg/ha de N e 30 kg/ha de K₂O, em cada parcelamento, tendo como fontes de nutrientes o sulfato de amônio e cloreto de potássio, respectivamente. Optou-se pela aplicação de toda a recomendação de boro, definida pelos tratamentos, aos 25 dias após emergência, junto com a primeira adubação de cobertura, utilizando como fonte deste nutriente o ácido bórico.

O micronutriente boro foi adicionado conforme análise de solo e segundo os tratamentos especificados.

Os tratos culturais e fitossanitários foram realizados de acordo com as exigências da cultura (EMBRAPA, 1983), constando duas aplicações do inseticida deltamethrin na dosagem de 300 mL/ha para controle de *Bemisia tabaci* e *Diabrotica Speciosa*. Para evitar o ataque de pássaros, no período de maturação, os capítulos das plantas, nas três linhas centrais, foram cobertos com sacos de papel, sendo estes grampeados para resistirem à ação do vento. Foram cobertas 30 plantas por parcela, totalizando 2160 plantas em todo o experimento.

3.5 Sistema e manejo da irrigação

Após o plantio, a lavoura experimental foi irrigada a fim de propiciar igualdade de condições de germinação às sementes. Após este período o solo foi levado aproximadamente à condição de capacidade de campo em todos os tratamentos, para posteriormente, iniciar-se a diferenciação dos tratamentos (27 de abril de 2004).

O experimento foi irrigado por gotejamento. O sistema constou de um conjunto moto-bomba que recalca a água até uma unidade central de controle (cabeçal de controle) constituída de filtros de areia e de disco, controlador de vazão, manômetros e conexões, linha principal de tubos de PVC, mangueiras de polietileno, registros e tubos de gotejamento In-line PC da Rain Bird, com diâmetro externo de 16 mm e vazão do gotejador de 1,6 litros por hora.

Os gotejadores se encontravam inseridos nos tubos, com espaçamento tal (0,30 m), que a superfície molhada formasse uma faixa contínua ao longo da linha de plantio.

Para assegurar a uniformidade no fornecimento de água às parcelas, foram realizados testes para verificar a uniformidade de distribuição de água no sistema, utilizando a metodologia descrita por Cabello (1996), por meio do Coeficiente de Uniformidade de Christiansen (CUC). O CUC médio (94%), tomado como padrão de referência, esteve acima do mínimo exigido (80%), preconizado por Bernardo (1996).

O manejo da irrigação foi feito por meio do tanque Classe A. Os dados climatológicos (evaporação e precipitação) foram obtidos diariamente, na Estação Climatológica Principal de Lavras - INMET (5º Distrito de meteorologia – Belo Horizonte, MG), localizada aproximadamente a 400 m da área experimental. Estes dados diários foram contabilizados e relacionados com o coeficiente de tanque Kt (FAO, 1979), a fim de se obter valores de ETo

diários. A partir dos valores de ETo diários e dos coeficientes de cultura (K_c) das diferentes fases de desenvolvimento, foi estimada a evapotranspiração máxima (ETc), corrigida posteriormente pelo coeficiente de localização (Cabello, 1996). Os coeficientes de cultura sugeridos pela FAO (1979) são apresentados na Tabela 1A dos anexos.

Após a diferenciação dos tratamentos adotou-se irrigações com turno de rega fixo (2 dias). Os valores referentes a ETc_{acum} e as lâminas aplicadas durante a diferenciação dos tratamentos, em cada mês, e as lâminas totais aplicadas em cada tratamento e precipitações são apresentadas na Tabela 6.

A estimativa da ETc_{acum} , foi calculada conforme as expressões (1) e (2).

$$ETc_{acum} = ECA_{acum} \cdot K_c \cdot K_t \cdot K_l \quad (1)$$

$$ECA_{acum} = \sum_{i=1}^n (ECA_i - P_i), \quad (2)$$

em que: ECA_{acum} = evaporação acumulada do tanque Classe A entre 2 irrigações consecutivas, mm;

K_c = coeficiente da cultura, adimensional;

K_t = coeficiente do tanque, adimensional.

K_l = coeficiente de localização, adimensional, calculado pela equação (3):

$$K_l = A_s + 0,15 \cdot (1 - A_s) \quad (3)$$

A_s = área de sombreamento da cultura (m^2). Durante o período vegetativo da cultura considerou-se, para fins de cálculo, a área efetivamente molhada (A_m), No restante do período considerou-se $A_s = A_t$ (área total entre linhas de plantio);

ECA_i = evaporação do tanque Classe A diária, mm;

P_i = precipitação diária, mm.

Utilizando as equações anteriores, calculou-se a ETc_{acum} , com a qual foi definido as lâminas de reposição de água pela irrigação. Realizada a irrigação, o valor da ETc_{acum} retornava a zero e reiniciava-se o somatório.

As lâminas de água e tempos de irrigação aplicados foram determinados utilizando-se as equações (4), (5) e (6).

$$L_n = C \cdot ETc_{acum} , \quad (4)$$

$$V_{apl} = L_n \cdot A_t , \quad (5)$$

$$t_{apl} = \frac{V_{apl}}{Q_{got} \cdot N_{got}} , \quad (6)$$

em que: L_n = lâmina de água a ser aplicada, mm (n=0;1;2;3);

C = porcentual da ETc_{acum} (para L_0 , $C=0$; L_1 , $C=0,75$; L_2 , $C=1$; L_3 , $C=1,30$);

V_{apl} = volume de água a ser aplicado na linha lateral, L;

A_t = área de influência da linha lateral, m^2 ;

t_{apl} = tempo de irrigação, h;

Q_{got} = vazão dos gotejadores, L/h;

N_{got} = número de gotejadores na linha lateral.

A suspensão dos tratamentos de irrigação ocorreu aos 108 dias após a semeadura e a colheita aos 113 dias. Para suspensão dos tratamentos de irrigação foi utilizado como critério, o estágio no qual os grãos estivessem na fase de maturação fisiológica (grãos com massa dura) e os capítulos com coloração castanha e as folhas da base e do meio da planta secas.

3.6 Características avaliadas

Avaliou-se as características referentes ao desenvolvimento fenológico das plantas, componentes de crescimento (altura de plantas, diâmetro de caule e

de capítulos), componentes de produção (produtividade de grãos e de óleo, teor de óleo dos aquênios e peso de 1000 aquênios), quebramento e acamamento de plantas, severidade da doença mancha de alternaria, eficiência do uso da água em produzir grãos e óleo e análise econômica da cultura irrigada.

TABELA 6. Estimativa da evapotranspiração acumulada da cultura ($ET_{c_{acum}}$), precipitação, lâminas de irrigação (L_1 , L_2 e L_3) e total de água recebida pela cultura, em mm, durante a diferenciação dos tratamentos de irrigação, UFLA, Lavras/MG, 2005¹.

Período	$ET_{c_{acum}}$	L_0	L_1	L_2	L_3
	(mm)				
Abril (4 dias)	20,80	-	15,60	20,80	27,04
Maió (31 dias)	99,98	-	74,99	99,98	129,97
Junho (30 dias)	142,94	-	107,21	142,94	185,82
Julho (7 dias)	47,78	-	35,84	47,78	62,11
$ET_{c_{acum}}$ Total	311,50				
Total de água aplicada		0,00	233,64	311,50	404,94
Precipitação do plantio até colheita = 185,5 mm					
Total irrig. + precipitação		185,50	419,14	497,00	590,44

¹ $L_0 = s/$ irrigação; $L_1 = 0,75ET_c$; $L_2 = 1,00ET_c$; $L_3 = 1,30ET_c$

3.6.1 Desenvolvimento fenológico

Após a definição dos estandes finais de plantas, foi feito o acompanhamento do desenvolvimento fenológico da cultura, com base na observação de dez plantas localizadas nas linhas úteis de cada parcela, segundo a

Escala Fenológica proposta por Schneiter & Miller (1981), apresentada nas Tabelas 2A e 3A dos anexos.

3.6.2 Altura de planta

A altura média foi determinada com base na observação de três plantas amostrais por parcela, na linha central, considerando-se como altura média de planta, a distância compreendida entre a superfície do solo e a região central de cada capítulo, conforme descrito por Castiglioni et al. (1994), a cada 15 dias a partir de 30 dias após a emergência, num total de cinco avaliações.

3.6.3 Diâmetro de caule

Foi realizada a leitura do diâmetro basal da haste do girassol por meio de paquímetro, em ponto a 10 cm acima da superfície do solo. As amostragens foram efetuadas em três plantas por parcela, na linha central, a cada 15 dias a partir de 30 dias após a emergência, num total de cinco avaliações.

3.6.4 Diâmetros externo e interno de capítulo

Os diâmetros externos e internos dos capítulos foram medidos com auxílio de régua graduada, considerando como diâmetro externo, a linha imaginária que une duas extremidades do receptáculo floral, passando pelo centro do capítulo e como diâmetro interno, a mesma linha imaginária porém, considerando as duas extremidades não fertilizadas do receptáculo floral. Foram utilizadas dez plantas de girassol de cada parcela, cujos receptáculos florais se apresentavam uniformemente formados. Por meio do cálculo das áreas externa e interna dos capítulos, calculou-se a área e a porcentagem da área fertilizada dos

mesmos. Os dados de porcentagem foram submetidos à análise de variância usando-se a transformação do tipo arco seno $\sqrt{x/100}$.

3.6.5 Produtividade de grãos

Procedeu-se a colheita manual dos capítulos, das três linhas centrais de plantas reservadas para esse fim, num total de 30 capítulos por parcela, quando estes apresentavam-se voltados para baixo e exibiam-se praticamente secos, com coloração amarelo-castanho, o que ocorreu aos 113 dias após a semeadura.

Posteriormente, efetuou-se a secagem dos capítulos colhidos, em ambiente protegido com cobertura de filme de polietileno e a separação dos grãos foi realizada manualmente. Em seguida, foi determinado a umidade dos grãos em estufa de aeração forçada, à temperatura de 105° C por 24 horas, e calculado o peso final dos grãos de cada tratamento, corrigido pela umidade considerada para a colheita dos grãos de girassol (13% base úmida). Procedeu-se ao cálculo da produtividade dos grãos ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) de cada tratamento, considerando a área ocupada por cada planta e o número total de plantas utilizados. Os cálculos foram efetuados segundo as expressões (7) e (8).

$$P_{final} = \frac{P_{ini}(100 - U_{ini})}{(100 - 13)} \quad e \quad (7)$$

$$P_{rod} = \frac{(10000 \cdot P_{final})}{(e_p \cdot e_l \cdot n_p)} \quad , \quad (8)$$

em que: P_{final} = peso final dos grãos, kg;

P_{ini} = peso inicial dos grãos, kg;

U_{ini} = umidade inicial dos grãos, %;

P_{rod} = produtividade final dos grãos, $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$;

e_p = espaçamento entre plantas, m;

e_l = espaçamento entre linhas de plantio, m;

n_p = número total de plantas consideradas por tratamento.

3.6.6 Teor de óleo

A obtenção e quantificação do óleo foi realizada no Laboratório de Química Orgânica do Departamento de Química da Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras, Minas Gerais. Em um balão de fundo redondo, boca esmerilhada, com capacidade de 500 mililitros, colocaram-se 100 gramas de sementes de girassol secas e trituradas. Adicionou-se hexano até cobrir as sementes e colocou-se para refluxar. Após 24 horas, filtrou-se, descartando-se o sólido e levou-se para evaporar em um evaporador rotatório Buchi-144, sob pressão reduzida. O óleo obtido de cada amostra foi colocado em estufa a aproximadamente 35°C por 24 horas para a completa evaporação do solvente e posterior pesagem, em gramas de óleo por grama do grão seco e triturado. A produção de óleo, em $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, foi obtida multiplicando-se a porcentagem de óleo dos aquênios pela correspondente produção de sementes em $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ (Salgado,2003).

3.6.7 Peso de 1000 aquênios

Calculou-se o peso de 1000 aquênios dos tratamentos, segundo prescrições estabelecidas pelas Regras de Análise de Sementes (BRASIL, 1992b).

3.6.8 Acamamento de plantas

Foram contados o número de plantas acamadas na área útil da parcela, ou seja, plantas que tiveram mais de 50% de tombamento sem se quebrarem, em três repetições de cada tratamento. Posteriormente, calculou-se o número médio de plantas acamadas para a área considerada do experimento, extrapolando-se para um hectare e aplicou-se a análise estatística sobre esses valores transformados.

3.6.9 Quebramento de plantas

Foram contados o número de plantas quebradas em três repetições de cada tratamento. Posteriormente, calculou-se o número médio de plantas quebradas para a área considerada do experimento, extrapolando-se para um hectare e aplicou-se a análise estatística sobre esses valores transformados.

3.6.10 Severidade da mancha de alternaria (*Alternaria helianthi*)

As avaliações dessa doença foram feitas semanalmente, aos 88, 95, 102 e 109 dias após a emergência das plantas, por meio da porcentagem da área das folhas com sintomas. Procedeu-se as avaliações em duas folhas localizadas nos terços médio e superior das plantas de cada parcela, com o auxílio de uma escala diagramática (Leite & Amorim, 2002). Atribuíram-se notas de 1 a 9, em cada um dos terços da planta, de acordo com o seguinte critério: 1: 0,03% das folhas com sintomas; 2: 0,2% das folhas com sintomas; 3: 0,6% das folhas com sintomas; 4: 3,0% das folhas com sintomas; 5: 7,0% das folhas com sintomas; 6:

12,0% das folhas com sintomas; 7: 25,0% das folhas com sintomas; 8: 40,0% das folhas com sintomas e 9: 66,0% das folhas com sintomas (Leite & Amorim, 2002). Os dados em porcentagem foram submetidos à análise de variância.

3.6.11 Eficiência do uso da água

A água recebida pela cultura foi determinada por meio de monitoramento diário dos fatores meteorológicos, durante o período de realização do experimento. Foram anotadas as precipitações ocorridas, calculadas a evapotranspiração da cultura e as quantidades de água aplicadas por irrigação nos diversos estádios de desenvolvimento da planta, até que as irrigações fossem suspensas. No final do ciclo, foram obtidas as lâminas totais relativas à água recebida por meio da irrigação e da precipitação pluviométrica.

A quantidade de água recebida pela cultura em cada tratamento foi relacionada com a sua produção final.

3.6.12 Custo de produção

Utilizou-se para a estimativa do custo de produção, conceituado como a soma de valores de todos os recursos (insumos) e operações (serviços) utilizados no processo produtivo de certa atividade, incluindo os respectivos custos alternativos ou de oportunidade, o procedimento que considera o cálculo da depreciação e do custo alternativo (Reis, 2002).

O custo necessário para substituir os bens de capital quando tornados inúteis, seja pelo desgaste físico ou econômico, foi definido como a depreciação (D). O método utilizado foi o linear, referente a um tempo de cinco meses (0,42

anos), que vai do início da diferenciação dos tratamentos até o período de encerramento de análise deste trabalho, que pode ser mensurado pela expressão (9):

$$D = \frac{V_a - V_r}{V_u} 0,42 \text{anos} , \quad (9)$$

em que: D = depreciação, V_a = valor atual do recurso, V_r = valor residual (o valor de revenda ou valor final do bem, após ser utilizado de forma racional na atividade) e V_u = vida útil (período em anos que determinado bem é utilizado na atividade).

Para efeito da análise do custo alternativo fixo (CA_{fixo}) dos recursos produtivos alocados no cultivo do girassol considerou-se a taxa de juros real de 12% a.a. No seu cálculo utilizou-se a expressão (10):

$$CA_{fixo} = \frac{V_u - I}{V_u} . V_a . \text{taxa de juros} . 0,42 \text{anos} , \quad (10)$$

em que: I = idade média de uso do bem.

Buscando simplificar o cálculo do CA_{fixo} , usou-se a expressão (11) na realização deste trabalho.

$$CA_{fixo} = \frac{V_a}{2} . \text{taxa de juros} . 0,42 \text{anos} , \quad (11)$$

ou seja, considerou-se o CA_{fixo} como se a idade de uso dos recursos fixos fosse 50% da vida útil (V_u), que resulta na metade do valor atual do recurso (V_a) multiplicado pela taxa de juros.

Para o cálculo do custo alternativo variável (CA_{var}) usou-se a expressão (12):

$$CA_{var} = V_{gasto} . \text{taxa de juros} . 0,42 \text{anos} , \quad (12)$$

sendo que V_{gasto} é o desembolso financeiro realizado pelo produtor, para adquirir insumos e serviços necessários para a produção agrícola. A taxa de juros utilizada foi de 12% a.a.

O custo de cada recurso fixo foi calculado somando-se a depreciação e o custo alternativo do fator produtivo. Os itens considerados para os custos fixos foram: máquinas e implementos, ITR e sistema de irrigação. Como neste trabalho o objetivo foi o cultivo de uma cultura de inverno (período da safrinha), partiu-se do pressuposto que o proprietário (dono da atividade a ser explorada) já possuía outra cultura cultivada no verão (período de safra), portanto os itens terra e lavoura não foram considerados nos custos fixos.

O custo de cada recurso variável foi calculado pelo desembolso realizado para a aquisição de produtos e serviços somados ao custo alternativo. Os itens considerados para os custos variáveis foram: combustíveis, lubrificantes, conservação e reparos das máquinas e implementos, despesas com mão-de-obra permanente e temporária, insumos (calagem, sementes, fertilizantes, fungicidas, inseticidas, herbicidas, etc.), despesas gerais com administração e pós-colheita, energia elétrica e água.

Utilizou-se para o cálculo dos custos de máquinas e implementos a forma de rateio, que consiste na distribuição do valor de um recurso fixo para as atividades agrícolas que são desenvolvidas na empresa agrícola, desde que este recurso não seja específico para a atividade. Existem diversas maneiras para se calcular o rateio: com base na área ocupada por cada atividade no total da propriedade; com base na participação da receita total ou proporcional ao tempo de utilização do recurso utilizado.

Neste trabalho a forma de rateio utilizada para o cálculo dos custos de máquinas e implementos foi com base no tempo proporcional de utilização destes recursos pela atividade do girassol.

Para fins de cálculo dos custos de produção da cultura do girassol considerou-se o prazo de 0,42 anos (cinco meses), compreendendo o ciclo médio para a cultura do girassol.

3.6.12.1 Custo fixo

Para o cálculo de cada recurso fixo somaram-se a depreciação e o custo alternativo do fator produtivo. Os itens considerados nos custos fixos e o procedimento de operacionalização foram:

- a) Máquinas e implementos: para o cálculo da depreciação e do custo horário fixo foi adotada a metodologia proposta por Balastreire (1990) e Saad (1976), corrigidos pelo índice de rateio. Os recursos utilizados na atividade e seus respectivos coeficientes são apresentados na Tabela 4A dos anexos.
- b) Imposto Territorial Rural (ITR): este recurso não é alterado a curto prazo, pois o seu valor é constante no ano. O valor considerado foi de R\$0,11 para um hectare e por um ano, conforme citado nos índices de preços agrícolas do Departamento de Administração e Economia da Universidade Federal de Lavras (UFLA).
- c) Sistema de irrigação: o custo de um sistema de irrigação varia muito com o tipo de sistema utilizado. Nesta pesquisa foi utilizado o sistema de irrigação por gotejamento. Porém, para fins de cálculo do custo de produção, foi considerado um sistema de irrigação por pivô central, por retratar melhor uma situação real utilizada no cultivo do girassol. A escolha do sistema de irrigação utilizado na implantação do projeto foi restringida pelo tamanho da área disponível e por não ser o objetivo da pesquisa, identificar o melhor tipo de sistema de

irrigação para o cultivo do girassol, mas se a irrigação pode ser considerada como um fator de aumento de produtividade e economicamente viável para o cultivo do girassol conduzido no período de safrinha. O custo foi relativo a um projeto real simulado para o experimento com características apresentadas na Tabela 5A dos anexos. A vida útil considerada foi de 15 anos.

O cálculo do custo alternativo para cada um dos recursos do custo fixo foi feito considerando a taxa de juros real de 12% a.a., taxa esta próxima a uma remuneração mínima obtida no mercado financeiro.

3.6.12.2 Custo variável

O desembolso realizado para a aquisição de produtos e serviços somados ao custo alternativo serviu como base de cálculo para o custo de cada recurso variável. Os recursos variáveis e a forma de operacionalização utilizada foram:

a) Utilização de máquinas e equipamentos: este custo compõe-se dos gastos com combustível, lubrificantes, conservação e reparos por hora trabalhada. A metodologia adotada para o cálculo foi àquela proposta por Balastreire (1990) e Saad (1976), multiplicados pelo índice de rateio.

b) Mão-de-obra: os custos com mão-de-obra referem-se à operação das máquinas e implementos, calculado segundo metodologia proposta por Balastreire (1987) e Saad (1989), e condução da atividade no campo, calculado segundo Agriannual (2005) e Ungaro (2005).

c) Insumos: corresponde ao gasto com a aquisição de micronutrientes, fertilizantes químicos, defensivos, herbicidas, inseticidas e sementes. O valor unitário e a quantidade usada de cada insumo foram adotados segundo Agriannual (2005) e Ungaro (2005).

d) Despesas gerais com administração: foram considerados os gastos com mão-de-obra administrativa, assistência técnica e a conservação de benfeitorias, para cujos valores unitários e quantidades usadas adotou-se informações de Agriannual (2005) e Ungaro (2005).

e) Despesas gerais com pós-colheita: refere-se a gastos com transporte até o armazém, recebimento, secagem, pré-limpeza, pesagem, descarga, armazenagem e taxa administrativa. O valor unitário de cada item foi adotado segundo Agriannual (2005) e as quantidades utilizadas em função das produtividades observadas em cada tratamento do experimento.

f) Energia: o sistema de tarifação obedece normas determinadas pelo DNAEE e variam de acordo com o tipo de consumidor e do tipo de contrato. Considerou-se nesta pesquisa, para o cálculo do custo de energia, a classe de consumo rural e o grupo de tensão A (alta tensão), em função do motor utilizado pelo sistema de irrigação (rede trifásica de 380 V, transformador de 112,5 kVA). Dentro deste grupo são considerados dois componentes básicos na definição do seu preço, demanda de potência (kW) e consumo de energia (kWh), além da estrutura tarifária, que no caso, foi definida com Tarifa Horó-Sazonal (preços diferenciados de acordo com o horário de utilização e do período do ano). Considerou-se como horários de utilização o Horário Fora de Ponta (HFP) e o Horário Fora de Ponta/Noturno (HFP/N), cujo valor representa 22% do valor cobrado pelo HFP. O consumo de energia (kWh), a demanda de potência (kW) e custo final de energia (R\$) foram calculados conforme as expressões (13), (14) e (15), sugeridas por Carvalho et al. (2000).

$$\text{Consumo} = 2,64 + 0,8.Potência(cv) \quad (\text{para motores } >25 \text{ cv}), \quad (13)$$

$$\text{Demanda} = \frac{Potência(cv).0,736kW / cv}{Rendimento(decimal)}, \quad (14)$$

$$CustoFinal = \frac{(D_c \cdot T_d) + (C_{fp} \cdot T_{fp} \cdot H_{fp}) + (C_{fpm} \cdot T_{fpm} \cdot H_{fpm})}{0,82}, \quad (15)$$

em que: D_c = demanda total contratada, kW;

T_d = tarifa de demanda, R\$/kW;

C_{fp} = consumo de energia em horário fora de ponta, kWh;

T_{fp} = tarifa de consumo em horário fora de ponta, R\$/kWh;

H_{fp} = horas utilizadas no horário fora de ponta, h;

C_{fpm} = consumo de energia em horário fora de ponta/noturno, kWh;

T_{fpm} = tarifa de consumo em horário fora de ponta/noturno, R\$/kWh;

H_{fpm} = horas utilizadas no horário fora de ponta/noturno, h;

g) Água: a cobrança pelo uso dos recursos hídricos é um dos importantes instrumentos de gestão estabelecidos pela Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997 e tem como objetivo central “reconhecer a água como um bem econômico, promover a racionalização de seu uso, criar as condições de equilíbrio entre as forças da oferta e da demanda, promovendo, em conseqüências, a harmonia entre os usuários competidores, ao mesmo tempo gerar fundo financeiro, para as obras, programas e intervenção na bacia que deu origem”. Apesar de sua complexidade, a adoção do instrumento de cobrança pelo uso dos recursos hídricos está em fase de implementação. Nesta pesquisa, optou-se por considerar a metodologia proposta para início de cobrança na Bacia do Paraíba do Sul, disposta em territórios dos Estados de São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais, inicialmente para os setores de saneamento básico e industrial, onde os estados são autônomos para adotar ou não os mesmos critérios da União. As propostas para a cobrança dos usuários da água para fins de irrigação, utilizam a mesma metodologia, considerando nulo os itens referentes à descarga de efluentes, correspondendo à captação máxima de 1 litro por segundo. Os irrigantes defenderam que os custos da cobrança não poderiam exceder 0,5% dos custos de

produção, o que equivale à metade da proposta então apresentada, alternativa aprovada pela CEIVAP (Comitê para Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul). Entretanto, os representantes do setor não abrem mão de desenvolver estudos hidroambientais, no médio prazo, para com base neles negociar futuras modificações desse critério. A fórmula (16) simplificada para o cálculo da cobrança leva em conta a quantidade captada e consumida, a quantidade e qualidade (redução da DBO) de efluente tratado (no caso não considerado para o setor de irrigação), o aspecto econômico (PPU, R\$/m³) e o coeficiente definido pelo Comitê de bacia (Thame, 2004).

$$C_{men} = Q_{cap} \cdot (k_0 + k_1) \cdot PPU, \quad (16)$$

em que: C_{men} = custo mensal do uso da água, R\$/m³;

Q_{cap} = volume de água captada durante um mês, m³/mês;

K_0 = multiplicador de preço unitário para captação (inferior a 1,0 e definido pelo CEIVAP). No caso, para o setor de irrigação $K_0 = 0,4$;

K_1 = coeficiente de consumo para a atividade em questão, ou seja, a relação entre o volume consumido e o volume captado pelo usuário (ou o índice correspondente à parte do volume captado que não retorna ao manancial);

PPU = preço público unitário correspondente à cobrança pela captação, pelo consumo e pela diluição de efluentes, para cada metro cúbico de água captada, R\$/m³. No caso, para o setor de irrigação $PPU = R\$0,0005/m^3$.

Para o cálculo do custo alternativo, a cada item dos recursos variáveis utilizados no processo produtivo do girassol foi considerada taxa de juros real de 12% a.a.

3.6.13 Análise econômica simplificada

A análise econômica permite identificar se o empreendimento está operando com lucro, ou seja, se e como os recursos empregados no processo de produção estão sendo remunerados, além de verificar como está a rentabilidade da atividade em questão, comparada a outras alternativas de emprego do tempo e capital.

Pode-se encontrar diversas condições ao se fazer a análise da atividade produtiva, dependendo da posição do preço (ou receita média) em relação aos custos, e cada qual sugerindo uma particular interpretação (Figura 3A dos anexos). Dessa forma, este estudo apresenta-se ao empresário-produtor, como um diagnóstico do comportamento econômico-financeiro da safrinha, com informações a respeito da remuneração obtida, da cobertura dos recursos de curto (custos variáveis) e longo (custos fixos) prazos e comparações entre a remuneração obtida pela atividade produtiva e àquela que seria proporcionada por outras alternativas (custos alternativos).

Nesta pesquisa, o critério adotado para correção de valores foi o de preço único, somando-se as quantidades utilizadas durante o ciclo da cultura do girassol, corrigidas pelo preço médio (receita média) utilizado para análise, de R\$31,80 por saca de 60 kg (Agrianual, 2005).

Nesse estudo, para o cálculo dos custos de produção de girassol no período da safrinha, na região de Lavras, MG, e, conseqüente tomada de decisão frente aos resultados obtidos, levou-se em consideração duas situações:

-Situação (1): o produtor já possui uma cultura rentável (cultivo de safra). Não possui um sistema de irrigação e pretende utilizar a área cultivada no período de safrinha com a cultura do girassol. No entanto, precisa decidir se adquire um sistema de irrigação e utiliza-o na cultura do girassol, ou, cultiva-o do modo convencional (sem irrigação);

-Situação (2): o agricultor já possui uma cultura rentável (cultivo de safra). Possui um sistema de irrigação e pretende utilizar área cultivada no período de safrinha com a cultura do girassol. No entanto, precisa decidir se utiliza o sistema de irrigação no cultivo do girassol, ou, cultiva-o do modo convencional (sem irrigação).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resumos das análises de variância e dos dados médios originais para as características estudadas estão apresentados nas Tabelas 9, 11, 13, 19 e 15A (anexo) e Tabelas 6A a 14A dos anexos, respectivamente.

4.1 Condições climáticas e desenvolvimento fenológico

Para a definição dos períodos fenológicos das duas cultivares de girassol estudadas procedeu-se, diariamente, à análise visual. Apresentam-se nas Tabelas 7 e 8, as condições climáticas durante o experimento e a duração, em dias, de alguns períodos fenológicos estudados do girassol, respectivamente.

O índice pluviométrico de 185,5 mm (correspondente a todo ciclo da cultura) foi insuficiente para atender a demanda hídrica da cultura de 311,5 mm (valor correspondente a Etc_{acum} apenas durante o período de aplicação dos tratamentos de irrigação – Tabela 6), sendo amenizado por meio das irrigações, aplicando-se 233,64 mm, 311,5 mm e 404,94 mm nos tratamentos L_1 , L_2 e L_3 , respectivamente.

Os valores de insolação revelam que, para a época de desenvolvimento considerada como safrinha tardia, isto é, semeadura ocorrida na segunda quinzena de março, houve boa disponibilidade de radiação luminosa para a atividade fotossintética das plantas, favorecendo o crescimento das mesmas.

Embora tenham ocorrido temperaturas mínimas abaixo de 13° C durante a antese, prejudiciais a fecundação dos floretes e produção de aquênios, foi observado boa disponibilidade de temperatura ao longo do período experimental, preconizado por Reyes et al. (1985), que consideram como temperaturas ótimas para o desenvolvimento do girassol de 18 a 24 ° C.

TABELA 7. Valores médios de temperaturas máxima ($T_{\text{máx}}$), mínima ($T_{\text{mín}}$) e média ($T_{\text{méd}}$), e valores totais de insolação (Ins.), precipitações no período (P) e acumulada (P_a), e número de dias com chuva (DC), correspondentes a diferentes períodos fenológicos do girassol, UFLA, Lavras/MG, 2005.

Período fenológico¹	Dias	Ins. (h)	T máx. (° C)	T mín. (° C)	T méd. (° C)	P (mm)	P_a (mm)	UR (%)	DC
S - V _e	6	52,1	27,27	14,40	19,83	7,20	7,20	73,17	1
V _e - R ₃	32	203,0	27,83	16,97	21,13	72,40	79,6	79,97	16
R ₃ - R _{5,1}	25	164,0	25,65	14,30	18,56	51,60	131,2	77,76	6
R _{5,1} - R _{5,5}	15	68,9	22,59	12,67	16,53	38,10	169,3	81,33	4
R _{5,5} - R ₆	20	128,4	23,33	11,26	16,27	3,80	173,1	76,10	3
R ₆ - R ₉	20	112,7	25,25	12,85	17,91	12,4	185,5	74,27	1
Média	-	121,5	25,32	13,74	18,37	-	-	77,10	-
Total	113	729,1	-	-	-	185,5	185,5	-	31

¹S=semeadura; V_e=emergência; R₃=botão floral formado; R_{5,1}=início da antese; R_{5,5}=metade da antese; R₆=antese completa; R₉=maturação.

O estande final de plantas do experimento apresentou-se menor do que o proposto no início, devido à desuniformidade de germinação das sementes, provavelmente influenciada pelo vigor germinativo das sementes.

Com base na escala fenológica proposta por Schneiter & Miller (1981), acompanhou-se o desenvolvimento das plantas de girassol (Tabela 8), observando-se que não houve estresse climático sobre a duração dos períodos fenológicos estudados, de maneira que os resultados que seguem são devidos aos tratamentos aplicados. Houve uma precocidade de um dos cultivares, no caso o híbrido H250, ao atingir os períodos fenológicos estudados com diferença média de cinco dias, mostrando concordância com as informações da Tabela 4.

TABELA 8. Duração, em dias após a emergência, de diferentes períodos fenológicos de duas cultivares de girassol, UFLA, Lavras/MG, 2005.

Cultivares	Período fenológico ¹				
	R ₃	R _{5.1}	R _{5.5}	R ₆	R ₉
	Dias após a emergência				
H251	30	55	70	90	105
H250	30	50	65	85	100

¹R₃=botão floral formado; R_{5.1}=início da antese; R_{5.5}=metade da antese; R₆=antese completa; R₉=maturação.

4.2 Altura de planta

A altura das plantas de girassol foi influenciada pelos fatores lâminas de água, cultivar, avaliações e interações entre avaliações e lâminas de água, entre avaliações e cultivar e entre avaliações, lâminas de água, dosagens de boro e cultivares, através de testes aplicados à 5% de probabilidade (Tabela 9).

Embora a altura de plantas seja determinada pelo genótipo, as condições ambientais e de manejo da cultura podem afetar essa característica.

Observou-se um aumento relativo linear na altura de plantas de girassol em função da lâmina de água aplicada (Figura 3), sendo a lâmina que proporcionou maior desenvolvimento da característica avaliada foi L₃ (522,14 mm).

Castiglioni et al. (1993), em Londrina, PR, avaliando 17 genótipos de girassol, todos diferentes dos híbridos utilizados neste trabalho, também verificaram que o aumento no suprimento de água incrementou a altura de plantas de girassol.

TABELA 9. Resumo da análise de variância para as características altura de planta (m) e diâmetro de caule (cm) de plantas de girassol, UFLA, Lavras/MG, 2005¹.

Fontes de variação	GL	Altura de planta	Diâmetro de caule
		Quadrado médio	
Lâminas	3	1,044036 *	2,591593 ns
Resíduo 1	8	0,136820	1,366952 ns
Boro	2	0,001125 ns	0,598708 ns
Cultivar	1	4,015334 *	1,166223 ns
Boro x Cultivar	2	0,034519 ns	0,974703 ns
Lâminas x Boro	6	0,048242 ns	1,051799 ns
Lâminas x Cultivar	3	0,035583 ns	0,248448
Lâminas x Boro x Cultivar	6	0,015873 ns	0,502025 ns
Resíduo 2	40	0,033394	0,555725
Avaliações (Ava)	4	26,809237 *	19,522452 *
Resíduo 3	8	0,012918 ns	0,249816
Ava x Lâminas	12	0,045546 *	0,566945 ns
Ava x Boro	8	0,003224 ns	0,344706 ns
Ava x Cultivar	4	0,447853 *	0,075888 ns
Ava x Boro x Cultivar	8	0,012326 ns	0,272394 ns
Ava x Lâminas x Boro	24	0,006047 ns	0,375026 ns
Ava x Lâminas x Cultivar	12	0,010337 ns	0,298428 ns
Ava x Lâminas x Boro x Cultivar	24	0,018984 *	0,442855 ns
Resíduo 4	184	0,008795	0,388155
Total	359		
Média Geral :		1,44	2,50
CV 1 (%) =		25,60	46,79
CV 2 (%) =		12,65	29,83
CV 3 (%) =		7,87	20,00
CV 4 (%) =		6,49	24,93

¹ ns = não significativo; * = significativo a 5% de probabilidade.

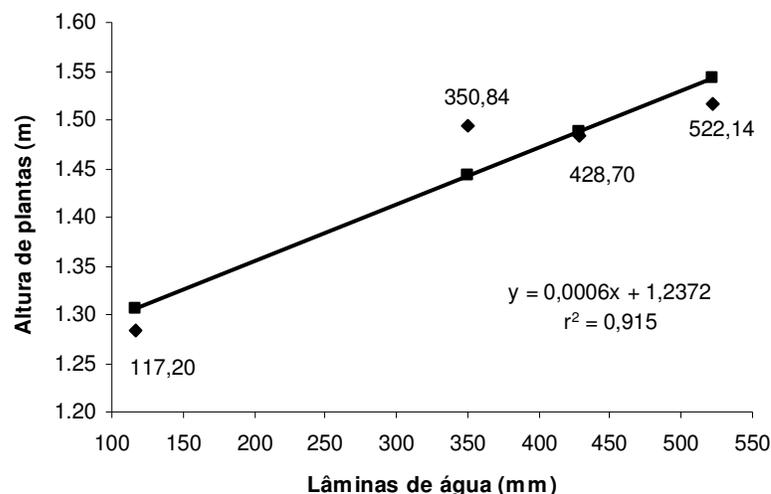


FIGURA 3. Representação gráfica e equação de regressão da altura de plantas de girassol, em função das lâminas de água, UFLA, Lavras/MG, 2005.

O experimento conduzido proporcionou incrementos médios na altura de plantas da ordem de 16,41%, 15,63% e 18,75% nos tratamentos irrigados L₁, L₂ e L₃, respectivamente, comparados ao tratamento não irrigado L₀ (Tabela 6A).

Os dados observados nesta pesquisa apresentaram comportamento semelhante a Castro (1999), que comparando plantas de girassol submetidas e não submetidas, em todo ciclo da cultura, ao estresse hídrico, encontrou incrementos na altura de plantas da ordem de 24,42% para os tratamentos sem estresse hídrico.

Os incrementos encontrados neste estudo também foram semelhantes a Gomes et al. (2003), que ao estudar plantas de girassol submetidas à irrigação segundo balanço hídrico no solo e plantas sem suplementação hídrica,

encontraram incrementos na altura de plantas da ordem de 29,30% para os tratamentos irrigados.

Através do teste de médias constatou-se maiores valores de altura de plantas (1,55 m) para a cultivar H251 (Tabela 10), independente dos outros fatores considerados, levando a crer que esta diferença seja em função apenas do fator genético. Estes resultados mostraram-se abaixo daqueles registrados na Tabela 4, mostrando possivelmente, interferência das condições climáticas sobre as cultivares.

Rezende (2001) observou altura média de plantas de girassol de 1,71 m, trabalhando com as cultivares M92007, M742 e Catissol 01, em Lavras, MG, no período da safrinha.

TABELA 10. Médias das alturas de plantas de duas cultivares de girassol, UFLA, Lavras/MG, 2005.

Cultivares	Altura de plantas (m) ¹
H250	1,34 b
H251	1,55 a

¹Médias seguidas por letras diferentes na vertical, diferem entre si pelo teste t (P<0,05).

Leite & Carvalho (2005), Lemos & Vazquez (2005) e Silva, A.G. et al. (2005), trabalhando com o cultivar H250 de girassol, no período da safrinha e sem irrigação, em Lucianópolis e Fernandópolis, SP, e Londrina, PR, encontraram alturas médias de plantas de 1,03 m, 1,24 m e 2,00 m, respectivamente.

Leite & Carvalho (2005), Lemos & Vazquez (2005) e Silva, M.R. et al. (2005), trabalhando com o cultivar H251 de girassol, no período de safrinha e sem irrigação, em Fernandópolis, SP, Rio Verde, GO, e Londrina, PR,

encontraram alturas médias de plantas de 1,49 m, 0,96 m e 1,69 m, respectivamente.

O fator número de avaliações apresentou-se significativo, mostrando um aumento das alturas de plantas no decorrer do seu crescimento, o que era de se esperar.

Cabe salientar o incremento médio observado de 105,56%, 220,37%, 255,56%, 257,41% e 257,41% aos 48, 63, 78, 93 e 108 dias após emergência (DAE), respectivamente, comparados à primeira avaliação aos 33 DAE (Tabela 7A). A altura das plantas de girassol chegou a duplicar no intervalo de apenas quinze dias, mostrando a capacidade da planta em desenvolver-se quando bem adubada e sem restrições hídricas. Estes resultados foram semelhantes aos obtidos por Andrade (2000).

Na interação entre os fatores número de avaliações e lâminas de água, os valores de altura de plantas para cada lâmina, em função dos dias após emergência, ajustaram-se ao polinômio de 1º grau, conforme Figura 4 e observa-se o mesmo comportamento entre as lâminas de água aplicadas, com um ganho maior para os tratamentos irrigados comparados ao tratamento não irrigado.

Na interação entre os fatores número de avaliações e cultivar, o mesmo comportamento de ajuste (equação de 1º grau) foi observado para os valores de altura de plantas, mostrando conforme Figura 5, que a cultivar H250 apresentou-se com porte menor quando comparada a cultivar H251 no decorrer das avaliações, possivelmente influenciada pelo fator genético e devido ao menor valor do coeficiente de regressão (0,0163 m/dia) quando comparado a 0,0209 m/dia da cultivar H251.

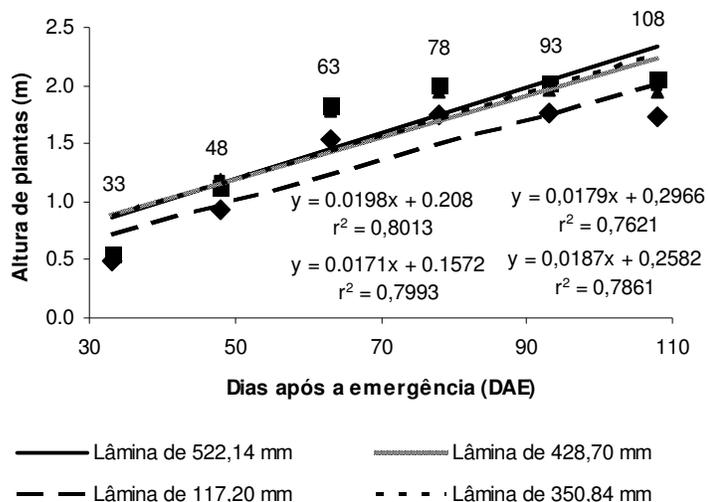


FIGURA 4. Representação gráfica das alturas de plantas de girassol nos tratamentos de lâminas de água, em função de dias após a emergência (DAE), UFLA, Lavras/MG, 2005.

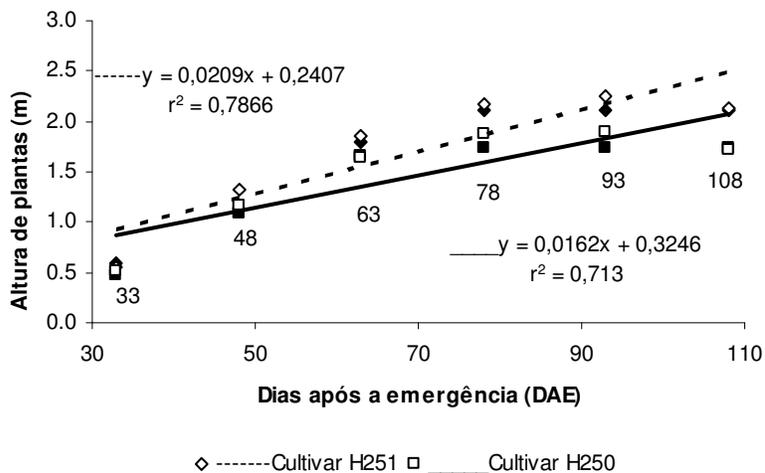


FIGURA 5. Representação gráfica e equações de regressão das alturas de duas cultivares de girassol, em função de dias após a emergência (DAE), UFLA, Lavras/MG, 2005.

4.3 Diâmetro de caule

O diâmetro de caule das plantas de girassol somente foi influenciado pelo fator número de avaliação (Tabela 9). Através da Figura 6, observa-se aumento relativo linear no decorrer das avaliações, o que era de se esperar, com incremento médio de 0,0148 cm/dia.

Provavelmente os outros fatores avaliados não apresentaram diferenças significativas, pela própria estrutura do caule das plantas de girassol, que apresentam-se ocos, funcionando como verdadeiros drenos de água e nutrientes para as folhas e os capítulos.

Incrementos médios de 39,16%, 71,08%, 70,48%, 71,08% e 72,29% foram observados aos 48, 63, 78, 93 e 108 DAE, respectivamente, comparados à avaliação aos 33 DAE (Tabela 8A), mostrando incrementos maiores nas fases iniciais de crescimento, como botão floral e início da antese.

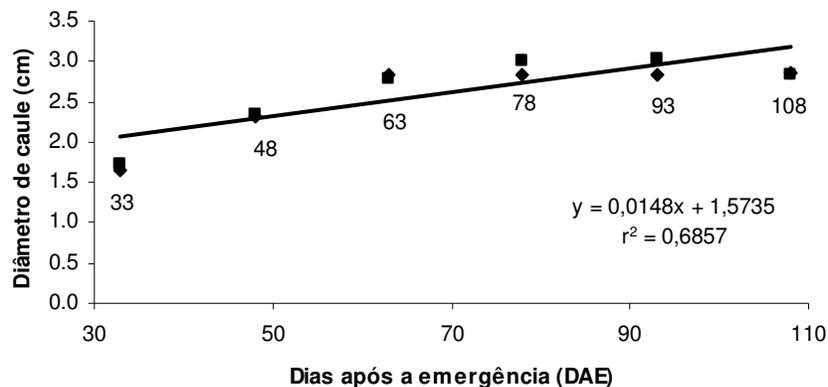


FIGURA 6. Representação gráfica e equação de regressão do diâmetro de caule das plantas de girassol em função de dias após a emergência (DAE), UFLA, Lavras/MG, 2005.

4.4 Diâmetros externo e interno de capítulo

Dentre os fatores analisados apenas a lâmina de água influenciou os diâmetros externo e interno dos capítulos das plantas de girassol, conforme apresentado na Tabela 11.

Observou-se um aumento relativo linear no diâmetro externo dos capítulos em função da lâmina de água aplicada (Figura 7), onde a lâmina L₃ (522,14 mm) proporcionou maior tamanho aos capítulos das plantas de girassol. O incremento médio observado nos tratamentos irrigados foi da ordem de 9,93%, comparados ao tratamento não irrigado, como observa-se na Tabela 9A.

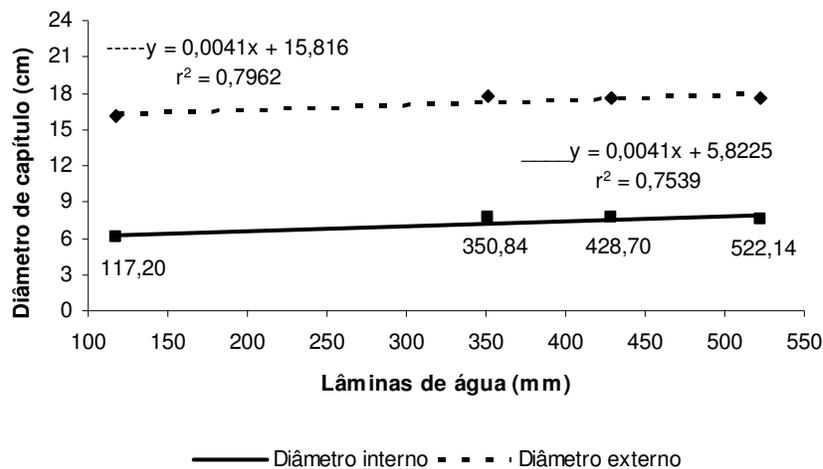


FIGURA 7. Representação gráfica e equação de regressão dos diâmetros de capítulos (externo e interno), em cm, das plantas de girassol, em função das lâminas de água aplicadas (mm), UFLA, Lavras/MG, 2005.

TABELA 11. Resumo da análise de variância para as características diâmetros externo (D_{ext}) e interno (D_{int}) de capítulos, % área fecundada dos capítulos (A_f), produtividade de grãos (P_g), teor de óleo (T_o) e produção de óleo (P_o) dos grãos, peso de 1000 aquênios (P_{1000}), número de plantas acamadas (PL_a) e quebradas (PL_q) por hectare, porcentagem de infecção da doença mancha de alternária (MA) das plantas de girassol, UFLA, Lavras/MG, 2005.

Fontes de variação ¹	GL	Quadrado médio									
		D_{ext} (cm)	D_{int} (cm)	A_f^2 (%)	P_g (kg/ha)	T_o (%)	P_o (kg/ha)	P_{1000} (g)	PL_a (n°)	PL_q (n°)	MA (%)
L	3	11,51 *	12,04 *	48,35 *	2872128,39 *	8,10 ns	212514,45 *	6,06 ns	862,72 ns	19871,11 *	0,85 ns
R1	8	1,39	1,36	11,32	548853,81	7,29	28767,13	8,38	634,39	3699,94	0,56
B	2	0,79ns	1,43 ns	19,50 ns	105412,52 ns	15,51 ns	28738,77 ns	2,60 ns	867,45 ns	469,97 ns	0,48 ns
C	1	8,75 ns	1,02 ns	3,64 ns	552066,50 ns	668,62 *	691850,45 *	552,56 *	5739,92 *	613,29 ns	35,12 *
B x C	2	3,18 ns	0,24 ns	3,57 ns	264683,42 ns	1,84 ns	13578,04 ns	15,79 ns	2362,88 *	2296,46 ns	0,34 ns
L x B	6	5,81 ns	1,34ns	4,69 ns	342390,03 ns	11,90 ns	3232,06 ns	3,52 ns	661,22 ns	1514,27 ns	0,75 ns
L x C	3	1,49 ns	1,74 ns	4,47 ns	605954,49 ns	7,02 ns	41769,64 ns	19,64 ns	284,14 ns	1267,19 ns	1,18 ns
L x B x C	6	1,82 ns	1,71 ns	9,96 ns	211661,60 ns	31,62 *	30415,95 ns	8,19 ns	621,40 ns	1243,87 ns	0,83 ns
R2	40	2,99	1,28	8,76	366219,38	5,23	21282,09	7,00	570,42	1102,90	0,83
Total	71										
Média Geral :		17,28	7,28	64,49	2411,20	23,38	565,44	38,38	22,71	99,76	1,71
CV 1 (%) =		6,82	16,03	5,22	30,73	11,55	30,00	7,55	110,92	60,97	43,78
CV 2 (%) =		10,02	15,57	4,59	25,10	9,78	25,80	6,90	105,18	33,29	53,12

¹ L=lâminas; R1=resíduo 1; B=boro; C=cultivar; ns = não significativo; * = significativo a 5% de probabilidade.

² Foram utilizados na análise estatística os dados transformados da porcentagem da área fertilizada dos capítulos.

Estes resultados são concordantes com os obtidos por Gomes et al. (2003) que também encontraram menores diâmetros nos tratamentos não irrigados.

Bevitori (1993), em Goânia, GO e Castiglioni et al. (1993), em Londrina, PR, avaliando 15 e 17 diferentes genótipos de girassol, obtiveram uma média para o diâmetro dos capítulos de 15,73 cm e 20,10 cm, respectivamente.

Silva, A.G. et al. (2005) e Silva, M.R. et al. (2005), trabalhando com os cultivares H250 e H251 de girassol, no período de safrinha e sem irrigação, em Lucianópolis, SP, e Rio Verde, GO, encontraram diâmetros médios dos capítulos das plantas de 14,45 e 12,2 cm, respectivamente. A média obtida para o diâmetro dos capítulos destes híbridos (H251 e H250) neste estudo, quando comparados com os resultados citados acima, mostram que os mesmos possuem um alto potencial para a produção de grãos em função de maiores tamanhos médios de capítulos encontrados, 16,93 cm e 17,63 cm, respectivamente.

Os valores médios de diâmetro de capítulos de plantas encontrados neste estudo apresentaram-se maiores quando comparados com aqueles encontrados por Monteiro (2001), que trabalhou com outras cultivares de girassol, em Piracicaba, SP, no período de safrinha e com a mesma densidade de plantas por linha utilizada neste experimento, valores estes com média de 15,70 cm.

Nakagawa et al. (1989), estudando plantas do cultivar IAC-Anhandy, cultivadas sob seis espaçamentos entre linhas, observaram que os maiores valores para o diâmetro de capítulos foram obtidos com o espaçamento de 0,8 m, justificando o espaçamento entre linhas utilizado neste trabalho.

Sarder et al. (1991), trabalhando com plantas de girassol em nove diferentes épocas de semeadura (15 de janeiro até 31 de março), observaram decréscimos no diâmetro de capítulo com o atraso na época de semeadura, recomendando semear o mais cedo possível, dentro da época denominada “seca”.

O diâmetro interno dos capítulos também apresentou o mesmo comportamento de diâmetro externo, revelando aumento em função da lâmina de água aplicada (Figura 7), com incremento médio da ordem de 26,79% para os tratamentos irrigados comparados ao tratamento não irrigado (Tabela 9A).

Através dos resultados dos diâmetros externos e internos dos capítulos das plantas de girassol, pôde-se analisar a porcentagem de área fertilizada dos mesmos, ou seja, a área potencialmente capaz de produzir grãos.

Observou-se que o fator lâminas de água influenciou a porcentagem de área fertilizada (Tabela 11), com decréscimos desta área em função do aumento das lâminas de água aplicadas, conforme mostra a Figura 8, evidenciando um incremento médio da ordem de 5,25% no tratamento não irrigado quando comparado à média dos tratamentos irrigados (Tabela 9A).

Porém este resultado não afetou significativamente a produção final de grãos, demonstrando maior produtividade por área para os tratamentos irrigados, evidenciando acréscimos em função das lâminas de água aplicadas.

4.5 Produtividade de grãos

Entre os fatores analisados, apenas a lâmina de água influenciou significativamente ($P < 0,05$) a produtividade dos grãos de girassol (Tabela 11).

Observou-se um aumento relativo na produtividade, em kg/ha, dos grãos de girassol, em função das lâminas de água aplicadas (Figura 9), sendo que para a lâmina L_3 (522,14 mm) a produtividade chegou a 2863,12 kg/ha. Espera-se um incremento médio de 2,26 kg/ha para cada mm de lâmina de água que se adiciona na irrigação.

Verificou-se um incremento médio da ordem de 19,17%, 33,26% e 48,79% para os tratamentos irrigados L_1 , L_2 e L_3 , respectivamente, comparados

ao tratamento não irrigado L_0 (Tabela 10A). Tais incrementos foram semelhantes aos encontrados por Gomes et al. (2003) e Gomes et al. (2005).

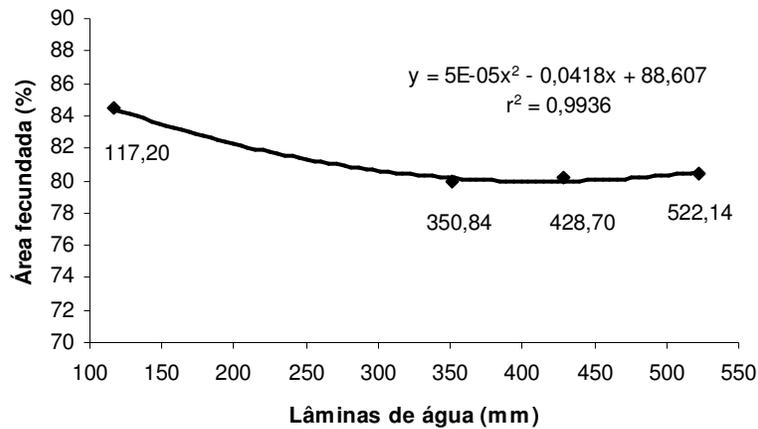


FIGURA 8. Representação gráfica e equação de regressão da porcentagem da área fecundada dos capítulos das plantas de girassol em função das lâminas de água aplicadas (mm), UFLA, Lavras/MG, 2005.

Os incrementos na produtividade encontrados neste estudo foram semelhantes àqueles encontrados por Andrade (2000), em Jaboticabal, SP, quando utilizou 100% de reposição da ETc.

As médias de produtividade de grãos (kg/ha) das cultivares conduzidas neste experimento, apresentaram-se em média de 2498,76 kg/ha e 2323,64 kg/ha para os híbridos H250 e H251, respectivamente, mostrando comportamento inverso daquele encontrado pelos cinco agricultores do Paraná (Helianthus do Brasil, 2005). Nesta pesquisa, a cultivar H250 apresentou uma tendência de potencial produtivo maior do que a cultivar H251, com incrementos de 43% e 19%, respectivamente, influenciados pelo fator irrigação, comparados às produções encontradas pelos agricultores do Paraná.

Os resultados encontrados de produtividade de grãos neste estudo, para as cultivares H250 e H251, foram menores e maiores, respectivamente, comparados aos resultados encontrados por Lemos & Vazquez (2005).

No entanto, os resultados deste estudo apresentaram-se maiores do que as médias de produtividades para os híbridos H250 e H251 de girassol, observadas por EMBRAPA (2003a), EMBRAPA (2003b), Leite & Carvalho (2005), Silva, A.G. et al. (2005) e Silva, M.R. et al. (2005).

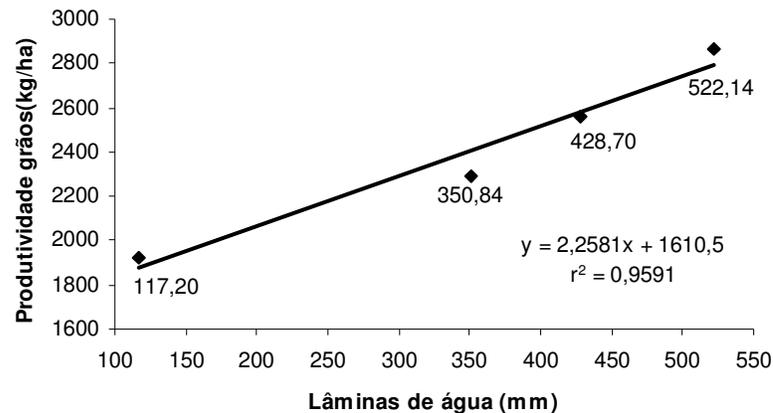


FIGURA 9. Representação gráfica e equação de regressão da produtividade de grãos de girassol em função das lâminas de água aplicadas (mm), UFLA, Lavras/MG, 2005.

4.6 Teor de óleo

Os fatores cultivar e a interação lâminas de água, dosagens de boro e cultivares apresentaram influência significativa ($P < 0,05$) sobre o teor de óleo dos grãos de girassol (Tabela 11).

Estes resultados foram semelhantes aos obtidos por Andrade (2000) em Jaboticabal, SP, que também não encontrou efeito significativo das irrigações, aplicações de boro e interação entre irrigações e dosagens de boro, sobre o teor de óleo nos aquênios de girassol.

Os resultados obtidos neste estudo discordam de Gimenez et al. (1975), Unger et al. (1976) e Castro (1999), que afirmam que as sementes de girassol provenientes de campos irrigados apresentam na maioria das vezes maiores porcentagens de óleo.

Através do teste de médias, constatou-se maiores teores de óleo (26,42%) para a cultivar H250 (Tabela 12) quando comparada à cultivar H251, porém com valores inferiores às especificações da Tabela 4. Segundo Silva (1990), sementes de coloração preta são próprias para a fabricação de óleo.

Os teores médios de óleo nos grãos encontrados neste trabalho foram menores do que aqueles encontrados por Carvalho et al. (2003), Castiglioni et al. (1993) e Endres (1993), trabalhando com outros genótipos de girassol.

Neste estudo, os valores de teor de óleo nos grãos também foram menores do que aqueles encontrados pela EMBRAPA (2003a) e EMBRAPA (2003b), trabalhando com as cultivares H250 e H251. Provavelmente as condições climáticas tenham interferido nos teores de óleo mais baixos encontrados neste estudo (temperaturas mínimas baixas durante o período de florescimento), aumentando a produção de grãos chochos.

TABELA 12. Médias dos teores de óleo dos grãos em função de duas cultivares de girassol, UFLA, Lavras/MG, 2005.

Cultivares	Teor de óleo (%) ¹
H250	26,42 a
H251	20,33 b

¹Médias seguidas por letras diferentes na vertical, diferem entre si pelo teste t (P<0,05).

Na interação entre os fatores lâminas de água, dosagens de boro e cultivares, verificou-se efeito significativo das lâminas de água apenas para as combinações entre as dosagens de 1 e 3 kg/ha de boro e a cultivar H251 e entre a dosagem de 1 kg/ha de boro e a cultivar H250 (Tabela 13).

Observou-se que a cultivar H251, que foi a menos produtiva com relação aos grãos e teor de óleo, associada à dosagem de 1 kg/ha de boro, apresentou decréscimo no teor de óleo dos grãos de girassol à medida que aumentou a lâmina de água aplicada (Figura 10). A cultivar H250 associada à dosagem de 1 kg/ha e a cultivar H251 associada à dosagem de 3 kg/ha de boro, apresentaram um aumento relativo no teor de óleo dos aquênios em função das lâminas de água (Figura 10).

Observou-se que o incremento médio para os tratamentos irrigados, comparados ao tratamento não irrigado, para a cultivar H251 na dosagem de 3 kg/ha de boro foi maior que na cultivar H250 e dosagem de 1 kg/ha de boro, embora desta última cultivar (H250) ter apresentado maior teor de óleo nos grãos de girassol (Tabela 14). Isto mostra a sensibilidade da cultura do girassol a níveis baixos de boro (Malavolta, 1980), mostrando que mesmo a cultivar H251 apresentando menores teores de óleo nos aquênios, associada a níveis mais altos de boro, pode apresentar incrementos maiores no teor de óleo em solos sem restrição hídrica.

Embora a interação entre os fatores lâmina de água e dosagens de boro não tenha apresentado efeitos significativos sobre o teor de óleo nos aquênios de girassol, os valores médios mostraram uma tendência que a aplicação de 3 kg/ha de boro possa apresentar aumento no teor de óleo em função do aumento da lâmina de água aplicada (Tabela 11A).

TABELA 13. Resumo da análise de variância para o desdobramento de lâminas de água dentro de cada combinação de dosagens de boro com cultivares, para o teor de óleo dos grãos de girassol (%), UFLA, Lavras/MG, 2005.

Fontes de variação ¹	GL	Quadrado médio Teor de óleo
Boro 1 e Cultivar 1	3	15,94 *
Boro 1 e Cultivar 2	3	34,91 *
Boro 2 e Cultivar 1	3	2,16 ns
Boro 2 e Cultivar 2	3	8,11 ns
Boro 3 e Cultivar 1	3	27,62 *
Boro 3 e Cultivar 2	3	13,42 ns
Resíduo	40	5,23

¹ Boro 1= 1 kg/ha; Boro 2= 2 kg/ha; Boro 3= 3 kg/ha; Cultivar 1= H251; Cultivar 2= H250; ns = não significativo; * = significativo a 5% de probabilidade.

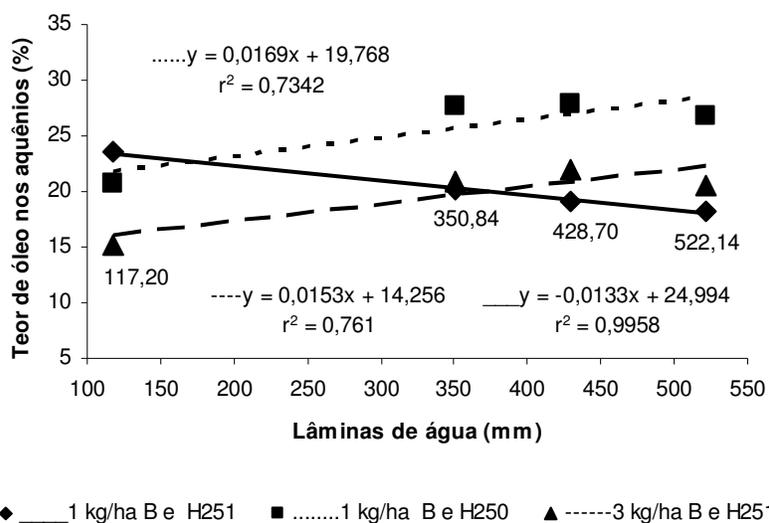


FIGURA 10. Representação gráfica do teor de óleo dos aquênios de girassol (%) em função das lâminas de água aplicadas (mm), UFLA, Lavras/MG, 2005.

TABELA 14. Médias dos teores de óleo dos grãos de girassol em função da interação de lâminas de água, dosagens de boro e cultivares de girassol, UFLA, Lavras/MG, 2005.

Lâminas (mm)	1 kg/ha boro x H250		3 kg/ha boro x H251	
	Teor óleo (%)	Teor relativo	Teor óleo (%)	Teor Relativo
117,20	20,69	100,00	15,23	100,00
350,84	27,75	134,12	20,88	137,10
428,70	27,81	134,41	22,05	144,78
522,14	26,78	129,43	20,56	135,00

A produtividade de óleo (kg/ha) foi afetada significativamente ($P < 0,05$) apenas pelos fatores lâminas de água e cultivar (Tabela 11). Observou-se um aumento relativo na produtividade de óleo (kg/ha) dos aquênios de girassol em função das lâminas de água aplicadas (Figura 11), com destaque maior para a lâmina L_3 (522,14 mm). Verificou-se um incremento médio da ordem de 27,39%, 45,88% e 58,98% para os tratamentos irrigados L_1 , L_2 e L_3 , respectivamente, comparados ao tratamento não irrigado, L_0 (Tabela 12A).

Estes resultados discordam de Andrade (2000), que trabalhando com lâminas de reposição de água (100% e 50% da Etc) na cultura do girassol, em Jaboticabal, SP, não observou efeitos significativos deste fator sobre a produção de óleo nos aquênios.

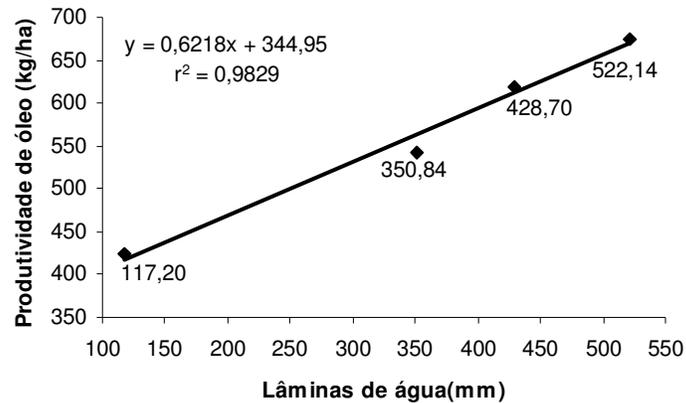


FIGURA 11. Representação gráfica e equação de regressão da produtividade de óleo dos aquênios de girassol (kg/ha) em função das lâminas de água aplicadas (mm), UFLA, Lavras/MG, 2005.

Ao analisar a produtividade de óleo (Figura 11), verifica-se comportamento semelhante àquele ocorrido com a produção de aquênios (Figura 9). Desta forma percebe-se que o fator mais importante para a produção de óleo na cultura do girassol foi, além do teor inerente da semente, fundamentalmente a produção de aquênios, evidenciando a disponibilidade hídrica em períodos críticos de desenvolvimento da cultura. Este comportamento foi semelhante ao trabalho desenvolvido por Castro (1999).

Através do teste de médias (Tabela 15), constatou-se maior produtividade de óleo nos aquênios para a cultivar H250 (663,47 kg/ha), registrando incremento médio de 42% comparado a cultivar H251 (467,42 kg/ha).

A produtividade média de óleo encontrada neste trabalho para a cultivar H250 foi semelhante àquelas encontradas por Endres (1993), em Dourados, MS, trabalhando com diversos genótipos de girassol (média de 630 kg/ha) e por

Carvalho et al. (2003) trabalhando com outros genótipos de girassol na região Sudeste do Brasil.

TABELA 15. Médias da produtividade de óleo nos aquênios de duas cultivares de girassol, UFLA, Lavras/MG, 2005.

Cultivares	Produtividade de óleo (kg/ha) ¹
H250	663,47 a
H251	467,42 b

¹Médias seguidas por letras diferentes na vertical, diferem entre si pelo teste t (P<0,05).

Os valores de produtividade média de óleo obtidos neste estudo foram menores do que aqueles encontrados pela EMBRAPA (2003a) e EMBRAPA (2003b), trabalhando com as cultivares H250 e H251.

4.7 Peso de 1000 aquênios

O peso de 1000 aquênios somente foi influenciado significativamente (P<0,05) pelo fator cultivar (Tabela 11). Monteiro (2001) também encontrou diferenças significativas para cultivares, destacando como aspecto importante o fator genético.

Através do teste de médias (Tabela 16), observou-se que a cultivar H250 apresentou maior peso de 1000 sementes (41,15 g), apesar de não apresentar diferenças significativas com relação à produtividade de grãos (kg/ha) e ao diâmetro de capítulos (cm). O teor (%) e a produtividade (kg/ha) de óleo apresentaram-se maiores para esta cultivar.

TABELA 16. Médias do peso de mil aquênios (P1000) de duas cultivares de girassol, UFLA, Lavras/MG, 2005.

Cultivares	P1000 aquênios (g)¹
H250	41,15 a
H251	35,61 b

¹Médias seguidas por letras diferentes na vertical, diferem entre si pelo teste t (P<0,05).

Os valores de pesos de 1000 aquênios encontrados neste estudo foram menores do que aqueles encontrados por Lemos & Vazquez (2005) e Silva, M.R. et al. (2005), trabalhando com os híbridos H250 e H251 de girassol. Este fato pode estar associado ao baixo valor de óleo e maior quantidade de fibras encontrados nas sementes deste estudo.

Os resultados encontrados para peso de 1000 aquênios neste estudo foram semelhantes ao encontrado por Leite & Carvalho (2005).

Os valores de peso de 1000 aquênios encontrados neste estudo foram coincidentes com a faixa de valores encontrada por Bevitori (1993) e Castiglioni et al. (1993), trabalhando com outros genótipos de girassol.

Os resultados encontrados neste trabalho foram discordantes daqueles encontrados por Andrade (2000) e Gomes et al. (2003), que observaram aumento no peso de 1000 aquênios nos tratamentos irrigados quando comparados aos tratamentos não irrigados.

4.8 Acamamento e quebramento de plantas

Apenas o fator cultivar e a interação entre os fatores dosagens de boro e cultivar apresentaram efeitos significativos (P<0,05) sobre o número de plantas de girassol acamadas/ha (Tabela 11).

Estes resultados foram semelhantes àqueles encontrados por Rezende (2001), que trabalhando com plantas de girassol para forragem, em Lavras, MG, também encontrou diferenças significativas para o fator cultivar sobre o acamamento de plantas, apesar das cultivares serem diferentes das que foram utilizadas neste estudo. Estes resultados semelhantes podem ser atribuídos ao efeito do genótipo.

Através do teste de médias (Tabela 17), observou-se que a cultivar H250 apresentou maior acamamento de plantas (31,64 plantas acamadas/ha), representando apenas 0,05 % do total.

Os maiores valores de plantas acamadas observadas para a cultivar H250, pode ser atribuído à menor tolerância desta cultivar, quando comparada com a cultivar H251, ao ataque do fungo *Alternaria helianthi*, causadora da doença denominada mancha de alternaria (Castro et al., 1996).

O desenvolvimento deste fungo é favorecido pelas condições de altas temperaturas e umidade relativa do ar. Tais condições foram observadas durante a condução do experimento, instalado com um sistema de irrigação por gotejamento, que propiciou um microclima abaixo do terço médio das plantas favorável a estas condições, o que provavelmente contribuiu para a maior incidência dessa doença e, conseqüentemente, maiores valores de plantas acamadas para a cultivar H250.

TABELA 17. Médias do número de plantas acamadas/ha de duas cultivares de girassol, UFLA, Lavras/MG, 2005.

Cultivares	Número de plantas acamadas/ha ¹
H250	31,64 a
H251	13,78 b

¹Médias seguidas por letras diferentes na vertical, diferem entre si pelo teste t (P<0,05).

Os resultados encontrados neste estudo vem confirmar as especificações encontradas na Tabela 4, mostrando que as duas cultivares, apesar de diferenciadas, possuem ótima resistência ao acamamento.

Na interação entre os fatores dosagens de boro e cultivar, o efeito significativo mostrou-se apenas para a cultivar H250, apresentando maior número de plantas acamadas/ha quando associada à aplicação de 2 kg/ha de boro no solo (Figura 12).

Com base na escala utilizada por Ungaro (1986) para determinação do índice de acamamento nas plantas de girassol, observou-se 90,3% do total de plantas acamadas com índice 1 (plantas bem pouco acamadas- < 5% de plantas acamadas), confirmando mais uma vez, as especificações de Helianthus do Brasil (2005).

O número de plantas de girassol quebradas/ha foi influenciada significativamente ($P < 0,05$) apenas pelo fator lâminas de água (Tabela 11).

Observou-se um aumento relativo no número de plantas quebradas/ha em função das lâminas de água aplicadas (Figura 13).

Verificou-se um incremento médio da ordem de 128%, 89% e 138% para os tratamentos irrigados L_1 , L_2 e L_3 , respectivamente, comparados ao tratamento não irrigado, L_0 (Tabela 13A).

Endres (1993), em Dourados, MS, trabalhando com diversos genótipos de girassol, encontrou de 11 a 55% de plantas quebradas, atribuindo-se essa elevada incidência à ocorrência de vendaval, no período de enchimento de grãos e o ataque da moléstia esclerotiniose sobre os capítulos das plantas.

Neste estudo, o aumento de plantas quebradas em função das lâminas de água aplicadas pode estar relacionado com a altura de plantas, que também apresentou o mesmo comportamento. A altura das plantas associada a uma

chuva com ventos fortes ocorrida na véspera da colheita pode ter sido uma das causas desse quebramento.

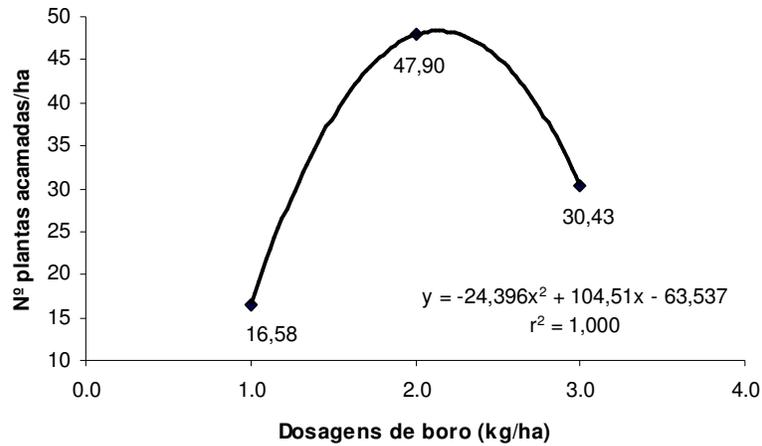


FIGURA 12. Representação gráfica e equação de regressão do número de plantas acamadas/ha em função das dosagens de boro aplicadas no solo (kg/ha), para a cultivar H250, UFLA, Lavras/MG, 2005.

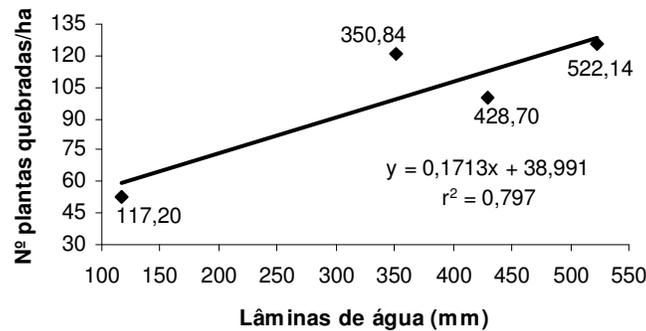


FIGURA 13. Representação gráfica e equação de regressão do número de plantas quebradas/ha em função das lâminas de água aplicadas (mm), UFLA, Lavras/MG, 2005.

4.9 Severidade da mancha de alternaria

As injúrias causadas sobre as plantas do girassol, afetadas pela doença fúngica mancha de alternaria, representadas aqui pela severidade da doença, sofreram influência significativa ($P < 0,05$) apenas do fator cultivar (Tabela 11).

Através do teste de médias, observou-se que a cultivar H250 apresentou-se mais susceptível à infecção da doença (2,06%), representando 51% de infecção a mais do que a cultivar H251 (Tabela 18). Porém, este valor (2,06%) pode ser considerado pequeno dentro da escala diagramática utilizada neste trabalho (Leite, 2002), para contabilizar a severidade da doença sobre as plantas de girassol, coincidindo com as especificações da Tabela 4. Este baixo valor de infecção da doença contribuiu para que o teor (%) e a produção (kg/ha) de óleo e o peso de 1000 aquênios (g) desta cultivar (H250), não fosse prejudicado, sobressaindo-se quando comparada a cultivar H251.

TABELA 18. Médias da severidade (%) da doença mancha de alternária sobre as plantas de duas cultivares de girassol, UFLA, Lavras/MG, 2005.

Cultivares	Severidade (%) ¹
H250	2,06 a
H251	1,36 b

¹Médias seguidas por letras diferentes na vertical, diferem entre si pelo teste t ($P < 0,05$).

Segundo Amabile et al. (2002), a influência da doença está estreitamente relacionada com a época de semeadura e com fatores climáticos, como precipitação e umidade relativa do ar. O índice de precipitação de 185,5 mm durante a condução do experimento ficou abaixo do índice ideal de precipitação 650 mm, que é o valor considerado favorável para o desenvolvimento da doença.

Huguet et al. (2003), ao contrário, observaram maior susceptibilidade da cultivar H251 à doença mancha de alternaria, quando comparada à cultivar H250, provavelmente em função das condições climáticas, principalmente a temperatura.

Os resultados encontrados neste estudo (maior susceptibilidade à doença para a cultivar H250), foram semelhantes àqueles encontrados por Leite & Carvalho (2005), porém com menores valores de severidade.

Notou-se que aos 101 e 108 DAE, que correspondem aos estádios reprodutivos do girassol, R₈ (2ª fase de enchimento de aquênios) e R₉ (maturação fisiológica), respectivamente, a severidade da doença chegou a duplicar e triplicar, quando comparada à severidade aos 88 DAE (antese completa), identificando estas fases como de maior preocupação para a doença. Porém, mesmo diante deste aumento na severidade da doença nestas fases, observou-se que os valores encontrados não ultrapassaram, dentro da escala adotada, valores médios de infecção.

As informações de Leite (2002) justificam as baixas infecções encontradas no período de maior incidência da doença (108 DAE) neste estudo, que registraram temperaturas máxima, média e mínima de 25,25° C, 17,91° C e 12,85° C, respectivamente, durante o estágio R₉ (maturação completa) das plantas de girassol.

Leite (2002) ainda observou que o limiar de 10% de severidade da doença na fase de desenvolvimento R₃ deve ser usado para descartar materiais susceptíveis. Com base nesta afirmação, este estudo identifica as cultivares utilizadas (H250 e H251) como materiais bem tolerantes à doença mancha de alternaria, alertando para possíveis infecções a partir da 2ª fase de desenvolvimento de aquênios (R₈).

4.10 Eficiência do uso da água

O experimento teve duração de 113 dias, do plantio até a colheita. Os totais de água recebidos pela cultura, por precipitação e irrigação, e a evapotranspiração máxima acumulada durante a condução do experimento, estão apresentadas na Tabela 6. As irrigações foram inicializadas e suspensas, aos 35 e 105 dias após o plantio, respectivamente.

As precipitações ocorridas desde o plantio (22/03/2004) até a diferenciação dos tratamentos (27/04/2004), contribuíram para o desenvolvimento satisfatório das plantas, favorecidas por temperaturas mais amenas (Figura 1A).

Os totais de precipitação e evapotranspiração da cultura durante a diferenciação dos tratamentos foram de 185,5 mm e 311,50 mm, respectivamente, demonstrando a necessidade da irrigação suplementar para atender as exigências da planta (Tabela 6).

Observou-se que nos períodos de florescimento e enchimento de grãos foram aplicadas maiores quantidades de água, 38,77% e 45,89% do total, respectivamente, em função dos aumentos na evapotranspiração e consequentemente da maior exigência da planta nessas fases.

O girassol apresentou um consumo médio de água, durante a aplicação dos tratamentos, de 3,25 mm/dia, 4,33 mm/dia e 5,62 mm/dia, para os tratamentos de lâminas L_1 (419,14 mm), L_2 (497,00 mm) e L_3 (590,44 mm).

Observou-se que a eficiência com que o total de água aplicada na cultura do girassol converteu em produção de grãos ($EUA_{grãos}$), sofreu influência significativa ($P < 0,05$) apenas do fator lâminas de água (Tabela 19). Cabe salientar que o total de água considerado neste parâmetro ($EUA_{grãos}$) corresponde ao período do plantio até a colheita das plantas de girassol (precipitação e irrigação).

Através da Figura 14, observou-se uma diminuição relativa na EUA para a produção de grãos das plantas de girassol em função das lâminas de água aplicadas, com decréscimos médios da ordem de 47,16%, 50,24% e 53,23% (Tabela 14A), para os tratamentos irrigados, L₁, L₂ e L₃, respectivamente, comparados ao tratamento não irrigado, L₀(185,50 mm). Estes resultados corroboram aos relatos citados por Castro (1999), que afirma ter o girassol um comportamento aparentemente contraditório quanto à baixa eficiência no uso da água; eficiência esta, que melhora muito (20 a 50%) em condições de estresse hídrico, em função da pequena relação entre a redução da fotossíntese e as perdas de água por transpiração, e devido ao seu sistema radicular capaz de explorar camadas muito profundas do solo, assegurando algum rendimento.

Com relação à eficiência com que o total de água aplicada na cultura do girassol converteu-se em produção de óleo (EUA_{óleo}), observou-se influência significativa (P<0,05) dos fatores lâminas de água, cultivares e a interação entre os fatores lâminas de água, dosagens de boro e cultivares (Tabela 19).

Semelhantemente ao resultado encontrado para a EUA na produção de grãos de girassol (EUA_{grãos}), observou-se uma diminuição relativa na EUA para a produção de óleo (EUA_{óleo}) das plantas, em função das lâminas de água aplicadas (Figura 14), com decréscimos médios da ordem de 43,67%, 45,41% e 50,22% (Tabela 14A) para os tratamentos irrigados, L₁(419,14 mm), L₂(497,00 mm) e L₃(590,44 mm), respectivamente, comparados ao tratamento não irrigado, L₀(185,50 mm).

Através do teste de médias, observou-se que a cultivar H250 apresentou-se mais eficiente (35,4%) no uso da água para a produção de óleo do que a cultivar H251 (Tabela 20), fato este, justificado pela maior produção de óleo (kg/ha) observada para esta cultivar (Tabela 15).

TABELA 19. Resumo da análise de variância para o parâmetros eficiência do uso da água de irrigação para a produção de grãos e de óleo, $EUA_{grãos}$ e $EUA_{óleo}$, respectivamente, das plantas de girassol, UFLA, Lavras/MG, 2005.

Fonte de variação ¹	GL	Quadrado médio	
		$EUA_{grãos}$	$EUA_{óleo}$
L	3	123,39 *	5,15 *
R1	8	4,66	0,29
B	2	1,26 ns	0,20 ns
C	1	0,52 ns	3,56 *
B x C	2	2,06 ns	0,06 ns
L x B	6	4,04 ns	0,04 ns
L x C	3	6,75 ns	0,09 ns
L x B x C	6	0,86 ns	0,35 *
R2	40	2,56	0,12
Total	71		
Média Geral :		6,47	1,49
CV 1 (%) =		33,38	35,97
CV 2 (%) =		24,75	23,26

¹L=lâminas; R1 e R2=resíduos; B=boro; C=cultivar; ns = não significativo; * = significativo a 5% de probabilidade.

Na interação entre os fatores lâminas de água, dosagens de boro e cultivares, todas as combinações mostraram-se significativas ($P < 0,05$), com exceção da combinação da dosagem de 1 kg/ha de boro com a cultivar H250 (Tabela 15A). Observou-se que, independentemente das associações entre as dosagens de boro e as cultivares, os tratamentos sem irrigação (testemunha)

promoveram maior eficiência do uso da água na produção de óleo quando comparados com os tratamentos irrigados (Figura 15).

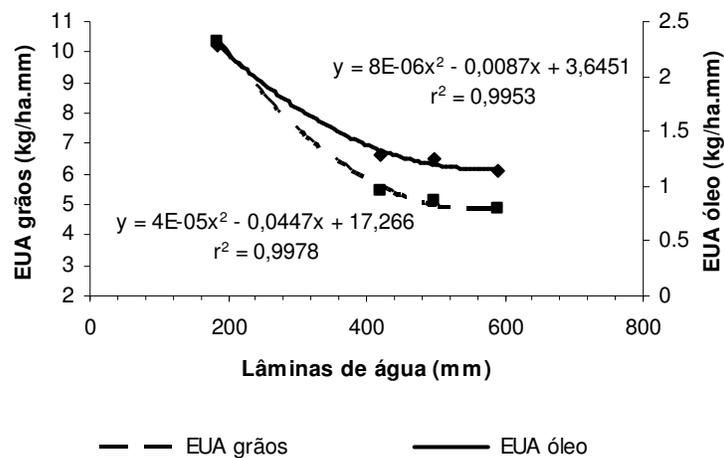


FIGURA 14. Representação gráfica e equação da eficiência do uso da água aplicada nas plantas de girassol para produção de grãos ($EUA_{grãos}$) e de óleo ($EUA_{óleo}$), em kg/ha.mm, em função das lâminas de água, UFLA, Lavras/MG, 2005.

TABELA 20. Médias da eficiência de uso da água aplicada às plantas de girassol para produção de óleo ($EUA_{óleo}$), em kg/ha.mm, de duas cultivares de girassol, UFLA, Lavras/MG, 2005.

Cultivares	$EUA_{óleo}$ (kg/ha.mm) ¹
H250	1,72 a
H251	1,27 b

¹Médias seguidas por letras diferentes na vertical, diferem entre si pelo teste t ($P < 0,05$).

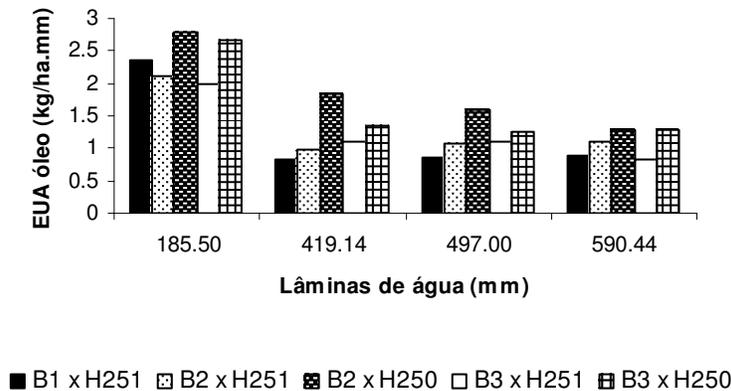


FIGURA 15. Representação gráfica da $EUA_{\text{óleo}}$, em kg/ha.mm, nas diferentes combinações entre as dosagens de boro ($B_1=1$ kg/ha; $B_2=2$ kg/ha; $B_3=3$ kg/ha) e cultivares (H250 e H251), em função das lâminas de água, UFLA, Lavras/MG, 2005.

4.11 Custo total de produção

Procedeu-se à estimativa do custo de produção de girassol, com base no cálculo da depreciação e do custo alternativo dos recursos utilizados na atividade, levando em consideração as duas situações consideradas nesse estudo, descritas em Material e Métodos. Os recursos terra e lavoura não foram considerados no cálculo dos custos de produção de girassol, pois partiu-se do pressuposto que estes recursos foram considerados no cultivo de verão.

As informações contidas na Tabela 16A expressam, em R\$/ha, os custos fixos e variáveis dos recursos utilizados na produção de girassol, nos diferentes tratamentos de lâminas de água utilizados.

Os custos médios observados na produção de girassol, em relação aos diferentes tratamentos de lâminas de água estão evidenciados na Tabela 21 e as

produtividades médias, em sacas por hectare, dos tratamentos de irrigação considerados estão apresentadas na Tabela 22.

TABELA 21. Custos econômicos e operacionais médios* da produção de girassol, em R\$/saca, em diferentes tratamentos de lâmina de água, UFLA, Lavras/MG, 2005.

Lâminas de água	CFMe	CVMe	CTMe	CopFMe	CopVMe	CopTMe
L ₀₍₁₎	8,02	24,68	32,71	3,38	24,68	28,06
L ₀₍₂₎	18,98	24,68	43,66	7,29	24,68	31,97
L ₁	15,92	25,42	41,35	6,12	25,42	31,54
L ₂	14,24	24,30	38,54	5,47	24,30	29,77
L ₃	12,75	24,76	37,52	4,90	24,76	29,66

* CFMe = custo fixo médio; CVMe = custo variável médio; CTMe = custo total médio; CopFMe = custo operacional fixo médio; CopVMe = custo operacional variável médio; CopTMe = custo operacional total médio;

⁽¹⁾: situação em que o produtor não possui o sistema de irrigação;

⁽²⁾: situação em que o produtor possui o sistema de irrigação.

TABELA 22. Valores médios observados das produtividades de girassol, em sacas/hectare, em função das diferentes lâminas de água aplicadas, UFLA, Lavras/MG, 2005.

Lâminas de água	Média (sc/ha)
L ₀	32,07
L ₁	38,22
L ₂	42,74
L ₃	47,72

Observou-se que, para a situação (1), os tratamentos sem irrigação (L₀) apresentaram menor custo total médio (CTMe), ocorrendo o inverso para a situação (2); caso em que o produtor já possuía o sistema de irrigação, mas não o utilizou, para evitar os custos variáveis da irrigação, correspondentes à energia e água. O custo total médio estimado para a atividade foi de R\$32,71/saca na

situação (1), enquanto que na situação (2) foi de R\$43,66/saca, usando-se apenas a água da chuva. Nesta situação, este custo reduziu até R\$37,52/saca com o aumento da lâmina de água aplicada em função de sua maior produtividade. Em todas as situações o custo total médio da saca produzida foi superior ao preço de venda considerado (R\$31,80/saca) (Tabela 21).

Na Tabela 23 estão apresentados os dados correspondentes à participação de cada recurso que compõe o custo total de produção do girassol, para as duas situações consideradas (1) e (2).

Entre os tratamentos irrigados, houve uma diminuição da participação porcentual dos custos fixos e aumento da participação dos custos variáveis, em função do aumento das lâminas de água aplicadas, as quais apresentaram valores crescentes na produtividade de grãos. Os fatores que mais contribuíram para o aumento da participação dos custos fixos foram máquinas e implementos, para a situação (1) e sistema de irrigação, para a situação (2). Nos custos variáveis, os fatores que mais contribuíram para o aumento da participação foram acessórios de máquinas e implementos e insumos, para as duas situações consideradas (1) e (2). Para o tratamento L₀, a situação (1) apresentou menor participação do custo fixo e maior participação do custo variável, no custo total médio de produção. Na situação (2), este mesmo tratamento apresentou comportamento inverso da situação (1).

4.12 Análise econômica simplificada

Para a realização da análise econômica deste estudo, utilizou-se os dados contidos na Tabela 21, considerando como preço médio da saca de girassol o valor de R\$31,80, correspondente ao período de junho de 2004 (Agrianual, 2005).

TABELA 23. Percentagem dos custos fixos e variáveis da produção de girassol, em diferentes tratamentos de lâmina de água, UFLA, Lavras/MG, 2005.

Custos Fixos e Variáveis *	% do Custo Total				
	L ₀₍₁₎	L ₀₍₂₎	L ₁	L ₂	L ₃
Máq. E implem.	17,43	13,05	11,57	11,10	10,21
Sistema de irrigação	0,00	17,03	15,09	14,47	13,32
ITR	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Custo alternativo	7,10	13,38	11,86	11,38	10,47
CFT	24,53	43,47	38,51	36,95	33,99
Aces.Máq. e implem. **	16,60	12,43	11,02	10,57	9,72
Mão-de-obra	4,61	3,45	3,06	2,93	2,70
Insumos	40,64	30,44	26,97	25,88	23,81
Desp. Gerais/Adm.	2,52	1,89	1,67	1,61	1,48
Desp. Gerais/Pós-colheita	6,84	5,12	5,49	5,96	6,11
Energia	0,00	0,00	9,65	12,36	18,23
Água	0,00	0,00	0,14	0,18	0,22
Custo alternativo	4,27	3,20	3,48	3,57	3,74
(CVT)	75,47	56,53	61,49	63,05	66,01
Custo total (CT)	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

*: CFT = custo fixo total; CVT = custo variável total e CT = custo total;

** : refere-se aos gastos com combustíveis, lubrificantes e reparos por hora de trabalho;

(1): situação em que o produtor não possui o sistema de irrigação;

(2): situação em que o produtor possui o sistema de irrigação.

Na análise econômica feita as duas situações consideradas (1) e (2), apresentaram uma situação de resíduo positivo, em que os custos totais médios (CTMe) de cada tratamento foi superior à receita média (RMe), que por sua vez, mostrou-se superior aos custos operacionais totais médios (CopTMe). Esta é uma situação em que o investimento paga todos os recursos aplicados na atividade ($RMe > CopTMe$). A remuneração é menor que a de outras formas de aplicação do capital (custo de oportunidade) e nesse caso, o produtor estaria diante de uma situação em que está rendendo menos do que os juros ou aluguel,

ou de outra base de cálculo para custo alternativo. A tendência é de permanecer na atividade, mas no longo prazo deveria buscar melhores alternativas de aplicação desse capital.

Diante do exposto, cabe salientar duas alternativas de tomada de decisão do produtor:

(a): planejamento da atividade à longo prazo, onde todos os recursos são variáveis e que a atividade pode mudar as quantidades de terra, benfeitorias, equipamentos e outros recursos utilizados, por unidade de tempo. O custo total médio de longo prazo (CTMeLP) mostra o menor custo unitário possível para produzir várias quantidades, quando a atividade pode planejar para adotar o tamanho desejado. As forças que levam o custo total médio de longo prazo a decrescer para maiores níveis de produção e dimensões da atividade são chamadas economias de escala, representadas pelas crescentes possibilidades de divisão e especialização do trabalho e do uso de desenvolvimento tecnológico avançado e, ou, equipamentos maiores.

Cabe então, ao produtor, valer-se da tecnologia e de uma adequada administração de sua propriedade, para reduzir os impactos negativos decorrentes de deseconomias externas proporcionadas por políticas governamentais e pelos custos oriundos da ineficiência da infra-estrutura de apoio ao setor;

(b): o período de safrinha (que corresponde ao período avaliado nesse estudo) refere-se à ocupação da área agrícola, com outra cultura rentável dentro do mesmo ano agrícola, sem prejuízos ao ciclo normal da cultura de verão. Supondo que nesse período (safrinha) a área de cultivo ficaria ociosa (sem nenhuma outra atividade agrícola), seria vantajoso para o produtor, na situação (1), investir na atividade do girassol, sem a aquisição do sistema de irrigação, embora o tratamento sem irrigação tenha apresentado o mesmo comportamento dos tratamentos irrigados (situação de resíduo positivo), visto que o seu custo

total médio foi inferior aos demais tratamentos. Nessa situação, o produtor estaria cobrindo os custos variáveis deste cultivo e parte dos custos fixos já investidos na atividade principal. Na situação (2) seria mais vantajoso produzir o girassol irrigado, visto que devido ao investimento já realizado com o equipamento de irrigação, o custo total médio de produção reduziu com o aumento da lâmina de água aplicada, mostrando que o retorno promovido pelo aumento de produtividade, promovido pela irrigação, foi maior do que o investimento necessário na operação da mesma (energia e água); portanto sendo vantajoso aplicar a lâmina de água correspondente a 522,14 mm (L₃) no ciclo da cultura.

Pela análise aqui apresentada verificou-se que a situação econômica da produção é muito dependente do preço de mercado e da tecnologia utilizada na produção. Com relação ao preço de mercado existe uma expectativa de valorização do girassol pelo aumento da demanda, influenciada pela recente política governamental de uso do biodiesel na matriz energética brasileira. Caso isto aconteça, será ainda mais vantajoso a produção de girassol irrigado, na safrinha, na região de Lavras, MG.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A irrigação proporcionou aumento na produtividade de grãos e de óleo e na altura das plantas de girassol e redução no quebramento de plantas, no diâmetro e na área fertilizada dos capítulos e na eficiência do uso da água em produzir grãos e óleo;

O incremento de boro aplicado no solo, de uma forma geral, não afetou as características analisadas neste estudo, possivelmente em função de perdas por lixiviação com o incremento de água aplicada. Sugere-se que as aplicações de boro sejam feitas via foliar. Observou-se apenas maior acamamento de plantas para os tratamentos com o cultivar H250 e maiores alturas para os tratamentos com o cultivar H251, ambos combinados com a dosagem de 2 kg/ha de boro;

As cultivares utilizadas mostraram-se significativamente diferentes com relação à produtividade de óleo, peso de 1000 aquênios, altura de plantas, severidade quanto ao ataque da doença mancha de alternaria e a eficiência do uso da água em produzir óleo, indicando a cultivar H251 como de porte mais alto e a cultivar H250 com valores superiores para as outras características analisadas. Cabe salientar que, as características peso de 1000 aquênios e a severidade da doença mancha de alternaria, foram influenciadas apenas pelo fator genético, enquanto as outras características sofreram influência da irrigação;

Houve eficiência técnica na produção, uma vez que, mesmo sem irrigação, a produtividade média foi de 1924,27 kg/ha e, na condição irrigada, houve aumento desta produtividade chegando aos 2863,12 kg/ha para a lâmina de 522,14 mm (130% Etc) aplicada no ciclo da cultura;

Os tratamentos com e sem irrigação demonstraram uma situação de resíduo positivo ($CTMe > RMe > CopTMe$);

Para o preço de R\$31,80 a saca de girassol, é recomendável a adoção do tratamento L₃ (reposição de 130% da evapotranspiração da cultura), quando o produtor possuir o sistema de irrigação e para a situação em que não possui o sistema, o recomendável é que cultive o girassol do modo convencional, pois os prejuízos seriam menores e ainda, haveria uma contribuição para a redução da infestação de plantas daninhas, favorecendo o sistema conservacionista do solo agrícola.

6 CONCLUSÕES

Pelos resultados analisados e nas condições em que se desenvolveu o experimento, ressaltam-se as seguintes conclusões:

- Houve eficiência técnica na produção, mesmo sem irrigação, com produtividade média de 1924,27 kg/ha e, na condição irrigada, houve aumento desta produtividade chegando aos 2863,12 kg/ha para a lâmina de 522,14 mm (130% Etc) aplicada no ciclo da cultura;

- O incremento de boro aplicado no solo, de forma geral, não afetou as características analisadas;

- A cultivar H250 apresentou melhores respostas com relação à maioria das características analisadas;

- A recomendação é que se adote o tratamento sem irrigação, no caso do produtor não possuir o sistema de irrigação e o tratamento com 130% da evapotranspiração estimada da cultura, no caso do produtor já possuir o sistema de irrigação;

- Os tratamentos de lâmina de irrigação não indicaram uma resposta à escala de produção.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRIANUAL 2005 – Anuário da Agricultura Brasileira. São Paulo: FNP consultoria e comércio, 2005. 520 p.

ALMEIDA, A. M. R.; MACHADO, C. C.; CARRÃO-PANIZZI, M. C. **Doenças do girassol**: descrição de sintomas e metodologias para levantamento. Londrina: EMBRAPA, CNPSo, 1981. 24 p. (EMBRAPA. CNPSo. Circular Técnica, 6).

AMABILE, R. F.; VASCONCELOS, C. M.; GOMES, A. C. Severidade da mancha de Alternaria em cultivares de girassol na região do Cerrado do Distrito Federal. **Pesquisa Agropecuária**, Brasília, v. 37, n. 3, p. 251-258, mar. 2002.

ANDRADE, S. J. de. **Efeito de lâminas de água e doses de boro na cultura do girassol**. 2000. 94 p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba.

BALASTREIRE, L. A. **Máquinas Agrícolas**. São Paulo: Manole, 1990. 310 p.

BERNARDO, S. **Manual de irrigação**. Viçosa: UFV. Imprensa Universitária, 1996. 596 p.

BEVITORI, R. Avaliação de cultivares de girassol em Goiânia-Janeiro/93. In: REUNIÃO NACIONAL DE GIRASSOL, 10., Goiânia. **Resumos...** Goiânia: IAC, 1993. p. 33.

BONOMO, R. **Análise da Irrigação na Cafeicultura em Áreas de Cerrado de Minas Gerais**. 1999. 224 p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Normais Climatológicas 1961-1990**. Brasília, 1992a. 84 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**, Brasília: SNDA; DNDA; CLAV, 1992b. 365 p.

CABELLO, F. P. **Riegos Localizados de alta Freqüência (RLAF) Goteo, microaspersion, exudacion**. 3. ed. Barcelona: Ediciones Mundi Prensa, 1996. 513 p.

CARTER, J. F. **Sunflower science and technology**, Madison: American Society of Agronomy, 1978. 505p. (Agronomy, 19).

CARVALHO, C. G. P. de; OLIVEIRA, M. F. de; CASTIGLIONI, V. B. R.; LEITE, R. M. V. B. de C.; VIEIRA, O. V. Desempenho produtivo de genótipos de girassol em diferentes regiões do Brasil nas safras 2001/2002 e 2002. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE GIRASSOL, 3.; REUNIÃO NACIONAL DA CULTURA DE GIRASSOL, 15., 2003, Ribeirão Preto. [Anais...] [S. l.]: CATI, 2003. 1 CD-ROM.

CARVALHO, J. De A.; REIS, J. B. R. da S. Avaliação dos custos de energia de bombeamento e determinação do diâmetro econômico da tubulação. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 24, n. 2, p. 441-449, abr./jun. 2000.

CARVALHO, V. P.; BERGAMIN FILHO, A.; AMORIM, L.; ALMEIDA, A. M. R.; FARIAS, J. R. B.; CASTRO, C.; CASTIGLIONI, V. B. R.; LEITE, R. M. V. B. C. Desenvolvimento da mancha de *Alternaria* em genótipos de girassol em diferentes épocas de semeadura. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE GIRASSOL, 11., 1995, Goiânia. **Resumos...** Goiânia: EMBRAPA CNPAF, 1995. p. 77.

CASTIGLIONI, V. B. R.; BALLA, A.; CASTRO, C.; SILVEIRA, J. M. **Fases de desenvolvimento da planta de girassol**, Londrina: EMBRAPA, CNPSo, 1994. 24 p. (EMBRAPA-CNPSo. Documento, 58).

CASTIGLIONI, V. B. R.; CASTRO, C.; BALLA, A. Avaliação de genótipos de girassol em ensaio intermediário (1992/93), Londrina-PR. In: REUNIÃO NACIONAL DE GIRASSOL, 10., Goiânia. **Resumos...** Goiânia: IAC, 1993. p. 37.

CASTRO, C. de. **Boro e estresse hídrico na nutrição e produção do girassol em casa-de-vegetação**. 1999. 120 p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba.

CASTRO, C.; CASTIGLIONI, V. B. R.; BALLA, A.; CAMPOS LEITE, R. M. V. B.; KARAN, D.; MELLO, H. C. : GUEDES, L. C. A.; BOUÇAS FARIAS, J. R. **A cultura do girassol**. Londrina: EMBRAPA, CNPSo, 1996. 38 p. (EMBRAPA-CNPSo. Circular Técnica, 13).

CASTRO NETO, P.; SILVEIRA, J. V. Precipitação provável para Lavras, MG, baseada na função de distribuição de probabilidade gama III. Períodos de 10 dias. **Ciência e Prática**, Lavras, MG, v. 7, n. 1, p. 58-65, jan./jun. 1983.

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Recomendação do uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª Aproximação**. Viçosa, MG, 1999. 359 p.

CONNOR, D. J.; SADRAS, V. O. Physiology of yield expression in sunflower. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 30, n. 3/4, p. 333-374, Sept./Oct. 1992.

COX, W. J.; JOLLIFF, G. . D. Growth and yield of sunflower and soybean under soil water deficits. **Agronomy Journal**, Madison, v. 78, n. 2, p. 226-230, Mar./Apr. 1986.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Soja. **Indicações técnicas para o cultivo do girassol**, Londrina: EMBRAPA, CNPSo, 1983. 40 p. (EMBRAPA. CNPSo. Documentos, 3).

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Soja. **Informes da avaliação de genótipos de girassol 2001/2002 e 2002**. Londrina, 2003a. 97 p. (EMBRAPA-CNPSo. Documentos 226).

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Soja. **Informes da avaliação de genótipos de girassol 2002/2003 e 2003**. Londrina, 2003b. 87 p. (EMBRAPA-CNPSo. Documentos 205).

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Embrapa Soja. **Tecnologias de produção de girassol**. Disponível em: <<http://www.cnpso.embrapa.br/producaogirassol>> Acesso em: 10 abr. 2003c.

ENDRES, V. C. Avaliação de cultivares de girassol no Mato Grosso do Sul. In: REUNIÃO NACIONAL DE GIRASSOL, 10., 1993, Goiânia. **Resumos...** Goiânia: IAC, 1993. p. 35.

FAGUNDES, M. H. **Sementes de girassol: alguns comentários**. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/download/cas/especiais/Semente-de-Girassol.pdf>>. Acesso em: 15 abr. 2004.

FAGUNDES, M. H. **Sementes de girassol**: alguns comentários. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: out. 2002.

FAO. **Production yearbook**. Rome: FAO, 1979. v. 33.

FERREIRA, D. F. **SISVAR**. Versão 4.3 (Build 4.1). Lavras: UFLA/DEX, 1999. 4 disquetes.

FRANCISCO, W. **Matemática financeira**. São Paulo: Atlas, 1981. 351 p.

GIL-MARTINEZ, F. **Elementos de fisiologia vegetal**: relaciones hídricas, nutrición mineral, transporte, metabolismo. Madrid: ediciones Mundi-Prensa, 1995. cap. 7, p. 249-283.

GIMINEZ, O. R.; BERENGENA, J. H.; MURIEL, J. L. F. Effect of different rates of water application to a sunflower crop. **Anales del Instituto Nacional del Investigacion Agrarria, Produccion Vegetal**, Madrid, v. 5, p. 197-214, 1975.

GODOY, J. R. de; FERNANDES, N. G. Epidemiologia da mancha de *Alternaria* (*Alternaria helianthi* (Hansf.) Tubaki & Nishihara), em girassol (*Helianthus annuus* L.). **Summa Phytopathologica**, Piracicaba, v. 11, n. 3/4, p. 198-214, jul./dez. 1985.

GOMES, E. M.; UNGARO, M. R. G.; VIEIRA, D. B. Influência da suplementação hídrica na altura de planta, diâmetro de capítulo, peso de sementes e produção de grãos. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE GIRASSOL, 3.; REUNIÃO NACIONAL DA CULTURA DE GIRASSOL, 15., 2003, Ribeirão Preto. [**Anais...**] [S. l.]: CATI, 2003. 1CD-ROM.

GOMES, E. M.; UNGARO, M. R. G.; VIEIRA, D. B. Produção de grãos, óleo e proteína em girassol sob estresse hídrico. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE GIRASSOL, 4.; REUNIÃO NACIONAL DA CULTURA DE GIRASSOL, 16., 2005, Londrina. [**Anais...**] [S. l.]: EMBRAPA/Soja, 2005. p. 23-25.

GÓMEZ-ARNAU, J. **El cultivo del girasol**. Sevilla, Madrid, 1988. p. 1-31. (Hojas Divulgadoras, n. 20).

GONÇALVES, N. P.; KAKIDA, J.; MARINATO, R.; ALMEIDA, T. de C.; Época, espaçamento, densidade de plantio e irrigação para a cultura do girassol. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 7, n. 82, p. 78-79, out. 1981.

GRANDO, G. Girassol promete boa rentabilidade na próxima safra. **Campo&Negócios**, Uberlândia, n. 32, p. 17, out. 2005.

GUPTA, U. C. **Boron and its role in crop production**. Boca Raton: CRC Press, 1993. 236 p.

GUTERRES, J. F.; BAMI, N. A.; COMIN, C. M. V. Nutrição e adubação. In: _____. **Girassol** – indicações para o cultivo no Rio Grande do Sul. 2. ed. Porto Alegre: UFRGS, 1988. 6 p.

HELIANTHUS DO BRASIL. **Informações sobre a Helianthus do Brasil**. Disponível em: <http://www.helianthus.com.br/produtos.php>>. Acesso em: 29 out. 2005.

HUGUET, N.; ALVAREZ, D.; PARRA, R. **Evaluación de cultivares de girassol frente a Alternaria helianthi em la zona girasolera norte Argentina durante la campaña 2002/03**. Disponível em: <http://www.asagir.org.ar/2_congreso/Murales/Alvarez.pdf>. Acesso em: 30 set. 2005.

KOPPEN, W. **“Roteiro para classificação climática”**. [S. l], 1970. 6 p. (não publicado, mimeografado).

LEITE, R. M. V. B. de. **Avaliação de danos e efeito de variáveis ambientais na mancha de Alternaria (*Alternaria helianthi*) em girassol**. 2002. 107 p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” Piracicaba.

LEITE, R. M. V. B. C. **Doenças do girassol**. Londrina: EMBRAPA-CNPSo, 1997. 68 p. (Circular Técnica, 19).

LEITE, R. M. V. B. C.; AMORIM, L. Elaboração e validação de escala diagramática para mancha de Alternaria em girassol. **Summa Phytopathologica**, São Paulo, v. 28, n. 1, p. 1-6, jan./mar. 2002.

LEITE, R. M. V. B. C.; CARVALHO, C. G. P. Avaliação da resistência de genótipos de girassol à mancha de Alternaria (*Alternaria helianthi*) em condições de campo. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE GIRASSOL, 16.; SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE A CULTURA DO GIRASSOL, 4., 2005, Londrina. **Anais...** Londrina: EMBRAPA Soja, 2005. p. 108-110.

LEMOS, D. M. R.; VAZQUEZ, G. H. Comportamento agronômico de diferentes genótipos de girassol na época da safrinha em Fernandópolis/SP. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE GIRASSOL, 16.; SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE A CULTURA DO GIRASSOL, 4., 2005, Londrina. **Anais...** Londrina: EMBRAPA Soja, 2005. p. 76-79.

LIBARDI, P. L. **Dinâmica da água no solo**. Piracicaba, 1995. 496 p.

LOPES, A. S. **Manual de fertilidade do solo**. São Paulo: ANDA/POTAFÓS, 1989. 153 p.

MACHADO, E. C.; PEREIRA, A. R.; FAHL, J. I.; ARRUDA, H. V.; SILVA, W. J. da; TEIXEIRA, J. P. F. Análise quantitativa de crescimento de quatro variedades de milho em três densidades. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 17, n. 6, p. 825-833, jun. 1982.

MACHADO, P. R. **Absorção de nutrientes por duas variedades de girassol (*Helianthus annuus* L.) em função da idade e adubação em condições de campo**. 1979. 83 p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba.

MAEDA, J. A.; UNGARO, M. R. J. Study of sunflower seed dormancy. In: INTERNATIONAL SUNFLOWER CONFERENCE, 11., 1985, Mar del Plata. **Actas...** Mar del Plata: ASAGIR, 1985. p. 73-79.

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Ed. Ceres, 1980. 251 p.

MARSCHNER, H. **Mineral de nutrição of higher plants**. London: Academic Press, 1995. 889 p.

MELO, J. F. **Custos da irrigação por aspersão em Minas Gerais**. 1993. 147 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

MONTEIRO, C. de A. **Análise de crescimento e produtividade agrícola de girassol conduzido na safrinha em cinco densidades de plantas**. 2001. 94 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" Piracicaba.

NAKAGAWA, J.; MACHADO, J. R.; SILVA, M. N. da; MARTHE, L. A. Q. Efeito da população de plantas no comportamento de girassol m cultivado da seca, **Científica**, Jaboticabal, v. 17, n. 1, p. 73-82, 1989.

OLIVEIRA, F. A. de; CASTRO, C. de; SALINET, L. H.; VERONESI, C. de O. Rochas brasileiras como fontes alternativas de potássio para uso em sistemas agropecuários. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE GIRASSOL, 16.; SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE A CULTURA DO GIRASSOL, 4., 2005, Londrina. **Anais...** Londrina: EMBRAPA Soja, 2005. p. 40-43.

OLIVEIRA, R. F. **Desenvolvimento e análise de desempenho de um sensor de fluxo para avaliação de transpiração vegetal pelo método de balanço de calor**. 1997. 73 p. Tese (Livre-docência) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba.

PROGRAMA NACIONAL DE IRRIGAÇÃO. **Tempo de irrigar** : manual do irrigante. São Paulo: Mater, 1987.

REIS, R. P. **Fundamentos da economia aplicada**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2002. 91 p.

REIS, R. P.; MEDEIROS, A. L.; MONTEIRO, L. A. **Custos de produção da atividade leiteira na região Sul de Minas Gerais**. Lavras: UFLA/DAE, 2001. 23p.

REYES, F. G. R. **Girassol**: cultura e aspectos químicos, nutricionais e tecnológicos. Campinas: Fundação Cargill, 1985. 86 p.

REZENDE, A. V. de. **Avaliação do potencial do girassol (*Helianthus annuus* L.) como planta forrageira para silagem e para associar-se ao capim-elefante (*Pennisetum purpureum* SCHM) na ensilagem**. 2001. 115 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

RIZZARDI, M. A.; ARGENTA, G.; PIRES, J. L. Rendimento de grão e componentes do rendimento de cultivares de sorgo em sucessão ao girassol. In: REUNIÃO NACIONAL DE GIRASSOL, 10., 1993, Goiânia. **Resumos...** Goiânia: IAC, 1993. p. 25.

ROBINSON, R. G. Production and culture. In: CARTER, J. F. (Ed.) **Sunflower science and technology**. Madison: ASA, CSSA, SSSA, 1978. Cap. 4, p. 89-143.

ROSSI, R. O. **Girassol**. Curitiba: Ed. Tecnoagro, 1998. 333 p.

SAAD, O. **Máquinas e técnicas de preparo inicial do solo**. São Paulo: Nobel, 1976. 98 p.

SALGADO, A.P.S.P.; CARDOSO, M.das G.; CASTRO, D.P.de; SILVA, V.de F.; VILELA, F.J. Rendimento de óleos fixos de sementes de soja (*Glycine Max*), milho (*Zea mays*), algodão (*Gossypium hirsutum*) e girassol (*Helianthus annuus* L.) e sua caracterização química. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE QUÍMICA, 10., 2003, Ouro Preto. **Resumos...** Ouro Preto, 2003. p.166.

SARDER, R.; ADAMO, P. E.; MATTOS JÚNIOR, D. de; GAVIOLI, E. A. Efeito da época de semeadura na produção e qualidade de sementes de girassol (*Helianthus annuus* L.). **Científica**, Jaboticabal, v. 19, n. 1, p. 93-101, 1991.

SCALOPPI, E. J. Exigências de energia para irrigação. **ITEM**, Brasília, v. 12, n. 2, p. 13-17, mar. 1985.

SCHNEITER, A. A.; MILLER, J. F. Description of sunflower growth stages. **Crop Science**, Madison, v. 21, n. 6, p. 901-903, Nov./Dec. 1981.

SENTELHAS, P. C.; PEZZOPANE, J. R. M.; UNGARO, M. R. G.; MORAES, S. A.; DUDIENAS, C. Aspectos climáticos relacionados à ocorrência da mancha de *Alternaria* em cultivares de girassol. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 4, p. 464-469, dez. 1996.

SFREDO, G. J.; CAMPOS, R. J.; SARRUGE, J. R. **Girassol: nutrição mineral e adubação**. Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 1984. 36 p. (EMBRAPA_CNPSO. Circular técnica, 8).

SILVA, A. G. da; MORAES, E. B. de; PIRES, R.; CARVALHO, C. G. P. de; OLIVEIRA, A. C. B. de. Efeito do espaçamento entre linhas em três híbridos de girassol. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE GIRASSOL, 16.; SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE A CULTURA DO GIRASSOL, 4., 2005, Londrina. **Anais...** Londrina: EMBRAPA Soja, 2005. p. 86-88.

SILVA, A.L. da. **Estudo técnico e econômico do uso do sistema de irrigação por gotejamento na cultura do cafeeiro (*Coffea arábica* L.)**. 2002. 68p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

SILVA, M. N. da. **A cultura do girassol**. Jaboticabal: FUNEP-UNESP, 1990. 67 p.

SILVA, M. R.; UNGARO, M. R. G.; RAMOS, N. P.; AGUIAR, R. H. Cultivo de girassol em Lucianópolis – Estudo de caso In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE GIRASSOL, 16.; SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE A CULTURA DO GIRASSOL, 4., 2005, Londrina. **Anais...** Londrina: EMBRAPA Soja, 2005. p. 68-70.

SILVA, P. R. F. da; RIZZARDI, M. A.; TREZZI, M. M.; ALMEIDA, M. L. de. Densidade e arranjo de plantas em girassol. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 30, n. 6, p. 797-810, jun. 1995.

SMIDERLE, O. J.; MOURÃO JÚNIOR, M.; GIANLUPPI, D.; CASTRO, C. de. Adubação nitrogenada para girassol nos cerrados de Roraima. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE GIRASSOL, 16.; SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE A CULTURA DO GIRASSOL, 4., 2005, Londrina. **Anais...** Londrina: EMBRAPA Soja, 2005. p. 32-35.

TALHA, M.; OSMAN, F. Effect of soli water stress on water economy and oil composition in sunflower (*Helianthus annuus* L.). **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 84, n. 1, p. 49-56, Feb. 1975.

THAME, A. C. de M. (Org.). **A cobrança pelo uso da água na agricultura**. São Paulo: IQUAL, 2004. 270p.

UNGARO, M. R. G. **Comportamento de introduções de girassol plantadas em diferentes épocas e locais do Estado de São Paulo**. Campinas: IAC, 1986. 16. (Boletim Técnico, 103).

UNGARO, M. R. G. Cultura do girassol. **Boletim Técnico do Instituto Agrônomo**, Campinas, 2000. v. 188, p. 1-36, 2000.

UNGARO, M. R. G. **Custos de girassol** [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por ungaro@iac.sp.gov.br em 7 abr. 2005.

UNGARO, M. R. G. Girassol (*Helianthus annuus* L.). **Boletim Informativo do Instituto Agrônomo**, Campinas, v. 200, p. 112-113, 1990.

UNGARO, M. R. G.; NOGUEIRA, S. S.; ARRUDA, M. B. Growth analysis of sunflower. In: CONFERENCE INTERNATIONAL DE GIRASSOL, 11., Mar del Plata, 1985. **Actas...** Mar del Plata: ASAGIR/ISA, 1985. p. 61-66.

UNGARO, M. R. G.; SENTELHAS, P. C.; TURATTI, J. M.; SOAVE, D.
Influência da temperatura do ar na composição de aquênios de girassol.
Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 32, n. 4, p. 351-356, abr. 1997.

UNGER, P. W. Sunflower. In: STEWART, B. A.; NIELSEN, D. R. (Ed.)
Irrigation of agricultural crops. Madison: American Society of Agronomy,
1990. p. 775-794. (Agronomy, 30).

UNGER, P. W.; ALLEN, R. R.; JONES, O. R.; MATHERS, A. C.; STEWART,
B. A. Sunflower research in the southern high plains – a progress report. Proc.
Sunflower Forum, Fargo, N. D., n. 1, p. 24-29, 1976.

ANEXOS

ANEXO A

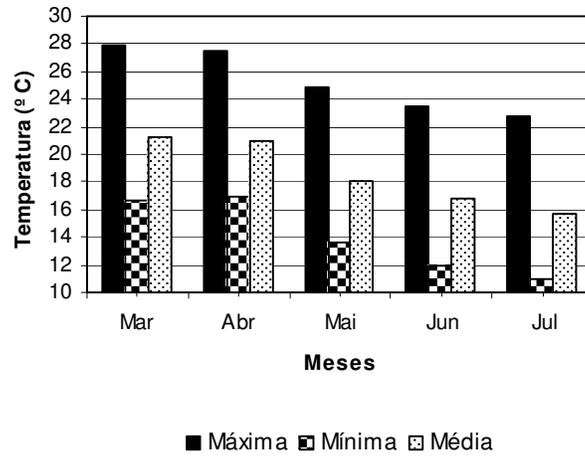


FIGURA 1A. Comportamento das temperaturas máxima, mínima e média (° C), durante o ciclo da cultura do girassol, UFLA, Lavras/MG, 2005.

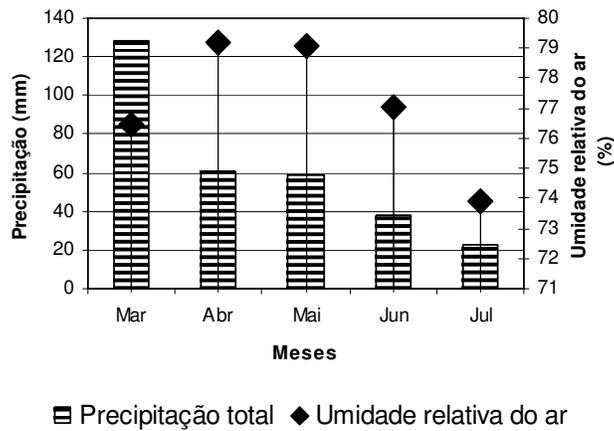


FIGURA 2A. Comportamento da precipitação (mm) e umidade relativa do ar (%), durante o ciclo da cultura do girassol, UFLA, Lavras/MG, 2005.

TABELA 1A. Coeficientes de cultura (K_c) utilizados no experimento em estudo¹.

Estádios fenológicos da cultura	K_c
Estádio inicial (20 a 25 dias)	0,3
Desenvolvimento (35 a 40 dias)	0,7
Florescimento (40 a 50 dias)	1,05
Formação de grãos	0,7
Maturação até a colheita	0,35

¹FAO (1979)

TABELA 2A. Descrição dos estádios vegetativos do girassol utilizados no experimento em estudo¹.

Símbolo	Denominação	Descrição
V_E	Emergência	Desde a emergência epígea até a primeira folha com no máximo 4 cm, acima dos cotilédones.
V_1	Primeira folha	Primeiro nó vegetativo com folha apresentando pelo menos 4 cm de comprimento.
V_2	Segunda folha	Segundo nó vegetativo com folha apresentando pelo menos 4 cm de comprimento.
V_3	Terceira folha	Terceiro nó vegetativo com folha apresentando pelo menos 4 cm de comprimento.
V_n	Enésima folha	“Enésimo” nó vegetativo com folha apresentando pelo menos 4 cm de comprimento.

¹Schneiter & Miller (1981).

TABELA 3A. Descrição dos estádios reprodutivos do girassol.¹

Símbolo	Denominação	Descrição
R ₁	Pequeno botão floral	Vista por cima, a extremidade apical da haste apresenta-se com brácteas envolvendo o botão floral, lembrando uma pequena “estrela”.
R ₂	1º Alongamento do botão floral	O botão floral distancia-se de 0,5 a 2,0 cm da última folha ² .
R ₃	2º Alongamento do botão floral	O botão floral distancia-se acima de 2,0 cm da última folha.
R ₄	1ª Fase do florescimento	Capítulo com brácteas abertas e flores liguladas fechadas ou parcialmente abertas.
R ₅	2ª Fase do florescimento	Refere-se ao florescimento das flores tubulares, podendo ser subdividida conforme a porcentagem do disco floral com flores abertas, tomando-se como referência a floração da periferia para o centro do capítulo.
R _{5,1}	Florescimento inicial	10% do disco floral com flores tubulares abertas.
R _{5,5}	Florescimento mediano	50% do disco floral com flores tubulares abertas.
R _{5,9}	90% do Florescimento	90% do disco floral com flores tubulares abertas.
R ₆	Florescimento completo	100% de flores tubulares abertas e flores liguladas murchas.
R ₇	1ª Fase de desenvolvimento dos aquênios	O dorso do capítulo apresenta coloração variável e progressivo do verde para o amarelo-claro, porém, com brácteas verdes.
R ₈	2ª Fase de desenvolvimento dos aquênios	O dorso do capítulo apresenta-se amarelo-escuro, porém, com brácteas verdes.
R ₉	Maturação Fisiológica	O dorso do capítulo apresenta-se com cor castanha a marrom e as brácteas estão entre a cor amarela e castanha.

¹ Schneiter & Miller (1981).

² Considera-se como última folha aquela que está unida à haste.

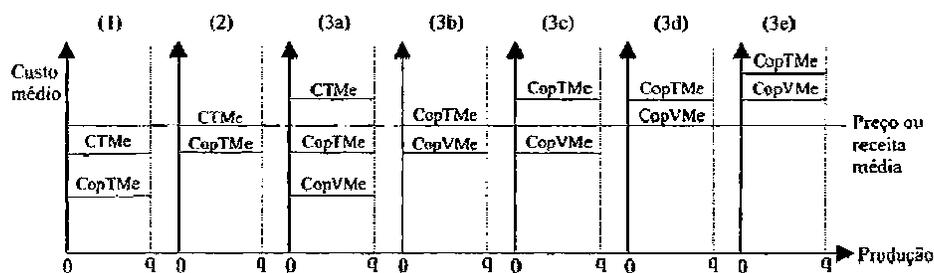


FIGURA 3A. Situações de análises econômica e operacional de uma atividade produtiva, segundo Reis (2002).

TABELA 4A. Descrição dos recursos e respectivos coeficientes utilizados para o cálculo do custo horário de máquinas e implementos para o cultivo do girassol.

Recursos	Quantidade	Vu ¹ (horas)	UA ¹ (horas)	UA ² _{girassol} (horas)	Vr ¹ (% V _i)
Trator de 70 CV	1	10.000	1.000	3,56	10
Arado de 3 discos	1	2.000	400	1,48	10
Grade de 24 discos	1	2.000	400	0,43	10
Distrib. Calcáreo	1	2.000	400	0,24	10
Pulveriz. 600 L	1	2.000	400	0,72	10
Semeadora 4 linhas	1	1.500	300	0,69	10
Colhedora autom. 4 linhas	1	3.000	300	0,79	10

¹ Vu=vida útil do recurso; UA=utilização anual do recurso; Vr=valor residual do recurso Balastreire (1987).

² UA_{girassol}=utilização anual do recurso na atividade do girassol. Ungaro (2005).

TABELA 5A. Características do sistema pivô central utilizado no cálculo dos custos de produção do girassol¹.

ITEM	DESCRIÇÃO
Marca	VALLEY
Modelo	4871-8000-VSL/7-868
Propulsão	Elétrica
Número de torres	7
Raio total irrigado	378,42 metros
Área circular irrigada	44,99 hectares
Altura livre entre torres	3,75 metros
Precipitação diária (Lâmina bruta)	9,2 milímetros por dia
Período (rele a 100%)	8,33 horas
Lâmina por percurso (a 100%)	3,65 milímetros
Composição	2 lance longo 6,5/8"; 5 lance médio 6,5/8" Com balanço de 25 m, com spray final, sem canhão final.
Número de aspersores	166-Super Spray, com tubo de descida
Vazão total	197,09 metros cúbicos por hora
Comprimento até a última torre	349,97 metros
Pressão no final da tubulação	1,30 atmosferas
Motorreductores em alta	5
Giro	360 graus
Vazão por área	4,38 metros cúbicos por hora por hectare
Comprimento da tubulação	375,42 metros

¹ Dados cedidos pela firma Lavras Irrigação Ltda. Lavras/MG.

TABELA 6A. Médias das alturas de plantas de girassol, em função das lâminas de água, UFLA, Lavras/MG, 2005.

Lâminas (mm)	Altura de plantas (m)	Altura relativa (%)
117,20	1,28	100,00
350,84	1,49	116,41
428,70	1,48	115,63
522,14	1,52	118,75

TABELA 7A. Médias das alturas de plantas de girassol, em função dos dias após a emergência (DAE), UFLA, Lavras/MG, 2005.

DAE	Altura de plantas (m)	Altura relativa (%)
33	0,54	100,00
48	1,11	205,56
63	1,73	320,37
78	1,92	355,56
93	1,93	357,41
108	1,93	357,41

TABELA 8A. Médias dos diâmetros de caule das plantas de girassol, em função dos dias após a emergência (DAE), UFLA, Lavras/MG, 2005.

DAE	Diâmetro de caule (cm)	Diâmetro relativo (%)
33	1,66	100,00
48	2,31	139,16
63	2,84	171,08
78	2,83	170,48
93	2,84	171,08
108	2,86	172,29

TABELA 9A. Médias dos diâmetros externos (D_{ext}) e internos (D_{int}) e da área fertilizada (A_f) dos capítulos das plantas de girassol em função das lâminas de água, UFLA, Lavras/MG, 2005.

Lâminas (mm)	D_{ext} (cm)	D_{ext} relativo (%)	D_{int} (cm)	D_{int} relativo (%)	A_f (%)	A_f relativa (%)
117,20	16,08	100,00	6,06	100,00	84,42	100,00
350,84	17,75	110,39	7,75	127,89	79,99	94,75
428,70	17,64	109,70	7,75	127,89	80,19	94,99
522,14	17,64	109,70	7,55	124,59	80,46	95,31

TABELA 10A. Média da produtividade dos grãos de girassol em função das lâminas de água, UFLA, Lavras/MG, 2005.

Lâminas (mm)	Produtividade (kg/ha)	Produtividade relativa (%)
117,20	1924,27	100,00
350,84	2293,15	119,17
428,70	2564,26	133,26
522,14	2863,12	148,79

TABELA 11A. Média do teor de óleo dos grãos de girassol, em função da interação entre lâminas de água e dosagens de boro, UFLA, Lavras/MG, 2005.

Lâminas de água (mm)	Teor de óleo nos aquênios (%)		
	1 kg/ha boro	2 kg/ha boro	3 kg/ha boro
117,20	22,10	25,15	20,21
350,84	23,99	23,63	22,17
428,70	23,48	24,17	24,40
522,14	22,50	24,24	24,48

TABELA 12A. Média da produtividade de óleo dos grãos de girassol, em função das lâminas de água, UFLA, Lavras/MG, 2005.

Lâminas (mm)	Produtividade de óleo (kg/ha)	Produtividade de óleo relativa (%)
117,20	424,94	100,00
350,84	541,34	127,39
428,70	619,92	145,88
522,14	675,57	158,98

TABELA 13A. Média do número de plantas de girassol quebradas/ha em função das lâminas de água, UFLA, Lavras/MG, 2005.

Lâminas (mm)	Número de plantas quebradas/ha	Quebramento relativo de plantas (%)
117,20	52,85	100,00
350,84	120,69	228,36
428,70	99,79	188,82
522,14	125,71	237,86

TABELA 14A. Médias das eficiências do uso da água nas plantas de girassol para produção de grãos ($EUA_{grãos}$) e de óleo ($EUA_{óleo}$), em kg/ha.mm, em função das lâminas de água, UFLA, Lavras/MG, 2005.

Lâminas (mm)	$EUA_{grãos}$	$EUA_{grãos}$ relativo	$EUA_{óleo}$	$EUA_{óleo}$ relativo
185,50	10,37	100,00	2,29	100,00
419,14	5,48	52,84	1,29	56,33
497,00	5,16	49,76	1,25	54,59
590,44	4,85	46,77	1,14	49,78

TABELA 15A. Síntese da análise de desdobramento do fator lâminas de água dentro de cada nível dos fatores dosagem de boro e cultivares para o parâmetro eficiência do uso da água para a produção de óleo ($EUA_{óleo}$), em kg/ha.mm, das plantas de girassol, UFLA, Lavras/MG, 2005.

Fator de Variação	GL	Quadrado Médio
Lâminas d. 1 kg/ha de B e H251	3	1,69 *
Lâminas d. 1 kg/ha de B e H250	3	0,07 ns
Lâminas d. 2 kg/ha de B e H251	3	0,83 *
Lâminas d. 2 kg/ha de B e H250	3	1,26 *
Lâminas d. 3 kg/ha de B e H251	3	0,74 *
Lâminas d. 3 kg/ha de B e H250	3	1,43 *
Resíduo	40	0,12

ns = não significativo; * = significativo a 5% de probabilidade.

TABELA 16A. Custos fixos e variáveis, em R\$/ha, da produção de girassol, em diferentes tratamentos de lâmina de água, UFLA, Lavras/MG, 2005.

Custos fixos e variáveis	Custo em R\$/ha				
	L ₀₍₁₎	L ₀₍₂₎	L ₁	L ₂	L ₃
Máquinas e implementos	182,79	182,79	182,79	182,79	182,79
Sistema de irrigação	0,00	238,39	238,39	238,39	238,39
ITR	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
Custo alternativo	74,49	187,41	187,41	187,41	187,41
Custo Fixo Total (CFT)	257,31	608,62	608,62	608,62	608,62
Aces. máq. e implem.	174,07	174,07	174,07	174,07	174,07
Mão-de-obra	48,34	48,34	48,34	48,34	48,34
Insumos	426,23	426,23	426,23	426,23	426,23
Desp. Gerais/Adm.	26,44	26,44	26,44	26,44	26,44
Desp. Gerais/Pós-colheita	71,7	71,7	86,79	98,14	109,44
Energia	0,00	0,00	152,53	203,51	326,38
Água	0,00	0,00	2,27	3,03	3,94
Custo alternativo	44,81	44,81	55,00	58,79	66,89
Custo Variável Total (CVT)	791,59	791,59	971,67	1038,54	1181,73
Custo total (CT)	1048,90	1400,21	1580,29	1647,16	1790,35
Custo total (R\$/sc 60kg)	32,71	43,66	41,35	38,54	37,52
Receita (R\$/ha)	1019,83	1019,83	1215,40	1359,13	1517,50
Lucro/prejuízo (R\$/ha)	-29,07	-380,38	-364,89	-288,03	-272,85

L₀ = s/irrigação; L₁ = 0,75 Etc; L₂ = 1,00 Etc; L₃ = 1,30 Etc.

⁽¹⁾: situação em que o produtor não possui o sistema de irrigação;

⁽²⁾: situação em que o produtor possui o sistema de irrigação.