

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO - *CAMPUS* RIO VERDE PROGRAMA DE PÓS-
GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS - AGRONOMIA

EFEITOS DOS CULTIVOS DE SOJA, MILHO E PASTAGEM
E DA COMPLEMENTAÇÃO HÍDRICA SOBRE A CULTURA
DO GIRASSOL.

Mestrando: Thiago Schwerz
Orientador: Prof. Dr. Adriano Jakelaitis

RIO VERDE - GO
junho – 2014

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO - *CAMPUS* RIO VERDE PROGRAMA DE PÓS-
GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS - AGRONOMIA

EFEITOS DOS CULTIVOS DE SOJA, MILHO E PASTAGEM
E DA COMPLEMENTAÇÃO HÍDRICA SOBRE A CULTURA
DO GIRASSOL.

Mestrando: Thiago Schwerz
Orientador: Prof. Dr. Adriano Jakelaitis

Dissertação apresentada como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS - AGRONOMIA no Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias - Agronomia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – *Campus* Rio Verde – Área de concentração Produção Vegetal Sustentável do Cerrado.

RIO VERDE - GO
junho – 2014

S415e Schwerz, Thiago.

Efeitos dos cultivos de soja, milho e pastagem e da complementação hídrica sobre cultura do girassol / Thiago Schwerz. – Rio Verde, GO: IF Goiano, 2013.

54 f. il.

Orientador: Prof. Dr. Adriano Jakelaitis.

Dissertação (mestrado) – Instituto Federal Goiano - Câmpus Rio Verde, Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias-Agronomia, 2013.

Incluí bibliografia.

1. Helianthus annuus L.. 2. Cultivo de safrinha. 3. Irrigação. I. Título.

CDD 633.85

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO – CÂMPUS RIO VERDE
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS
AGRÁRIAS-GRONOMIA**

**EFEITOS DOS CULTIVOS DE SOJA, MILHO E
PASTAGEM E DA COMPLEMENTAÇÃO HÍDRICA
SOBRE A CULTURA DO GIRASSOL**

Autor: Thiago Schwerz
Orientador: Dr. Adriano Jakelaitis

TITULAÇÃO: Mestre em Ciências Agrárias-Agronomia - Área de
Concentração em Produção Vegetal Sustentável no Cerrado

APROVADA em, 30 de junho de 2014.

Prof. Dr. Paulo César Timossi
Avaliador externo
UFG/Jataí

Prof. Dr. Marconi Batista Teixeira
Avaliador interno
IF Goiano/RV

Prof. Dr. Adriano Jakelaitis
Presidente da banca
IF Goiano/RV

Prof. Dr. Frederico Antonio Loureiro Soares
Avaliador interno
IF Goiano/RV

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer primeiramente a “Deus”.

Em seguida passo meu agradecimento a minha esposa, que tanto me apoiou nesse trabalho, tendo paciência nas vezes que não estava ao seu lado por conta das disciplinas ou por conta do trabalho de pesquisa.

Agradeço de maneira muito sincera ao meu orientador Prof. Dr. Adriano Jakelaitis, que muito calmamente me deu as devidas direções a seguir, para que conseguisse concluir com êxito este trabalho.

Aos meus coorientadores Prof. Dr. Marconi Batista Teixeira e Prof. Dr. Frederico Antônio Loureiro Soares, visto que sem a aceitação e o grande auxílio que me foi dado por eles não seria possível o ingresso e nem a finalização deste mestrado.

Agradeço de forma muito especial aos colaboradores que sempre busquei ajuda, e ela me foi dada a tempo e a hora.

Tenho toda gratidão ao Instituto Federal Goiano *Campus* Urutaí que é a instituição em que trabalho e de maneira muito compreensiva me deu o tempo necessário para cumprir com minhas obrigações de mestrando.

BIOGRAFIA DO AUTOR

Thiago Schwerz, natural de Cristalina-GO, filho de pequenos agricultores dessa região, sendo seus pais Lauro Emílio Schwerz e Armela Maria Schwerz, começou seus estudos em uma escola municipal da cidade de Campos Belos de Goiás no ano de 1990, concluindo o ensino básico na Escola Estadual de Cristalina, e logo em seguida ingressou no ginásio, terminando esta etapa na escola municipal do assentamento Três Barras também na região de Cristalina, no ano de 1999 com 14,5 anos começou o ensino médio no período noturno na Escola Estadual de Cristalina, findando-o no ano de 2001.

Então no ano de 2002, iniciou o curso de Tecnologia em Irrigação e Drenagem concomitante com o curso de Técnico Agrícola, formando na metade do ano de 2005, já recém-formado trabalhou durante três anos em uma fazenda na região de Ipameri, vindo deixar este trabalho para melhor focar nos estudos tentando uma vaga no serviço público, a qual foi alcançado no ano de 2008.

No ano de 2012, com o estágio probatório terminado pleiteou uma vaga no Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias-Agronomia do Instituto Federal Goiano *Campus* Rio Verde, finalizando no ano de 2014.

ÍNDICE GERAL

	Páginas
ÍNDICE DE TABELAS	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
LISTA DE SÍMBOLOS, SIGLAS, ABREVIACÕES E UNIDADES.....	xiii
RESUMO	xiv
ABSTRACT	16
INTRODUÇÃO GERAL	17
1. CULTURA DO GIRASSOL	17
2. O MANEJO DA IRRIGAÇÃO DO GIRASSOL.....	20
3. COBERTURAS DO SOLO.....	22
OBJETIVOS	23
1. Geral.....	23
2. Específicos	23
1.1 INTRODUÇÃO	30
1.2 MATERIAL E MÉTODOS	31
1.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	38
1.4 CONCLUSÕES	49

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Propriedades químicas do solo da área experimental em 2012.....	32
Tabela 2. Resumo da análise de variância para altura de plantas (AP), diâmetro da haste (DH), número de folhas por planta (NF), área foliar (AF) e massa seca da parte aérea (MS) de girassol em função de resíduos vegetais das culturas antecessoras e épocas de coleta e de parcelas irrigadas e não irrigadas.....	37
Tabela 3. Massa seca da parte aérea de plantas de girassol, em diferentes épocas, cultivadas em função de resíduos vegetais das culturas antecessoras.....	44
Tabela 4. Resumo da análise de variância para diâmetro do capítulo (DC), massa de mil sementes (MMS), rendimento de grãos (RG), teor de óleo (TO) e rendimento de óleo (RO) de girassol em função do cultivo de culturas antecessoras e de parcelas irrigadas e não irrigadas.....	45
Tabela 5. Médias para diâmetro do capítulo (DC), massa de mil sementes (MMS) e rendimento de grãos (RG) de girassol em função de resíduos vegetais das culturas antecessoras e de parcelas irrigadas e não irrigadas.....	45
Tabela 6. Médias para teor de óleo (TO) e rendimento de óleo (RO) de girassol em função de resíduos vegetais das culturas antecessoras e de parcelas irrigadas e não irrigadas.....	46

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Vista geral da área onde o experimento foi desenvolvido (imagem retirada da internet, google maps).....	31
Figura 2. Dados de precipitação pluvial ocorridos na área experimental durante cultivo do girassol.....	31
Figura 3. Dados da evaporação ocorrida na área experimental durante cultivo do girassol.....	31
Figura 4. Vista com croqui da disposição das parcelas do experimento desenvolvido (imagem retirada da internet, google maps).....	31
Figura 5. Dados da reposição hídrica requerida e reposição efetuada.....	34
Figura 6. Altura de plantas avaliadas ao longo do ciclo da cultura do girassol cultivado sobre resíduos vegetais de soja, braquiária e milho sob irrigação e sequeiro, (SS: resíduo de soja em sequeiro; SI: resíduo de soja sob irrigação; BS: resíduo de braquiária em sequeiro; BI: resíduo de braquiária sob irrigação; MS: resíduo de milho em sequeiro; MI: resíduo de milho sob irrigação).....	38
Figura 7. Diâmetro da haste avaliadas ao longo do ciclo da cultura do girassol em função dos tratamentos.....	39
Figura 8. Número de folhas avaliadas ao longo do ciclo da cultura do girassol cultivado sobre resíduos vegetais de soja, braquiária e milho sob irrigação e sequeiro, (SS: resíduo de soja em sequeiro; SI: resíduo de soja sob irrigação; BS: resíduo de braquiária em sequeiro; BI: resíduo de braquiária sob irrigação; MS: resíduo de milho em sequeiro; MI: resíduo de milho sob irrigação).....	40
Figura 9. Área foliar (cm ²) de plantas avaliadas ao longo do ciclo da cultura do girassol cultivado sobre resíduos vegetais de soja, braquiária e milho sob irrigação e sequeiro,	

(SS: resíduo de soja em sequeiro; SI: resíduo de soja sob irrigação; BS: resíduo de braquiária em sequeiro; BI: resíduo de braquiária sob irrigação; MS: resíduo de milho em sequeiro; MI: resíduo de milho sob irrigação).....41

Figura 10. Massa seca da parte avaliados ao longo do ciclo da cultura do girassol cultivado sobre resíduos vegetais de soja, braquiária e milho.....42

LISTA DE SÍMBOLOS, SIGLAS,
ABREVIACÕES E UNIDADES

Símbolo / Sigla	Significado	Unidade de Medida
P	Fósforo	cmolc kg ⁻¹
Na	Sódio	cmolc kg ⁻¹
Ca ⁺²	Cálcio	cmolc kg ⁻¹
Mg ⁺	Magnésio	cmolc kg ⁻¹
C	Carbono	%
B	Boro	%
Cu	Cobre	%
Mn	Manganês	%
Zn	Zinco	%
N	Nitrogênio	%
MO	Matéria Orgânica	%
PE	Porcentagem de emergência	%
AP	Altura de planta	Cm
DH	Diâmetro da haste	Mm
AF	Área foliar	cm ²
RO	Rendimento de óleo	kg ha ⁻¹
MS	Matéria seca parte aérea	g
TO	Teor de óleo	%
DC	Diâmetro de capítulo	Mm
RG	Rendimento de grãos	kg ha ⁻¹
MMS	Massa mil sementes	g
NF	Número de folhas por planta	
FV	Fonte de Variação	
ha	Hectares	
g	Gramas	
kg	Quilograma	
mm	Milímetros	
%	Porcentagem	
cm	Centímetros	
cm ²	Centímetro quadrado	
cm ³	Centímetro cúbico	
cmolc kg ⁻¹	Centimol de carga por quilograma	
Cl	Cloro	
K	Potássio	
S	Enxofre	
C	Culturas	
DAE	Dias após emergência	
DAP	Dias Após Plantio	
Kc	Coeficiente de cultura	

RESUMO

SCHWERZ, T. Instituto Federal Goiano – *Campus* Rio Verde – GO, junho de 2014. EFEITOS DOS CULTIVOS DE SOJA, MILHO E PASTAGEM E DA COMPLEMENTAÇÃO HÍDRICA SOBRE A CULTURA DO GIRASSOL. Orientador: Dr. Adriano Jakelaitis. Coorientadores: Dr. Marconi Batista Teixeira. Dr. Frederico Antonio Loureiro Soares.

Por ser uma cultura de ampla adaptabilidade, alta tolerância à seca, alto rendimento de grãos e de óleo, o girassol (*Helianthus annuus*) pode contribuir significativamente para maior diversificação dos sistemas agrícolas da região dos Cerrados. Nesta pesquisa, realizada no Instituto Federal Goiano Campus Urutaí, objetivou-se avaliar o desempenho da cultura do girassol cultivado sobre os resíduos vegetais de soja, milho e *Urochloa brizantha* (capim-marandu) nas condições de safrinha com e sem irrigação suplementar por pivô central. Utilizou-se o delineamento de blocos completos ao acaso com quatro repetições. Os tratamentos foram arranjados em esquema de parcelas subdivididas 2x3, em que nas parcelas alocaram-se irrigação suplementar e a condição de sequeiro e nas subparcelas as culturas antecessoras (soja, milho e braquiária) cultivadas na safra entre outubro (2012) e fevereiro (2013). Cada subparcela possuía quatro metros de largura por 25 metros de comprimento, sendo o girassol semeado em espaçamento de 0,8 m entre linhas com 3,3 plantas por metro linear. As culturas antecessoras ao girassol foram implantadas no sistema convencional de preparo do solo, com aração e duas gradagens e o girassol no sistema de semeadura direta na resteva destas. Após a semeadura do girassol, a irrigação foi aplicada em todas as parcelas para igualar as condições iniciais de umidade do solo, e, após este período as irrigações suplementares foram aplicadas conforme a estimativa da evapotranspiração

acumulada da cultura, sendo esta suspensa no final da fase reprodutiva do girassol. Por ocasião da colheita foram avaliados no girassol o diâmetro dos capítulos, as produtividades de grãos e de óleo e a massa de mil aquênios, sendo estes submetidos a análise de variância e ao teste de Tukey a 5%. Também em períodos quinzenais (15, 30, 45, 60, 75 e 90 DAE) até a colheita do girassol foram avaliadas a massa seca da parte aérea, a área foliar das plantas, o número de folhas, a altura de plantas e diâmetro da haste, sendo os dados submetidos às análises de variância e regressão não linear, tendo as épocas de coleta arranjadas como subsubparcelas. O nível de significância adotado para os testes foi de 5%. As plantas de girassol que se estabeleceram após os cultivos de soja e do capim-marandu irrigados apresentaram maior número de folhas quando comparadas as mesmas sobre o cultivo de sequeiro, bem como redução no número de dias para atingir 50% da resposta esperada para esta variável. Concernente a área foliar da planta de girassol houve um incremento nas plantas conduzidas sob irrigação, sendo particularmente notado no cultivo após capim-marandu que na área cultivada sob irrigação alcançou o maior índice (8.309,24 cm²) e no cultivo sequeiro obteve o menor índice (5.476,51 cm²). Não foram observados efeitos significativos dos tratamentos sobre os rendimentos de óleo de grãos. A palhada de soja proporciona maior massa seca da parte aérea e teor de óleo no girassol que a palhada de milho.

PAVAVRAS-CHAVE: *Helianthus annuus* L., irrigação, cultivo de safrinha.

ABSTRACT

SCHWERZ, T. Goiás Federal Institute - Campus Rio Verde - GO, June 2014 **Effects of straws and water supplementation on growth and yield of sunflower**. Advisor: Dr. Adriano Jakelaitis. Co advisors: Dr. Marconi Batista Teixeira. Dr. Antonio Loureiro Frederico Soares.

For being a culture of wide adaptability, high tolerance to drought, high grain and oil yield, sunflower (*Helianthus annuus*) can significantly contribute to further diversification of agricultural systems in the Cerrado region. This work was carried out at the Goiás Federal Institute Campus Urutaí and aimed to evaluate the performance of the sunflower culture cultivated on waste vegetable of soybean, corn and *Urochloa Brizantha* (Marandu grass) in the off-season conditions with and without supplemental irrigation by center pivot. There were used a randomized complete block design with four replications. Treatments were arranged in a 2x3 split-plot scheme, in which the plots allocated up supplemental irrigation and rain fed condition and subplots the preceding crops (soybeans, corn and pasture) grown in crop between October (2012) and February (2013) scheme. Each subplot had four meters wide by 25 meters long, with sunflower seed on 0.8 m spacing between rows with 3.3 plants per meter. The previous crop sunflower were implanted in the conventional tillage system, plowing and disking and Sunflower was established as tillage in these stubble. After sowing sunflower, irrigation was applied to all plots to match the initial conditions of soil moisture, and after this period the additional irrigations were applied as the estimated cumulative crop evapotranspiration, which was suspended in the late breeding stage of sunflower. The diameter of the chapters, the yield of grain and oil and the mass of

thousand seeds, which date were subjected to analysis of variance and Tukey's test were evaluated in sunflower at harvest. Also in fortnightly periods (15 , 30 , 45 , 60 , 75 and 90 DAE) until the sunflower harvest dry weight of shoots , leaf area of plants , number of leaves, plant height and diameter were evaluated from rod, and the data submitted to analysis of variance and non- linear regression , where the collection times were arranged as sub subplots. The level of significance for the tests was 5%. The sunflower plants that were established after the soybean and Marandu grass crops and irrigated showed higher number of leaves when compared to the rain fed crop, as well as a reduction in the number of days to reach 50% of the expected response for this variable. Concerning the leaf area of the sunflower plant there was an increase in plants conducted under irrigation, being particularly noticeable in cultivation after Marandu grass that the cultivated area under irrigation has reached the highest (8309.24 cm²) and rain fed cultivation had the lowest rate (5476.51 cm²). No significant effects of treatments on yield of grain and oil were observed. The soybean straw provides greater dry mass of shoots and sunflower oil content then the corn straw.

KEY WORDS : *Helianthus annuus* L., irrigation, cultivation off-season.

INTRODUÇÃO GERAL

1. Cultura do girassol

1.1 Histórico

O girassol (*Helianthus annuus* L.) é originário da América do Norte, noroeste do Canadá até a América do Sul (UNGARO, 2001) e apresenta grande aptidão ornamental, e para produção de grãos, silagem, tortas e óleos, pertencente à família *Asteraceae*, gênero *Helianthus* e espécie *Helianthus annuus* (UNGARO, 2006; SILVA et al., 2007). É um gênero complexo, compreendendo 49 espécies e 19 subespécies, sendo 12 espécies anuais e 37 perenes (CAVASIN JUNIOR, 2001).

O início do cultivo do girassol no Brasil é improvável já que era cultivado de maneira subsistente, e não se tem registros sólidos de datas para seu início, há indícios que se deu no século XIX, na região Sul, provavelmente por conta do costume dos colonizadores europeus que consumiam as sementes torradas e fabricavam uma espécie de chá matinal (PELEGRINI, 1985). O primeiro cultivo comercial tem data de 1902, em São Paulo, quando se deu a primeira distribuição de sementes pela Secretaria da Agricultura (UNGARO, 2001).

No ano de 1920, um artigo na revista *Chácaras e Quintais*, apresenta o girassol como “rei entre as várias espécies de plantas forrageiras”, especialmente indicada para o gado leiteiro (UNGARO, 1982), já na década de 1930, o girassol foi indicado como planta de múltiplas aptidões, produtora de silagem, oleaginosa, alimentação de aves, entre outros (UNGARO, 2001), porém com uma política de produção muito frágil e investidas fracassadas da década 1940 a segunda metade da década de 1960, desta

maneira até os últimos anos da década de 1970, o girassol não tinha conseguido se estabelecer como cultura no Brasil, visto que o investimento em tecnologias para a produção e para a manufatura de produtos derivados e também comercialização dos mesmos, era muito incipiente, tornando-o incapaz de concorrer com outras opções, que se apresentavam mais atraentes na ocasião como milho, soja, amendoim entre outras.

Em meados da década de 1970 houve uma nova tentativa de alavancar a produção nacional do girassol, com o Programa de Mobilização Energética, criado pelo Governo Federal que estimulou o uso de óleos vegetais como substitutos dos derivados do petróleo, alavancando pesquisas em torno das oleaginosas, como mamona, amendoim e girassol (PELEGRINI, 1985). Essa nova iniciativa esbarrou novamente na falta de políticas para a comercialização do grão, que se manteve como impeditivo para a evolução da cultura nas décadas de 1980 e 1990 (DALL'AGNOL et al., 2005).

A véspera de um novo milênio houve folego renovado e se voltou então a tentativa de criar um cenário de prosperidade para a cultura do girassol, buscando a complementação da matriz energética. Neste período gerou grande interesse dos agricultores, técnicos e empresas brasileiras no cultivo do girassol, pelo fato de possibilitar a utilização do óleo como matéria-prima na fabricação de biodiesel, além de apresentar opção econômica em sistema de rotação de culturas de grãos (BACKES et al., 2008).

O girassol possui grande importância na economia global, sendo que as quatro culturas de maior produção de óleo são, dendê, soja, canola e girassol, com valores aproximadamente de 45, 38, 22 e 11 milhões de toneladas, respectivamente (FAO, 2014). Na safra brasileira 2012/2013 a produção estimada de girassol foi de 110 mil toneladas, com produtividade média de 1.590 kg ha⁻¹, a região de maior importância é a Centro – Oeste representando em torno de 80% da produção nacional. O estado de Goiás ocupa o segundo lugar dentro da região em produção de girassol (CONAB, 2013).

Levando em consideração a maioria das espécies normalmente cultivadas no Brasil, o girassol se destaca por possuir maior tolerância à seca, frio e calor, maior índice de crescimento, e consiste em fonte oleica preferida ao consumo humano. Além disso, é facilmente adaptável às condições edafoclimáticas e seu rendimento pouco depende da latitude, altitude e fotoperíodo. Por essas características é uma oleaginosa adequada para sucessão de culturas nas regiões produtoras de grãos. (HU et al., 2010; DUTRA, et al., 2012).

O girassol influencia a rentabilidade das culturas subsequentes, agindo como cicladador de nutrientes, com ação alelopática sobre plantas daninhas, melhorando as características físicas do solo (UNGARO, 2001), esta característica alelopática foi descrita também em pesquisa realizada com a espécie de planta daninha *Bidens pilosa* (silva et al., 2011), a planta do girassol inibiu o crescimento da planta daninha, diminuindo assim massa seca de parte aérea e de raízes da referida planta daninha.

Dessa forma os produtores podem utilizar o girassol de forma a facilitar o manejo subsequente das próximas culturas aperfeiçoando assim a utilização de parte dos recursos tecnológicos disponíveis em sua propriedade como mão de obra, máquinas, equipamentos e a terra. O girassol contribui para diminuir a ociosidade, aumentar a diversificação do sistema produtivo, aumentar receitas, fluxo de caixa, aproveitamento de recursos produtivos, equilíbrio ecológico, entre outros (LAZZAROTTO et al., 2005).

Mesmo a cultura do girassol possuindo alta adaptabilidade a diversas condições edafoclimáticas é de extrema importância que as pesquisas sejam constantes, visando o desenvolvimento de tecnologias que buscam compreender melhor suas exigências (PORTO et al., 2007; BACKES et al., 2008).

1.2 Aspectos Agronômicos

O girassol apresenta melhores rendimentos em solos bem corrigidos, profundos, férteis, bem drenados, sem compactação e com baixos níveis tóxicos de alumínio, responsáveis pela limitação do seu crescimento radicular. O sistema radicular da planta é pivotante e ramificado, podendo crescer em profundidade, desde que não haja impedimentos físicos ou químicos. Este crescimento em profundidade favorece a absorção de água e nutrientes além de melhorar a descompactação do solo (Hu et al., 2010), a germinação é inibida em solos com temperaturas inferiores a 4°C, tendo o pico máximo de germinação entre 6 e 23°C, voltando a cair para temperaturas superiores a 25°C. A composição centesimal média das sementes em base seca consiste de: 4,8% de água, 24% de proteína, 47,3% de óleo, 19,9% de carboidratos totais e 4% de cinzas (BACKES et al., 2008).

O ciclo vegetativo da cultura do girassol varia entre 90 e 130 dias, conforme a variedade e condições de plantio. O caule é ereto, não ramificado (existem algumas variedades ornamentais que tem em seus caules ramificações definidas, e surgem

também flores), com altura entre 1 e 2,5 m e número de folhas variando entre 20 e 40 por planta (CASTRO, 1996), sendo seu fruto denominado aquênio, formado pelo pericarpo e pela semente – parte mais interna do tegumento, endosperma e embrião (CARRÃO-PANIZZI & MANDARINO, 2005).

É uma cultura que se adapta bem a diversos ambientes, tolerando temperaturas baixas e períodos de estresse hídrico. O girassol é uma espécie insensível ao fotoperíodo, podendo algumas cultivares se comportarem como plantas de dia curto e outras de dia longo. De acordo com Rosa & Sano (2013), quanto ao mecanismo de redução do CO₂, ou seja, a fase bioquímica da fotossíntese, o girassol é classificado no grupo C3, sendo que, quando a intensidade de radiação atinge um determinado nível, a taxa de fotossíntese não aumenta mais.

2. O manejo da irrigação do girassol

De acordo com Taiz & Zeiger (2010), o solo em menor disponibilidade hídrica pode levar a planta ao estresse hídrico e conseqüentemente provocar mudanças na sua fisiologia e morfologia, sendo que, nesta condição, pode ocorrer a redução na expansão celular, área foliar, relação entre biomassa da raiz e parte aérea, fechamento estomático e redução na fotossíntese, fato do rápido fechamento estomático é a estratégia dos vegetais contra a dessecação imediata.

Em caso contrário, o estresse provocado por excesso de água no solo provoca a morte dos tecidos radiculares, por causa da fermentação láctica e acidose nas células, no instante que o solo se encontra com falta de oxigênio e por conseqüência, por falta de energia, a planta reduz seu potencial de absorção de nutrientes (TAIZ & ZEIGER, 2010).

A irrigação quando disponível é uma ferramenta de extrema importância, possibilitando melhor uso de áreas tanto na agricultura como na pecuária. Esse uso mais eficiente na agricultura significa maior possibilidade de diversificação dentro da produção agrícola, trazendo benefícios tanto diretos com incrementos na produção da cultura implantada, como a melhoria do solo com uso de culturas rápidas na entressafra, não deixando o solo descoberto e quebrando também ciclos de pragas e doenças além de interferir no ciclo das plantas daninhas (Silva et al., 2009).

A literatura mostra que a cultura do girassol responde significativamente na produtividade quando induzido a diferentes níveis de irrigação. Flagella et al. (2000) mostraram a importância da suplementação hídrica para a germinação e no florescimento, com consequente aumento no diâmetro de capítulo, número e peso de sementes, diminuição da superfície estéril do capítulo e no teor de ácido linoleico.

De acordo com a FAO (2002), a cultura do girassol utiliza aproximadamente 20, 55 e 25% de água, nos estádios, vegetativo, florescimento e enchimento de grãos, respectivamente. Silva et al. (2011), concluíram que a reposição hídrica de 533,7 mm (150% da evapotranspiração) proporcionou os maiores valores para produção de aquênios. Silva et al. (2007), encontraram diferença em estudo com diferentes níveis de irrigação para o girassol, e constataram que os parâmetros produção, teor de óleo, e altura de plantas se destacaram na lâmina de 522,14 mm. Ainda segundo Castro & Farias (2005), a necessidade de água para o girassol inicia com 0,5 a 0,7 mm dia⁻¹ durante a fase da sementeira à emergência, até o máximo de 6,0 a 8,0 mm dia⁻¹ na floração e no enchimento de grãos, decrescendo, após esse período, até a maturação fisiológica. O período de florescimento é o mais sensível ao déficit de água, podendo causar decréscimos no rendimento, seguido da formação das sementes sendo o próximo período extremamente sensível ao déficit, causando reduções tanto no rendimento quanto no teor de óleo (ANDRADE, 2000).

Por conta do porte da planta os meios de irrigação para a cultura do girassol que podem ser melhores aproveitados são os por aspersão convencional, auto propelido e pivô central ou linear. Em pequenas propriedades, pode-se utilizar a irrigação localizada por gotejo, sendo esta mais exigente tanto em qualidade de água quanto em mão de obra.

Dentre os vários métodos existentes para o manejo da irrigação, o tanque Classe “A” tem sido amplamente utilizado em todo o mundo, por causa, principalmente, de seu custo relativamente baixo, a possibilidade de instalação próximo da cultura a ser irrigada e a sua facilidade de operação, aliado a resultados satisfatórios para a estimativa hídrica das culturas (SANTOS et al., 2004).

3. Coberturas do solo

Entende-se por coberturas do solo, a prática agrícola de colocação de diferentes materiais orgânicos e/ou inorgânicos sobre o solo. Os materiais orgânicos mais utilizados são restos vegetais, incluindo os adubos verdes, restos culturais comerciais, produto de capineiras e outros resíduos orgânicos. Ferreira et al. (2000) afirmam que qualquer espécie vegetal pode ser utilizada como planta de cobertura, porém, considerando as características desejadas. Os materiais inorgânicos utilizados mais comuns são lonas plásticas fabricadas para este fim e resíduos industriais diversos (SANTOS & REIS, 2001).

Segundo Rossi et al. (2002), os benefícios das plantas de cobertura já citados podem ser ainda complementados: como na manutenção de elevadas taxas de infiltração de água pelo efeito combinado do sistema radicular e da cobertura vegetal, no controle do processo erosivo; promoverem grande e contínuo aporte de massa vegetal ao solo, de maneira a manter, ou até mesmo elevar o teor de matéria orgânica e de nutrientes no solo; atenuarem a amplitude térmica do solo, conservação da umidade e diminuição da lixiviação, melhorando as características físicas do solo (RAMAKRISHNA et al., 2006), bem como no controle de plantas daninhas.

Além dos efeitos sobre características físicas do solo a interação química causada pela cobertura vegetal remanescente nas áreas de agricultura, causa efeitos muito interessantes até mesmo na nutrição e mineralização do solo. Um exemplo é a utilização de Fabáceas (leguminosas), que incorporam nitrogênio ao solo, porque as mesmas têm capacidade de fixar o N atmosférico em simbiose com *Rhizobium* (AITA & GIACOMINI, 2003), reduzindo os custos com fertilizantes nitrogenados.

O uso da cobertura morta também tem influência sobre a biologia do solo (ERENSTEIN, 2002), criando então um microclima e uma microfauna mantendo assim o equilíbrio nesta região, esse efeito é bastante positivo na supressão de patógenos (ALTIERI, 2002).

OBJETIVOS

1. Geral

Avaliar os efeitos dos cultivos de soja, milho e pastagem de capim-marandu e da complementação hídrica sobre o crescimento e produção do girassol cultivado em safrinha.

2. Específicos

Avaliar os componentes de rendimento de grãos e de óleo em função do suprimento de água e do cultivo do girassol em safrinha após a condução das culturas de soja, milho e pastagem;

Avaliar o crescimento de plantas de girassol em função do cultivo anterior de soja, milho e pastagem, e das condições de irrigação e de sequeiro sobre a cultura do girassol.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AITA, C.; GIACOMINI, S. J. Decomposição e liberação de nitrogênio de resíduos culturais e plantas de cobertura de solo solteiras e consorciadas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.27, p.601-612, 2003.

ALTIERI, M. Agricultura tradicional. **Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável**. Guaíba: Agropecuária, p. 78-236, 2002.

ANDRADE, S. J. **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.

BACKES, L. R.; SOUZA, A. M.; BALBINOT JUNIOR, A. A.; GALLOTTI, G. J. M.; BAVARESCO, A. Desempenho de cultivares de girassol em duas épocas de plantio de safrinha no planalto norte catarinense. **Scientia Agrária**, v.9, n.1, p.41-48, 2008.

CARRÃO-PANIZZI, M., MANDARINO, J. M. G. Produtos protéicos do girassol. In: LEITE, R. M. V. B. C., BRIGHENTI, A. M., CASTRO, C. (Ed). **Girassol no Brasil**. Londrina: EMBRAPA, 2005. p. 51 – 68.

CASTRO, C. **A cultura do girassol**. Circular técnica EMBRAPA, 1996, n. 13, p. 7 - 38
CASTRO, C.; FARIAS, J. R. B. Ecofisiologia do girassol. In: LEITE, R. M. V. B. C.; BRIGHENTI, A. M.; CASTRO, C. (Ed), **Girassol no Brasil**. Embrapa Soja, p. 163-210, 2005.

- CAVASIN JUNIOR, P. **A cultura do girassol**. Guaíba: Agropecuária, 69 p., 2001.
- CONAB (Companhia Nacional de Abastecimento) (2013) **10° Levantamento de grãos 2012/2013**. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conaweb>> Acesso em: 17 de Setembro de 2013.
- DALL'AGNOL, A., VIEIRA, O. V., LEITE, R. M. V. B. C. Origem e histórico do girassol. In: LEITE, R. M. V. B. C., BRIGHENTI, A. M., CASTRO, C. (Ed). **Girassol no Brasil**. Londrina: EMBRAPA, 2005. p. 1 – 14.
- DUTRA, C. C.; PRADO, E. A. F.; PAIM, L. R.; SCALON, S. DE P. Q. Desenvolvimento de plantas de girassol sob diferentes condições de fornecimento de água. **Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, suplemento 1, p. 2657-2668, 2012.
- ERENSTEIN, O. Crop residue mulching in tropical and semi-tropical countries: an evaluation of residue availability and other technological implications. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v. 67, p. 115-133, 2002.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). **Crop water management.Sunflower.2002**.Disponível:<<http://www.fao.org/ag/agl/aglw/cropwater/sunflower.stm>>. Acesso em: 23 de novembro de 2013.
- FERREIRA, T. N.; SCHWARZ, R. A.; STRECK, E. V. **Solos: manejo integrado e ecológico – elementos básicos**. Porto Alegre: EMATER/RS, 95p. 2000.
- FLAGELLA, Z.; ROTUNNO, Di CATERINA., R.; SIMONE, G.; CICIRETTI, L.; De CARO, A. Effect of supplementary irrigation on seed yield and oil quality of sunflower (*Helianthus annuus* L.) grown in a sub-arid environment. International Sunflower Conference, 15. **Proceeding**: 2000. International Sunflower Association. v. 1: p. C139-C144. 2000.
- HU, J.; SEILER, G.; KOLE, C. **Genetics, genomics and breeding of sunflower**. **Routledge**, USA, 342 p., 2010.

LAZZAROTTO, J. J.; ROESSING, A. C.; MELLO, H. C. O agronegócio do girassol no mundo e no Brasil. In: LEITE, R.M.V.B.C.; BRIGHENTI, A.M. & CASTRO, C. **Girassol no Brasil**. Londrina, p.15-42. 2005.

PELEGRINI, B. **Girassol: uma planta que das Américas conquistou o mundo**. São Paulo: Ícone, 1985.

PORTO, W. S.; CARVALHO, C. G. P.; PINTO, R. J. B. Adaptabilidade e estabilidade como critérios para seleção de genótipos de girassol. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, p. 491-499, 2007.

RAMAKRISHNA, A.; TAM, H. M.; WANI, S. P.; LONG, T. D. Effect of mulch on soil temperature, moisture, weeds infestation and yield of groundnut in northern Vietnam. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 95, n. 2-3, p. 115-125, 2006.

ROSA, R.; SANO, E. E: Determinação da produtividade primária líquida (NPP) de pastagens na bacia do rio Paranaíba, usando imagens MODIS, **GeoFocus**, n. 13-1 , p. 367-395, 2013.

ROSSI, F.; VALLE, J. C. V.; VALLE, C. R. P. **Como tornar sua fazenda orgânica**, Viçosa-MG, CPT, 364p. 2002.

SANTOS, H. P.; REIS, E. M. **Rotação de culturas em plantio direto**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2001. 212 p.

SANTOS, F. J. de; LIMA, R. N.; RODRIGUES, B. H. N.; CRISÓSTOMO, L. A.; SOUZA, F. Manejo da irrigação: uso do tanque Classe "A". Fortaleza: **Embrapa Agroindústria Tropical**, (Circular Técnica, 20), 13 p 2004.

SILVA, M. L. O.; FARIA, M. A.; MORAIS, A. R.; ANDRADE, G. P.; LIMA, E. M. C. Crescimento e produtividade do girassol cultivado na entressafra com diferentes lâminas de água. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 11, n. 05, p. 482-488, 2007.

SILVA, H.L.; TREZZI, M.M.; MARCHESE, J.A.; BUZZELLO, G.; MIOTTO JR., E.; PATEL, F.; DEBASTIANI, F.; FIORESE, J. Determinação de espécie indicadora e comparação de genótipos de girassol quanto ao potencial alelopático. **Planta Daninha**, v.27, n.4, 2009.

SILVA, A. R. A. da; BEZERRA, F. M. L.; SOUSA, C. C. M. de; PEREIRA FILHO, J. V.; FREITAS, C. A. S. Desempenho de cultivares de girassol sob diferentes lâminas de irrigação no Vale do Curu, CE. **Revista Ciência Agronômica**, v.42, n. 1, p. 57-64, 2011.

SILVA, Henrique Luis da; Michelangelo Muzell Trezzi; Gederson Buzzello; Felipe Patel; Edemir Miotto Jr.; Fernando Debastiani. Potencial supressivo de genótipos e níveis de palha de girassol (*Helianthus annuus* L.) **R. Bras. Agrocência, Pelotas**, v.17, n.1-4, p.07-14, jan-mar, 2011.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Pant Physiology**, 5.ed. Sunderland: Sinauer Associates Inc. Publishers, 2010. 782p.

UNGARO, M. R. G. O girassol no Brasil. **O Agrônomo**, Campinas, v. 34, p. 43 – 62, 1982.

UNGARO, M.R.G. Mercados potenciais para o girassol e os seus subprodutos. In: CÂMARA, G.M.S., CHIAVEGATO, E.J (Ed). **O agronegócio das plantas oleaginosas: algodão, amendoim, girassol e mamona**. Piracicaba: Esalq, 2001. p. 123 – 140.

UNGARO, M. R. G. Potencial da cultura do girassol como fonte de matéria-prima para o programa nacional de produção e uso de biodiesel. In: CAMARA, G. M.; HEIFFIG, L. S. (ed.) **Agronegócio de plantas oleaginosas: matérias-primas para o biodiesel**. Piracicaba: ESALQ, 2006. p. 57-80.

EFEITOS DOS CULTIVOS DE SOJA, MILHO E PASTAGEM E DA COMPLEMENTAÇÃO HÍDRICA SOBRE CULTURA DO GIRASSOL

(Normas de acordo com a Revista AGRIAMBI – Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental)

Resumo: Dentre as espécies cultivadas na região do Cerrado brasileiro o girassol tem se destacado pela tolerância apresentada à seca, ao frio e ao calor, com níveis satisfatórios de rendimentos de grãos e de óleo, quando cultivado em regime de safrinha após cultivo de soja e milho. Contudo, elevadas produtividades para esta cultura são observadas quando a demanda hídrica é suprida por meio da irrigação. Objetivou-se nesta pesquisa avaliar o desempenho da cultura do girassol cultivado sobre os resíduos vegetais de soja, milho e capim-marandu nas condições de safrinha suplementada ou não com irrigação por pivô central. Testaram-se em delineamento de blocos ao acaso, analisado em parcelas subdivididas (2x3), a irrigação suplementar da cultura e a condição de sequeiro nas parcelas, e nas subparcelas o cultivo das culturas antecessoras soja, milho e capim-marandu. Sobre resíduos de soja e do capim-marandu irrigados, as plantas de girassol apresentaram maior número de folhas em relação ao cultivo de sequeiro, bem como redução no número de dias para atingir 50% da resposta esperada. Plantas de girassol apresentaram porte elevado em todas as condições de cultivo sem variabilidade na evolução do diâmetro da haste em função dos tratamentos. Não foram observados efeitos significativos sobre os componentes de rendimentos massa de mil sementes, diâmetro do capítulo e rendimentos de óleo e de grãos. Em cultivo anterior de soja, as plantas de girassol produziram maior massa seca da parte aérea e maior teor de óleo nas sementes que plantas estabelecidas sobre palhada de milho.

PAVAVRAS-CHAVE: *Helianthus annuus* L., irrigação, cultivo de safrinha.

EFFECTS OF SOYBEAN, CORN AND PASTURE CROPS AND SUPPLEMENTARY WATER ON SUNFLOWER CULTURE

Abstract: Among the crops cultivated in the Brazilian Cerrado, the sunflower has been highlighted by the tolerance shown to drought, cold and heat, with satisfactory levels of grain and oil yield when grown as a second crop after soybean and corn. However, higher yields for this crop are observed when water demand is supplied through irrigation. The objective of this research was to evaluate the performance of the sunflower culture cultivated on waste vegetable of soybean, corn and *Urochloa brizantha* cv. Marandu off-seasons conditions supplemented or not with irrigation provided by center pivot irrigation. Were tested in a randomized block design in split plots (2x3), where the supplemental irrigation of the crop and off-seasons conditions were allocated in the plots, and the cultivation of crops predecessors soybeans, corn and palissedgrass were allocated in subplots. On residues of soybean and palissedgrass irrigated the sunflower plants had more leaves compared to rainfed crop as well as reduction in the number of days to reach 50 % of the expected response. Sunflower plants showed high postage in all culture conditions without variability in the evolution of stem diameter in the treatments. No significant effects on the components of mass of thousand seed, head diameter and grain yields were observed. The sunflower plants produced greater dry mass of shoots and higher oil content in seed when grown after soybeans compared to corn cultivation.

Key words: *Helianthus annuus* L., irrigation, cultivation of off-season.

INTRODUÇÃO

O girassol (*Helianthus annuus* L.) apresenta características agronômicas importantes, como grande tolerância à seca, ao frio, fotoperíodo e ao calor (HU et al., 2010; DUTRA et al 2012). Seu óleo possui características culinárias e nutricionais valiosas, sendo excelente fonte de ácido linoleico (BACKES et al., 2008). Serve como alimento funcional tanto para humanos, quanto ruminantes, suínos e aves, além de ser utilizado para silagem como opção forrageira (ROSA & SANO, 2013).

No Brasil, estima-se que a cultura ocupe área de cultivo em torno de 137,6 mil hectares na safra 2013/2014, aproximadamente 137,4 mil hectares foram cultivados no Centro Sul e apenas 200 hectares foram cultivados nas regiões Norte/Nordeste, com a produção em torno de 272, 4 milhões de toneladas (CONAB, 2014).

O girassol apresenta interação entre genótipos e ambientes, com variação do comportamento de cultivares em função da região e época de plantio (PORTO et al., 2007), podendo estes fatores serem responsáveis pelo insucesso da cultura. Na região sudeste do Brasil, o cultivo do girassol em sucessão a grandes culturas tem mostrado boa alternativa para os agricultores, permitindo o aproveitamento de áreas irrigadas ou não na entressafra, de reforma de canaviais na safra, ou mesmo áreas tradicionais de cultivo (GOMES et al., 2010). A safrinha de girassol tem se tornado ótima opção para diminuir ociosidade das indústrias beneficiadoras, otimizar o uso da terra, máquinas e mão de obra, favorecendo a criação e prolongamento de empregos na região produtora.

Outro fator importante para a safrinha de girassol é a utilização da semeadura direta, que tem como fundamentos a ausência de preparo do solo e permanência de cobertura através da rotação e sucessão de culturas, que aumenta o teor de matéria orgânica e qualidade do solo, melhorando a conservação de água no solo, e elevando a disponibilidade e o prolongamento de água durante o ciclo da cultura (LEITE et al., 2005).

Diante do exposto, no presente trabalho, objetivou-se avaliar o desempenho da cultura do girassol cultivado sobre os resíduos vegetais de soja, milho e *Urochloa brizantha* cv Marandu nas condições de safrinha suplementada ou não com irrigação por pivô central.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em Urutaí-GO, sob as coordenadas 17°29'10"S e 48°12'38"O e altitude de 768 m, no período de novembro de 2012 a agosto de 2013. O clima da região é classificado como tropical de altitude, com inverno seco e verão chuvoso, do tipo Cwb pela classificação de Köppen. A temperatura média anual é de 23°C, sendo que no período de setembro a outubro pode chegar até a máxima de 30°C e, entre os meses de junho e julho, com mínima inferior a 15°C. A precipitação média anual é de 1000 a 1500 mm, com umidade relativa média do ar de 71% (INMET,2013). Os dados referentes à pluviosidade e evapotranspiração de referência se encontram nas Figuras 2 e 3. As temperaturas máximas e mínimas durante a condução da pesquisa foram respectivamente de 35° e 10° C.

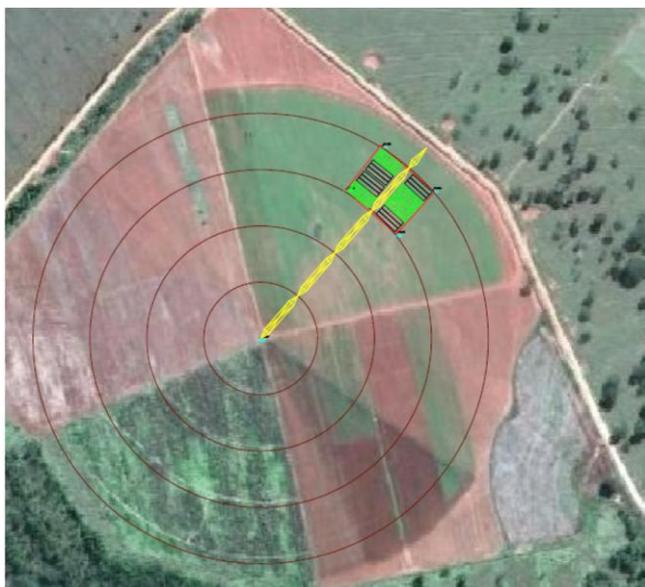


Figura 1. Vista geral da área onde o experimento foi desenvolvido (Imagem retirada da internet google maps).

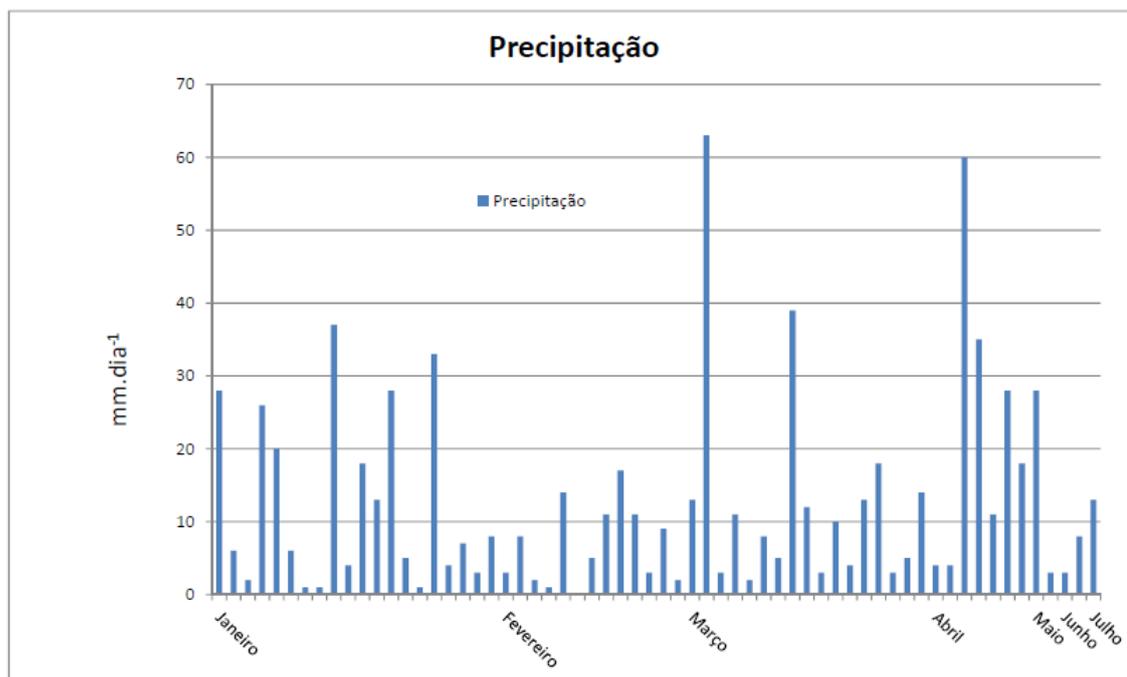


Figura 2. Dados da precipitação pluvial ocorrida na área experimental durante o cultivo do girassol.

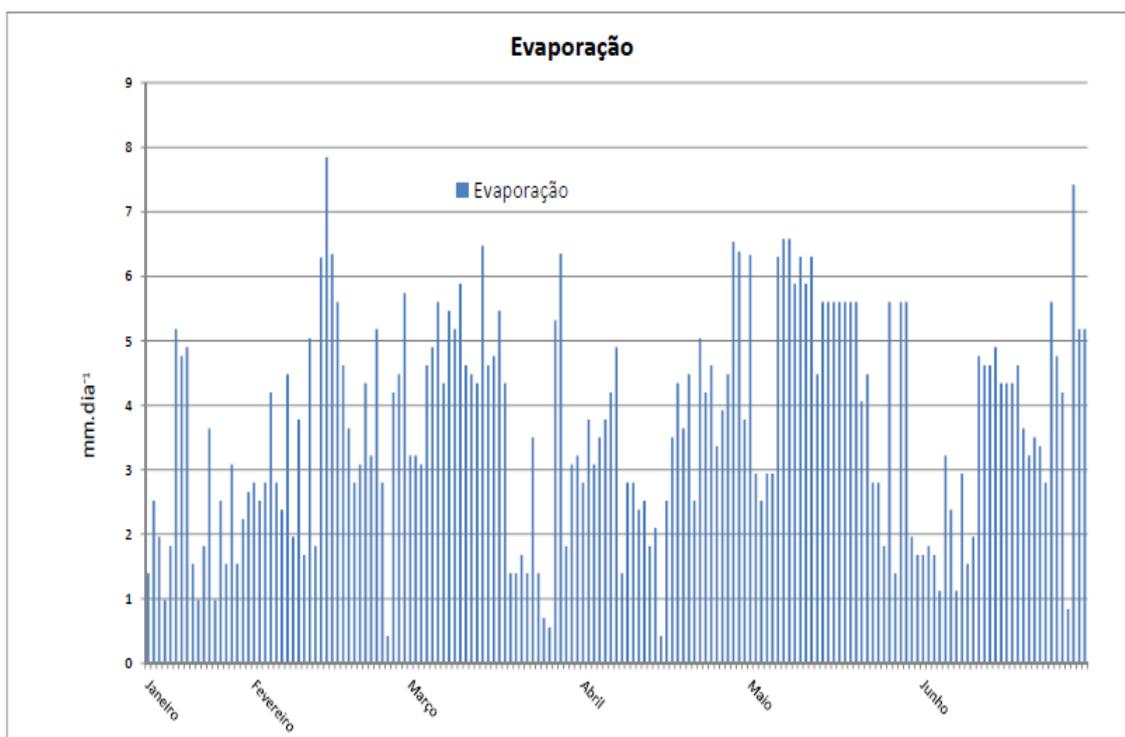


Figura 3. Dados da evaporação ocorrida na área experimental durante o cultivo do girassol.

A área experimental foi cultivada há mais de dez anos com culturas anuais, principalmente milho e feijão, sob o sistema de pivô central fixo. Antes da implantação da pesquisa, foram retiradas amostras de solo na camada de 0 a 0,2 m e 0,2 a 0,4 m, e o Latossolo Vermelho Amarelo distroférico apresentou as seguintes características químicas:

Tabela 1. Propriedades químicas do solo da área experimental determinadas antes da instalação das culturas antecessoras ao girassol.

Variáveis	Profundidade (cm)	
	0-20	20-40
pH H ₂ O (1:1,25)	6,5	6,5
P – Melich (mg dm ⁻³)	48,3	49,2
K (mg dm ⁻³)	42	24
S-SO ₄ (mg dm ⁻³)	45	48
Ca (Cmol _c dm ⁻³)	4,8	3,4
Mg (Cmol _c dm ⁻³)	1,3	0,9
Al (Cmol _c dm ⁻³)	0,0	0,0
H+Al (Cmol _c dm ⁻³)	2,2	2,0
B (mg dm ⁻³)	0,1	0,07
Cu (mg dm ⁻³)	2,4	1,2
Fe (mg dm ⁻³)	51	23
Mn (mg dm ⁻³)	6,9	3,9
Zn (mg dm ⁻³)	0,8	1,9
M.O. (dag kg ⁻¹)	1,8	1,3

Fonte: Laboratório de análise de solo (LABS) – IF Goiano *campus*-Urutaí

Foi realizado o preparo convencional do solo por meio de duas gradagens com grade aradora e uma gradagem com grade niveladora, antecedendo o cultivo das culturas de verão. A soja e o milho foram semeados com semeadora plantográfica (Jumil modelo PS2) estabelecendo 8 linhas de semeadura. Semeou-se a soja P98R31 no espaçamento de 0,5 m entre linhas com densidade de 11,7 plantas por metro linear e adubação de base com 350 kg ha⁻¹ de fertilizante NPK na fórmula 08-28-18. Foi realizada três aplicações do fungicida Nativo® (trifloxistrobina + tebuconazol) nas doses de 0,5; 0,6 e 0,8 L.ha⁻¹ para o controle da ferrugem asiática e uma aplicação de inseticida metamidofos (Metamidofos Fersol®) na dose de 0,8 L ha⁻¹.

O milho híbrido 30K73Hx foi semeado no espaçamento 0,5m entre linhas e de 4,3 plantas por metro linear utilizando adubação de base de 350 kg.ha⁻¹ da mesma fórmula anterior, suplementada com adubação de cobertura com ureia granulada contendo 45% de N na dose de 100 kg ha⁻¹. A forrageira *Urochloa brizantha* cv Marandu foi semeada a lanço na proporção de 7 kg ha⁻¹ de semente puras viáveis utilizando a mesma adubação de base das culturas anteriores. Durante o ciclo das culturas, foram efetuadas duas capinas manuais para controle das plantas daninhas. Após a colheita das culturas, a área foi dessecada utilizando os herbicidas 2,4-D (Atanor) e glifosato (Atanor) nas proporções de 0,6 e 2,7 L ha⁻¹ respectivamente. Após a colheita das culturas foi implantada a cultura do girassol sobre as palhadas das culturas antecessoras no sistema de semeadura direta na palha.

O delineamento usado foi o de blocos completos ao acaso, com quatro repetições (figura 4). Os tratamentos foram arranjados em parcelas subdivididas no esquema 2x3. Nas parcelas foram alocadas as condições de irrigação (por aspersão via pivô central) e de ausência de irrigação (sequeiro); e nas subparcelas o cultivo das culturas antecessoras (soja, milho e braquiária). As unidades experimentais constaram de cinco fileiras de girassol com 25 metros de comprimento, sendo consideradas apenas as três fileiras centrais como área útil, descartando 0,50 m em cada extremidade.



Figura 4. Vista com croqui de disposição das parcelas do experimento desenvolvido (Imagem retirada da internet google maps).

A necessidade de água nas áreas em que houve irrigação foi gerenciada com auxílio de um pluviômetro e de um tanque “Classe A”, instalados próximos a área experimental. A necessidade de água foi manejada levando em consideração o coeficientes de cultura (K_c) adotados nos valores de 0,52 na fase I (01 a 28 DAP), 0,70 na fase II (28 a 43 DAP), 0,98 na fase III (43 a 70 DAP), 0,81 na fase IV (70 a 90 DAP) (MANIÇOBA et al., 2012) e coeficiente de eficiência do sistema de irrigação de 0,85, adotado após aferimento do sistema, seguindo o método do coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC) (CHRISTIANSEN, 1942).

A lâmina requerida e lâmina aplicada são apontadas na Figura 5.

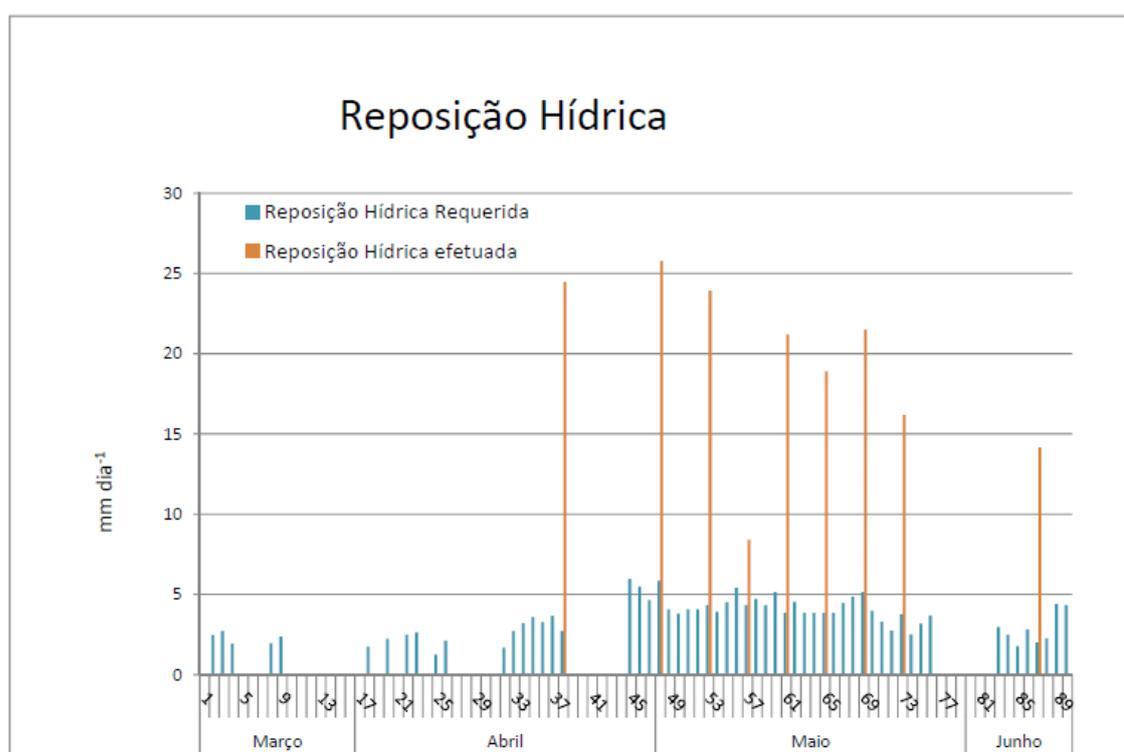


Figura 5. Dados da reposição hídrica requerida e reposição efetuada durante o cultivo do girassol sobre as palhadas de soja, milho e capim-marandu.

As sementes da cultivar de girassol ‘Aguará 6’ foram previamente tratadas com os fungicidas Carboxin + Thiran na dose de 30 + 70 gramas de ingrediente ativo, respectivamente para 100 kg de sementes. A semeadura foi realizada no espaçamento de 0,80 m entre fileiras, na profundidade de 0,04 m, distribuindo 3,4 sementes por metro linear de sulco. Na adubação de plantio foram utilizados 250 kg ha⁻¹ de adubo formulado 4-30-16 (N, P₂O₅ e K₂O) e, quando completos 30 DAP realizou-se também a aplicação de micronutrientes, Ácido Bórico na proporção de 1 Kg ha⁻¹ e sulfato de zinco

na quantidade de 0,7 Kg ha⁻¹ e ainda em cobertura 300 kg ha⁻¹ do formulado 20-00-20 sendo metade na mesma data da aplicação dos micronutrientes e a outra metade 60 dias DAP. A semeadura foi feita em 15 de março de 2012. Foram realizadas capinas manuais até o fechamento do dossel da cultura para o controle de plantas daninhas. Não foi necessária utilização de inseticidas e fungicidas.

Para a caracterização das variáveis de crescimento do girassol correspondentes a altura de plantas (AP), diâmetro da haste (DH), massa seca da parte aérea (MS), número de folhas por planta (NF) e área foliar (AF) do girassol foram realizadas coletas ao longo do ciclo da cultura (15, 30, 45, 60, 75 e 90 Dias Após Emergência (DAP)). A avaliação de AP foi realizada com trena métrica da superfície do solo até a inserção do capítulo, sendo que até os 60 DAP não havia capítulo, então levava-se em consideração o ápice da brotação central da planta, o DH com paquímetro digital com precisão de 0,01mm rente a superfície do solo e o NF através da contagem direta na planta contando todas as folhas totalmente expandidas.

A quantificação da AF foi feita com aferição do comprimento e largura das folhas totalmente expandidas, utilizando régua graduada, em seguida, submeteu os dados ao modelo com ajuste, proposto por Maldaner et al. (2009), conforme equação 1. A MS foi obtida com a utilização de uma balança de resolução igual a 0,01 g, após 72 h de permanência da planta inteira em câmara de circulação forçada de ar a 65 °C, para que toda a água fosse retirada da planta.

$$AF = 0,7330 * (CxL) \tag{1}$$

sendo,

AF – área foliar, cm²

C – comprimento da folha, cm;

L – largura da folha, cm.

Por ocasião da colheita do girassol foram colhidas 15 plantas da área útil de maneira aleatória, nas quais foram medidos o diâmetro do capítulo (DC) sendo este medido com o uso de uma trena graduada em mm utilizando como limites as bordas dos mesmos. A massa de mil sementes (MMS) foi obtida através de balança com precisão de 0,01g após a secagem do material até a umidade de armazenamento (11%). Para o rendimento de grãos (RG) utilizou-se da mesma balança de precisão quantificando-se o

que foi produzido por planta colhida e logo após extrapolando esta medida para a área útil da parcela.

Na determinação de TO, as amostras foram trituradas em um moinho de facas, pesadas e encaminhadas para o extrator do tipo Soxhlet, e permaneceram em refluxo com éter pelo tempo de 6 h; após a extração, as amostras foram acondicionadas em estufa a 70 °C por 30 min e em seguida levadas para o dessecador por mais 30 min e novamente pesadas.

Os resultados foram submetidos a análise de variância por meio do teste F, e, quando significativos, procedeu-se o emprego da análise de regressão por modelos não lineares para as épocas de coleta e de comparações de médias pelo teste de Tukey para os contrastes entre culturas antecessoras. Os níveis de significância adotados foram de 5%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2, são apresentados os resultados referentes a altura de plantas (AP), diâmetro da haste (DH), área foliar (AF), número de folhas (NF) e massa seca da parte aérea (MS) de plantas de girassol submetidas à análise de variância em função dos tratamentos. Observou-se que ocorreu interação significativa entre os fatores culturas antecessoras x irrigação x épocas de coleta para as variáveis AP, AF e NF, e efeitos significativos entre as culturas antecessoras x épocas de coleta para MS e para o DH apenas efeitos de épocas de coleta (Tabela 2).

Exceto para MS, o comportamento para as demais variáveis em função das épocas de coleta foram ajustadas pela equação sigmoidal de três parâmetros $YF = A/[1+\exp(-(t-t_0)/b)]$, em que YFs e A são, respectivamente, as variáveis resposta determinada e máxima teórica; b , a inclinação da curva; t_0 o tempo no qual se tem 50% de efeitos na variável resposta; e t , as épocas de coleta (BRAZ et al., 2005). As variáveis referentes à AP, DH, NF, AF e MS são apresentadas nas figuras 3 a 7.

A altura de plantas de girassol é uma característica importante quando se trata de agricultura mecanizada, sendo que ela deve ser uniforme para proporcionar a colheita mecanizada adequada, sem perdas na lavoura. Para esta variável, verificou-se comportamento semelhante entre os modelos ajustados relacionados a evolução da AP nos regimes irrigados e de sequeiro para o girassol cultivado após a pastagem de *U. brizantha* com rendimento teórico máximo semelhantes (Figura 3). Sobre resíduos vegetais de milho e de soja se observaram resultados contrastantes, sendo que após o cultivo da soja o rendimento apresentado foi maior para a condição de sequeiro. Contudo maior diferença para este parâmetro foi observada para o girassol cultivado após a soja (188,25cm) em relação ao cultivo após o milho, complementado com irrigação (205,69 cm), com diferença de 17,4 cm entre os valores ajustados.

Tabela 2. Resumo da análise de variância para altura de plantas (AP), diâmetro da haste (DH), número de folhas por planta (NF), área foliar (AF) e massa seca da parte aérea (MS) de girassol em função de resíduos vegetais das culturas antecessoras e épocas de coleta e de parcelas irrigadas e não irrigadas.

Fonte de Variação	Grau de Liberdade	Quadrado médio				
		AP	DH	NF	AF	MS
Bloco	3	516,32 ^{ns}	0,104 ^{ns}	2,53 ^{ns}	1.010.331,21 ^{ns}	870,23 ^{ns}
Irrigação – I	1	68,67 ^{ns}	0,082 ^{ns}	14,29 ^{ns}	2.910.322,26*	1,32 ^{ns}
Resíduo (parcela)	3	95,76	0,012	1,61	271.391,56	541,01
Culturas – C	2	74,85 ^{ns}	0,006 ^{ns}	0,73 ^{ns}	121.457,41 ^{ns}	6.865,46 ^{**}
C x I	2	1.393,77 ^{**}	0,293 ^{ns}	13,6*	4.160.711,40 ^{ns}	618,83 ^{ns}
Resíduo (subparcela)	12	193,38	0,086	3,40	1.254.065,49	457,94
Época – E	5	145.718,51 ^{**}	17,165 ^{**}	2.118,00 ^{**}	153.725.565,10 ^{**}	392.982,05 ^{**}
I x E	5	64,10 ^{ns}	0,042 ^{ns}	12,95 ^{**}	1.239.285,82 ^{**}	101,91 ^{ns}
C x E	10	71,21 ^{ns}	0,022 ^{ns}	2,37 ^{ns}	502.329,97 ^{ns}	1.575,28 ^{**}
C x I x E	10	162,43 ^{**}	0,039 ^{ns}	5,69*	942.815,24 ^{**}	630,91 ^{ns}
Resíduo (subsubparcela)	90	55,65	0,028	2,26	364.594,11	425,71
CV parcela (%)		10,33	7,74	7,34	17,16	23,01
CV subparcela (%)		14,69	20,17	10,65	36,89	21,17
CV subsubparcela (%)		7,88	11,55	8,68	19,89	20,41

ns – não significativo, *, ** - significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

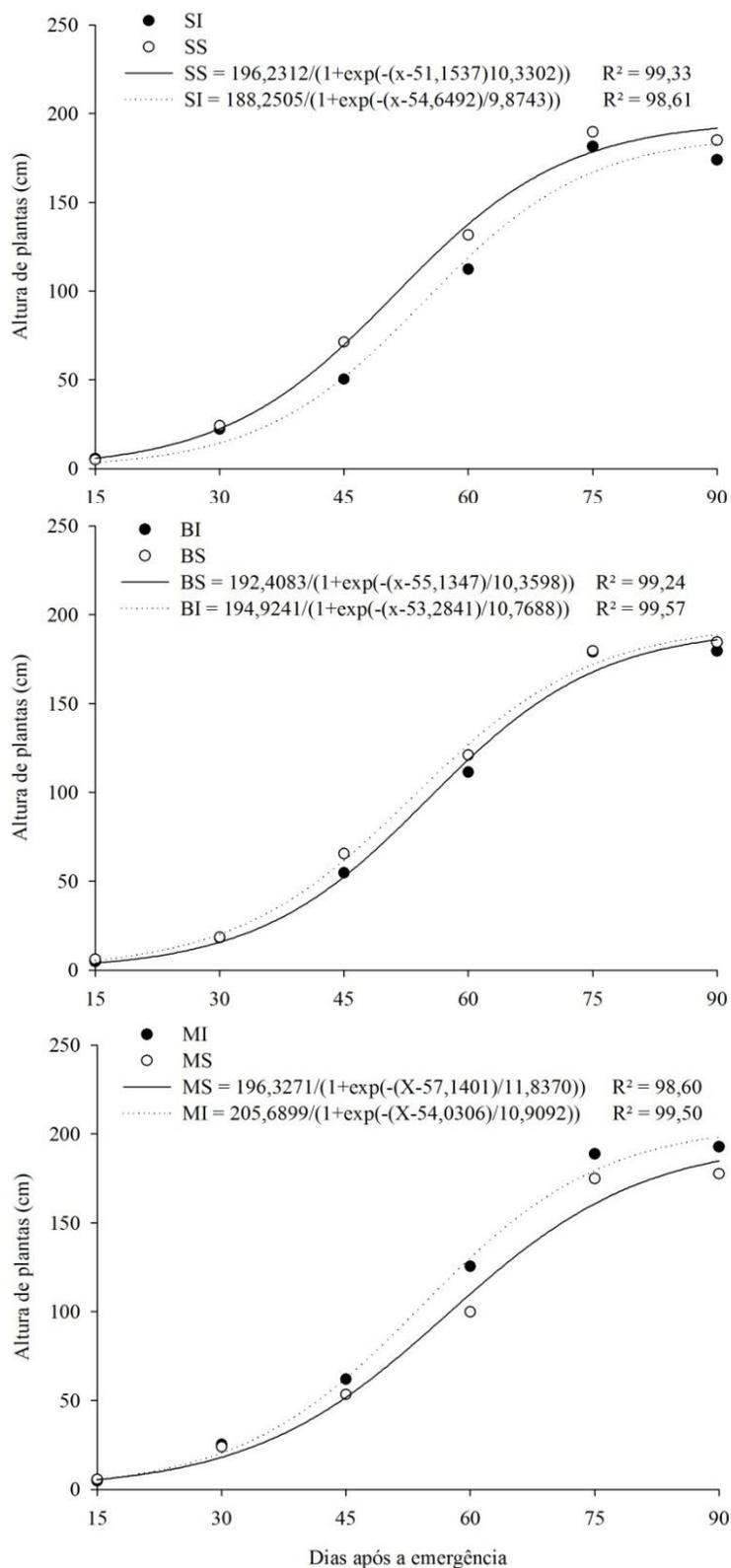


Figura 6. Altura de plantas avaliadas ao longo do ciclo da cultura do girassol cultivado sobre resíduos vegetais de soja, braquiária e milho sob irrigação e sequeiro, (SS: resíduo de soja em sequeiro; SI: resíduo de soja sob irrigação; BS: resíduo de braquiária em sequeiro; BI: resíduo de braquiária sob irrigação; MS: resíduo de milho em sequeiro; MI: resíduo de milho sob irrigação).

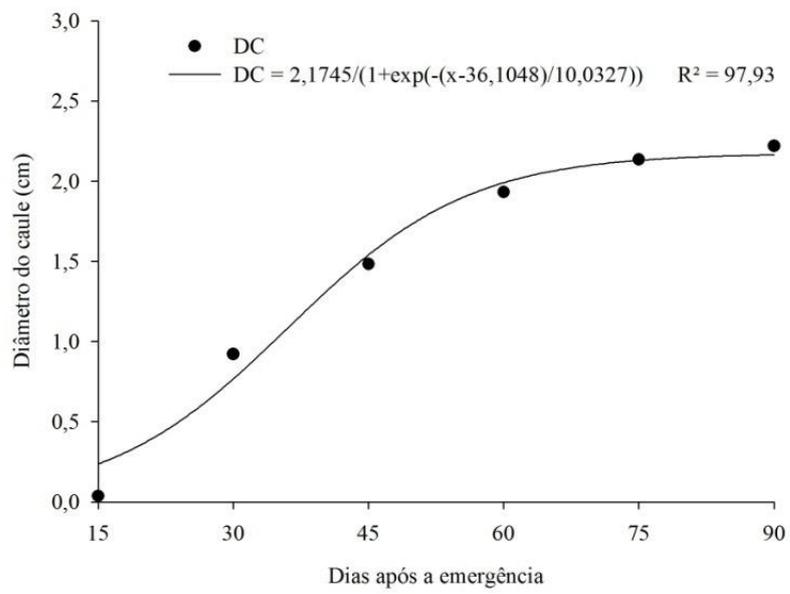


Figura 7. Diâmetro da haste avaliadas ao longo do ciclo da cultura do girassol em função dos tratamentos.

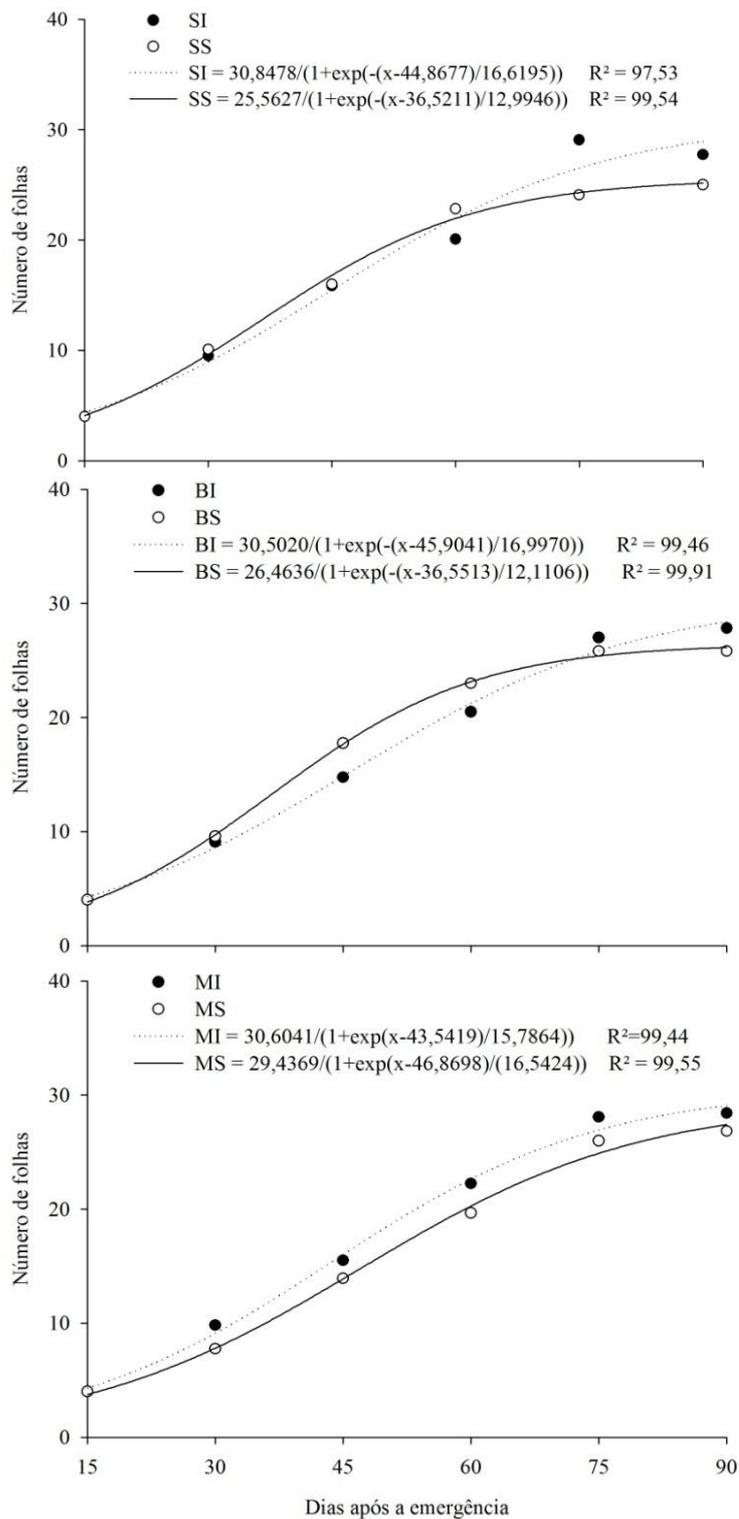


Figura 8. Número de folhas avaliadas ao longo do ciclo da cultura do girassol cultivado sobre resíduos vegetais de soja, braquiária e milho sob irrigação e sequeiro, (SS: resíduo de soja em sequeiro; SI: resíduo de soja sob irrigação; BS: resíduo de braquiária em sequeiro; BI: resíduo de braquiária sob irrigação; MS: resíduo de milho em sequeiro; MI: resíduo de milho sob irrigação).

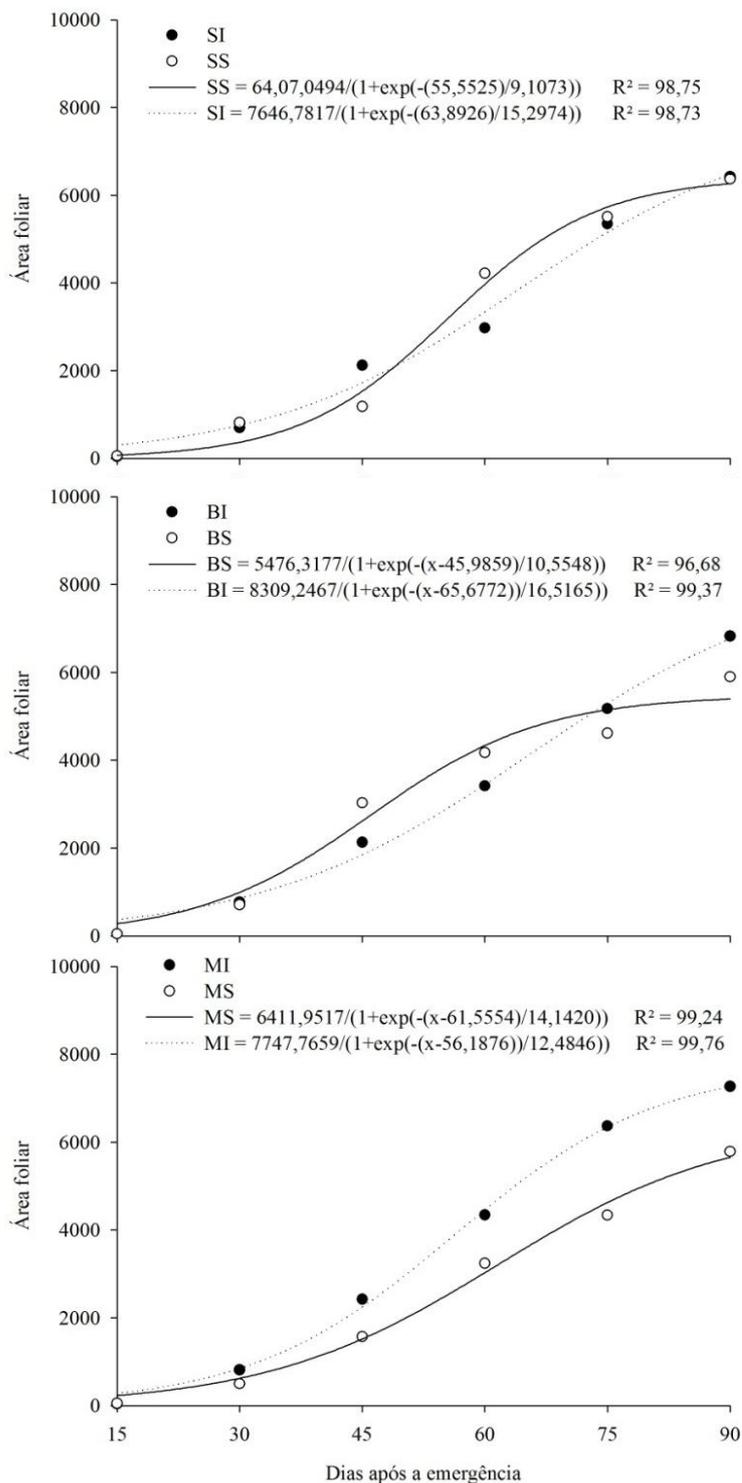


Figura 9. Área foliar (cm²) de plantas avaliadas ao longo do ciclo da cultura do girassol cultivado sobre resíduos vegetais de soja, braquiária e milho sob irrigação e sequeiro, (SS: resíduo de soja em sequeiro; SI: resíduo de soja sob irrigação; BS: resíduo de braquiária em sequeiro; BI: resíduo de braquiária sob irrigação; MS: resíduo de milho em sequeiro; MI: resíduo de milho sob irrigação).

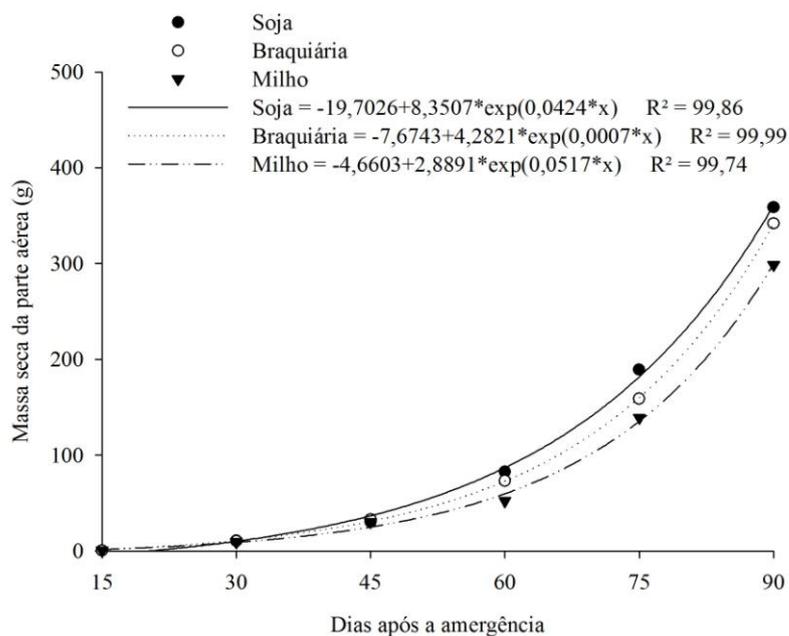


Figura 10. Massa seca da parte aérea avaliada ao longo do ciclo da cultura do girassol cultivado sobre resíduos vegetais de soja, braquiária e milho.

Em todos os tratamentos a AP apresentada por este cultivar quando atingiu a altura máxima, pode ser considerada como plantas de porte alto se comparados aos resultados encontrados por outros autores que testaram manejo da irrigação tais como Gomes (2005) em pesquisa realizada em Limeira (SP) com a variedade M-742 observou altura de plantas de 180 e 130 cm respectivamente para tratamentos irrigados e sem irrigação, respectivamente, encontrando resposta significativa. Da mesma forma, Silva et al. (2007) obtiveram em Lavras, MG, com a variedade H250, AP de 151 e 128 cm com e sem irrigação, respectivamente. De forma geral nesta pesquisa, foi observada pequena variação na evolução da AP ao longo do ciclo, sendo que as plantas alcançaram metade do crescimento em altura entre 51 a 57 DAE (Figura 2).

Não foram observadas diferenças estatísticas para DH nos tratamentos referentes ao cultivo de girassol após os cultivos de soja, milho e pastagem cultivados sob irrigação ou não (Tabela 2, Figura 4), sendo manifestados somente efeitos para as épocas de coleta. Pelo modelo ajustado o DH médio entre tratamentos foi de 2,17 cm, sendo que 50% na variável resposta foi obtida aos 36 DAE e a estabilização desta variável ocorreu aos 75 DAE. Segundo Biscaro et al. (2008) o DH é uma característica

morfológica importante que atua na resistência ao acamamento e na realocação de fotoassimilados para enchimento dos aquênios. Vários trabalhos apontam para o incremento da DH em função do fornecimento de água por irrigação ao girassol, (BILIBIO et al., 2010; BOARETO et al., 2012); todavia, tais efeitos não foram observados nesta pesquisa, pela ausência de significância para as variáveis avaliadas e contrastadas com os sistemas de fornecimento de água para a cultura. Tais resultados estão associados à distribuição de chuvas que ocorreram durante o ciclo da cultura, atendendo a demanda hídrica requerida pelo girassol, que se situa 400 a 500 mm de água, bem distribuídos ao longo do ciclo (CASTRO & FARIAS, 2005).

Para o NF, observou-se que o comportamento entre as plantas de girassol cultivadas após soja, milho e *U. brizantha* em condições irrigadas foram semelhantes, atingindo 30 folhas por planta durante o ciclo de cultivo (Figura 5) observados pelos modelos ajustados. Todavia, as plantas de girassol que se estabeleceram após os cultivos de soja e da forrageira irrigadas apresentaram maior número de folhas quando comparadas as mesmas sobre o cultivo de sequeiro, bem como redução no número de dias para atingir 50% da resposta esperada para esta variável. Nazarli et al. (2010) ao verificarem que, mediante a irrigação com 0,75; 0,50 e 0,25% da capacidade de campo, o déficit hídrico reduziu o NF no girassol. De acordo com os autores, em girassol as folhas constituem a principal fonte de produção de fotoassimilados que são essenciais para o enchimento dos aquênios e o déficit hídrico acarreta reduções no desempenho agrônômico em decorrência da redução do NF emitidas.

Concernente a área foliar observaram em todos os tratamentos, pelos modelos obtidos, que os maiores valores para esta variável foram encontrados em plantas de girassol cultivadas sobre os resíduos vegetais das culturas submetidas à irrigação, em relação às cultivadas em condição de sequeiro, particularmente após *U. brizantha* (Figura 6). Para o girassol cultivado sobre palhada de *U. brizantha* complementada com irrigação por aspersão o maior valor atingiu 8.309,24 cm² por planta e o menor valor para a *U. brizantha* quando o girassol foi cultivado em condições de sequeiro (5.476,51).

Segundo Taiz & Zeiger (2004) o estresse hídrico na cultura de girassol afeta a fotossíntese e a expansão foliar, sendo esta muito sensível a deficiência hídrica e completamente inibida sob níveis moderados de estresse, afetando severamente as taxas fotossintéticas e, em consequência, a produção de massa seca da parte aérea. Contudo, não foram manifestados efeitos significativos do suprimento de água em plantas de

girassol se comparada ao regime de sequeiro; e, os efeitos, neste caso, restringiram-se as épocas de avaliação e as culturas que antecederam o cultivo do girassol (Figura 7). O comportamento desta variável se ajustou ao modelo exponencial de crescimento e maiores valores foram observados para as plantas cultivadas sob palha de soja, seguida da forrageira *U. brizantha* e de milho, sendo os efeitos mais pronunciados a partir dos

Palhadas	Épocas de coleta					
	15	30	45	60	75	90
Soja	0,46 a *	10,74 a	30,46 a	82,57 a	189,32 a	358,70 a
Braquiária	0,42 a	10,25 a	32,99 a	73,17 ab	158,78 b	341,78 a
Milho	0,39 a	9,40 a	30,25 a	52,14 b	139,02 b	298,76 b

60 DAE (Tabela 3).

Tabela 3. Massa seca da parte aérea de plantas de girassol, em diferentes épocas, cultivadas em função de resíduos vegetais das culturas antecessoras.

*- Médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas são estatisticamente iguais pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Mesmo havendo diferenças estatísticas entre as variáveis observadas ao longo do ciclo de cultivo do girassol em função dos tratamentos, estas não manifestaram efeitos sobre os componentes de rendimento de aquênios e de óleo do girassol, a exceção do teor de óleo. Na Tabela 4, são apresentados os resultados submetidos à análise de variância para as variáveis diâmetro do capítulo (DC), massa de mil sementes (MMS), rendimento de grãos (RG), teor de óleo (TO) e rendimento de óleo (RO) e nas tabelas 5 e 6 as médias de cada tratamento. Verificou-se que não houve interações significativas entre as culturas antecessoras e ao fornecimento de água para a cultura do girassol, e nem efeitos para os fatores isolados, exceto efeitos significativos para TO em função do manejo das culturas antecessoras (Tabela 4 e 6).

Viana et al. (2012) avaliando como tratamentos as coberturas compostas de casca de arroz, palhada de banana, raspa de madeira e ausência de cobertura com lâminas de irrigação em girassol observaram efeitos somente para as lâminas de irrigação não percebendo efeitos interativos e isolados para as diferentes coberturas para as variáveis AP, DH, MMS e RG.

Tabela 4. Resumo da análise de variância para diâmetro do capítulo (DC), massa de mil sementes (MMS), rendimento de grãos (RG), teor de óleo (TO) e rendimento de óleo (RO) de girassol em função do cultivo de culturas antecessoras e de parcelas irrigadas e não irrigadas.

F.V.	G.L.	Quadrado médio				
		DC	MMS	RG	TO	RO
Bloco	3	5,39 ^{ns}	9,12 ^{ns}	734.239,28 ^{ns}	1,41 ^{ns}	172.758,87 ^{ns}
Irrigação - I	1	1,86 ^{ns}	91,06 ^{ns}	668.541,31 ^{ns}	0,20 ^{ns}	158.608,17 ^{ns}
Resíduo (parcela)	3	3,87	23,86	227.252,93	0,62	55.984,00
Culturas - C	2	3,65 ^{ns}	27,92 ^{ns}	10.667,32 ^{ns}	3,59 ^{**}	4.439,46 ^{ns}
C x I	2	0,22 ^{ns}	7,89 ^{ns}	176.567,17 ^{ns}	0,34 ^{ns}	33.897,84 ^{ns}
Resíduo (subparcela)	12	2,13	13,49	85.658,46	0,42	17.222,73
CV parcela (%)		9,84	8,95	16,04	1,66	16,82
CV subparcela (%)		7,30	6,73	9,85	1,38	9,33

ns – não significativo, *, ** - significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F.

Tabela 5. Médias para diâmetro do capítulo (DC), massa de mil sementes (MMS) e rendimento de grãos (RG) de girassol em função de resíduos vegetais das culturas

Cultura antecessora	DC (cm)			MMS (g)			RG (kg ha ⁻¹)		
	IR*	SE	Média	IR	SE	Média	IR	SE	Média
Soja	19,50	20,18	19,84	57,98	51,86	54,92	3.203,84	2.819,87	3.011,85
Braquiária	20,65	20,83	20,74	53,76	51,46	52,61	2.948,02	2.933,23	2.940,62
Milho	19,02	19,83	19,42	57,94	54,67	56,31	3.263,60	2.660,95	2.962,28
Média	19,72	20,28		56,56	52,66		3.138,49	2.804,68	

antecessoras e de parcelas irrigadas e não irrigadas.

* IR – parcelas irrigadas e SE – sem irrigação. ** Médias seguidas pelas mesmas letras nas linhas são estatisticamente iguais pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 6. Médias para teor de óleo (TO) e rendimento de óleo (RO) de girassol em função de resíduos vegetais das culturas antecessoras e de parcelas irrigadas e não

Cultura antecessora	TO (%)			RO (kg ha ⁻¹)		
	IR*	SE	Média	IR	SE	Média
Soja	47,32	47,57	47,45 a**	1.515,88	1.340,76	1.428,32
Braquiária	48,22	47,65	47,93 ab	1.423,41	1.396,82	1.410,11
Milho	46,72	46,50	46,61 b	1.524,61	1.238,55	1.381,58
Média	47,42	47,24		1.487,97	1.325,38	

irrigadas.

* IR – parcelas irrigadas e SE – sem irrigação. ** Médias seguidas pelas mesmas letras nas linhas minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas são estatisticamente iguais pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A cultura antecessora influenciou no teor de óleo do girassol, sendo que o cultivo da soja proporcionou maior teor de óleo que o de milho e, ambas não diferiram do girassol cultivado sobre palhada de braquiária. Este comportamento pode estar associado a rapidez na decomposição da palhada de soja, por causa da menor relação C/N favorecendo a cultura do girassol cultivado em sucessão.

Várias pesquisas apontam para incrementos com o aumento do fornecimento de água em girassol para DC (GOMES, 2005; GOMES et al., 2010; NOBRE et al., 2010), rendimento de grãos (SILVA et al., 2007; GOMES et al., 2010; NOBRE et al., 2010), teor de óleo (FRAGELLA et al., 2002; ANASTASI et al., 2010) e rendimento de óleo (SILVA et al., 2007). Contudo, diversas pesquisas apontam que a produtividade média do girassol sem irrigação situa-se entre 1.800 a 2.200 kg ha⁻¹ (HECKLER, 2002; PORTO et al., 2007; BACKES et al., 2008) e sob irrigação, a produtividade de grãos está geralmente compreendida entre 2.200 a 3.000 kg ha⁻¹ (FRAGELLA et al., 2002; SMIDERLE et al., 2005; SILVA et al., 2007; BISCARO et al., 2008); podendo superar em alguns casos a 4.000 kg ha⁻¹ (GOKSOY et al. 2004; KARAM et al., 2007; ANASTASI et al., 2010). Da mesma forma, o rendimento de óleo em cultivos de girassol sem irrigação se situa entre 400 a 1.000 kg ha⁻¹ e sob irrigação de 700 a 2200 kg ha⁻¹ (FRAGELLA et al., 2002; GOKSOY et al. 2004; SILVA et al., 2007; ANASTASI et al., 2010). Neste contexto, na ausência de efeitos significativos para os tratamentos aplicados os rendimentos de grãos e de óleo foram considerados elevados. Esta elevada produção tem possível explicação na alta fertilidade do solo, já há muito

cultivado, na distribuição regular das chuvas ao longo do período de cultivo atendendo a demanda hídrica da cultura e na retenção de água pelo solo do local.

CONCLUSÕES

Cultivo de girassol irrigado e estabelecido sobre restos culturais de soja e capim-marandu apresentam maior número de folhas quando comparadas as mesmas sobre o cultivo de sequeiro.

A irrigação suplementar proporciona incremento na área foliar das plantas de girassol.

Girassol cultivado após a soja proporciona maior massa seca da parte aérea e teor de óleo do que plantas de girassol cultivada após palha de milho.

Agradecimentos

Ao IF Goiano *Campus* Urutaí, pela concessão da área e dos meios necessários para a condução do trabalho, a empresa Fronteira Agrícola de Pires do Rio-GO e Atlântica sementes de Rio Verde-GO.

LITERATURA CITADA

- ANASTASI, U.; SANTONOCETO, C.; GIUFFRE, A. M.; SORTINO, O.; ABBATE, V.
Yield performance and grain lipid composition of standard and oleic sunflower as affected by water supply. *Field Crops Research*, v.119, p.145–153, 2010.
- BACKES, R. L.; SOUZA, A. M.; BALBINOT JÚNIOR, A. A.; GALOTTI, G. J. M.; BAVARESCO, A. Desempenho de cultivares de girassol em duas épocas de plantio safrinha no Planalto Norte Catarinense. *Scientia Agrária*, v.9, p.41-48, 2008.
- BILIBIO, C.; CARVALHO, J. A. C.; MARTINS, M.; REZENDE, F. C.; FREITAS, E. A.; GOMES, L. A. A. Desenvolvimento vegetativo e produtivo de girassol submetido a diferentes tensões de água no solo. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v.14, n.7, p.730–735, 2010.
- BISCARO, G. A.; MACHADO, J. R.; TOSTA, M. S.; MENDONÇA, V.; SORATTO, R. P.; CARVALHO, L. A. Adubação nitrogenada em cobertura no girassol irrigado nas condições de Cassilândia – MS. *Ciência e Agrotecnologia*, v.32, p.1366-1373, 2008.
- BOARETO, B.; SANTOS, R.F.; CARPINSKI, M.; MARCO JUNIOR, J.; BASSEGIO, D.; WAZILEWSKI, W.T. Manejo de irrigação de plantas energéticas - Girassol (*Helianthus annuus*). *Acta Iguazu, Cascavel*, v.1 n.1, p. 48-58, 2012.
- CASTRO, C.; FARIAS, J. R. B. Ecofisiologia do girassol. In: LEITE, R. M. V. B. C. et al. *Girassol no Brasil*. Londrina: EMBRAPA, 2005. p . 163-218.
- CHRISTIANSEN, J.E. IRRIGATION BY SPRINKLING. Berkeley: California Agricultural Station. 1942. 124p. Bulletin, 670

- CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira: grãos. Oitavo levantamento, v.1, safra 2013/2014, maio de 2014.
- DOORENBOS, J.; PRUITT, W. O. GUIDELINES FOR PREDICTING CROP WATER REQUIREMENTS. 2.ed. Rome: FAO, 1977. 179p. Irrigation and Drainage Paper, 24
- DUTRA, C. C.; PRADO, E. A. F.; PAIM, L. R.; SCALON, S. DE P. Q. Desenvolvimento de plantas de girassol sob diferentes condições de fornecimento de água. Ciências Agrárias, Londrina, v. 33, suplemento 1, p. 2657-2668, 2012.
- FRAGELLA, Z.; ROTUNNO, T.; TARANTINO, R.; CATERINA, A. C. Changes in seed yield and oil fatty acid composition of high oleic sunflower hybrids in relation to the sowing date and water regime. European Journal of Agronomy, v.17, p.221-230, 2002.
- GOKSOY, A. T.; DEMIR, A. O.; TURAN, Z. M.; DAGUSTU, N. Responses of sunflower to full and limited irrigation at different growth stages. Field Crops Research, v.87, p.167-178, 2004.
- GOMES, E. M. Parâmetros básicos para irrigação sistemática do girassol. 2005. 99 f. Tese (Doutorado em Recursos Hídricos) Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.
- GOMES, E.P.; ÁVILA, M. Z.; RICKLI, M.E.; PETRI, F.; FEDRI, G. Desenvolvimento e produtividade do girassol sob lâminas de irrigação em semeadura direta na região do arenito Caiuá, Estado do Paraná, Irriga, Botucatu, v. 15, n. 4, p. 373-385, 2010.
- HECKLER, J. C. Sorgo e girassol no outono-inverno, em sistema plantio direto, no Mato Grosso do Sul, Brasil. Ciência Rural, v.32, p.517-520, 2002.
- HU, J.; SEILER, G.; KOLE, C. Genetics, genomics and breeding of sunflower. Routledge, USA, 342 p., 2010.
- INMET, INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA 2013 disponível em<http://www.inmet.gov.br/projetos/rede/pesquisa/gera_serie_txt_mensal.php?&mRel

Estacao=83522&btnProcesso=serie&mRelDtInicio=01/10/2011&mRelDtFim=01/05/2013>. Maio de 2013.

KARAM, F.; LAHOUD, R.; MASAAD, R.; KABALAN, R.; BREIDI, J.; CHALITA, C.; ROUPHAEL, Y. Evapotranspiration, seed yield and water use efficiency of drip irrigated sunflower under full and deficit irrigation conditions. *Agricultural Water Management*, v.90, p.213–223, 2007.

LEITE, R.M.V.B.; BRIGHENTI, A.M.; CASTRO, C. Girassol no Brasil. 1. ed. Londrina: Embrapa Soja, 2005. 641p.

MALDANER, I.C.; HELDWEIN, A.B.; LOOSE, L.H.; LUCAS, D.D.P.; GUSE, F.I.; BERTOLUZZI, M.P. Modelos de determinação não-destrutiva da área foliar em girassol. *Ciência Rural*, v.39, p.1356-1361, 2009.

MANIÇOBA R. M.; J. Espínola Sobrinho; J. F. Medeiros; E. G. Cavalcante Junior; T. K. de Melo; R. L. Nunes. EVAPOTRANSPIRAÇÃO E COEFICIENTES DE CULTIVO DO GIRASSOL IRRIGADO EM APODI, RN. IV WINOTEC workshop internacional de inovações tecnológicas na irrigação. 28 a 31 de maio de 2012.

NAZARLI, H.; ZARDASHTI, M. R.; DAVISHZADEH, R.; NAJAFI, S. The effect of water stress and polymer on water use efficiency, yield and several morphological traits of sunflower under greenhouse condition. *Noutulae Scientia Biologicae*, v.2, p.53-58, 2010.

NOBRE, R.G.; GHEYI, H.R.; SOARES, F.A.L.; ANDRADE, L.O.; NASCIMENTO, E.C.S. Produção do girassol sob diferentes lâminas com efluentes domésticos e adubação orgânica. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v.14, n.7, p.747–754, 2010.

PORTO, W. S.; CARVALHO, C. G. P.; PINTO, R. J. B. Adaptabilidade e estabilidade como critérios para seleção de genótipos de girassol. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.42, p.491-499, 2007.

ROSA, R.; SANO, E. E: Determinação da produtividade primária líquida (NPP) de pastagens na bacia do rio Paranaíba, usando imagens MODIS, *GeoFocus*, n. 13-1 , p. 367-395, 2013.

SILVA, M. L. O.; FARIA, M. A.; MORAIS, A. R.; ANDRADE, G. P.; LIMA, E. M. C. Crescimento e produtividade do girassol cultivado na entrassafrã com diferentes lâminas de água. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.11, p.482-488, 2007.

SMIDERLE, O. J.; MOURÃO JÚNIOR, M.; GIANLUPPI, D. Avaliação de cultivares de girassol em savana de Roraima. *Acta Amazônica*, v.35, p.331-336, 2005.

VIANA, T. V. A.; LIMA, A.D.; MARINHO, A. B.; DUARTE, J. M. L.; AZEVEDO, B. M.; COSTA, S. C. Lâminas de irrigação e coberturas do solo na cultura do girassol, sob condições semiáridas. *Irriga, Botucatu*, v. 17, n. 2, p. 126-136, abril-junho, 2012.