

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ENGENHARIA AGRÍCOLA**

**RESPOSTA À IRRIGAÇÃO E À ADUBAÇÃO
NITROGENADA EM COBERTURA DA CULTURA DO
GIRASSOL**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Rogério Ricalde Torres

Santa Maria, RS, Brasil.

2014

RESPOSTA À IRRIGAÇÃO E À ADUBAÇÃO NITROGENADA EM COBERTURA DA CULTURA DO GIRASSOL

Rogério Ricalde Torres

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Área de Concentração Engenharia de Água e Solo, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Engenharia Agrícola**.

Orientador: Prof.^a Marcia Xavier Peiter

Santa Maria, RS, Brasil.

2014

Ficha catalográfica elaborada através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Central da UFSM

TORRES, ROGÉRIO RICALDE
RESPOSTA À IRRIGAÇÃO E À ADUBAÇÃO NITROGENADA EM
COBERTURA DA CULTURA DO GIRASSOL / ROGÉRIO RICALDE
TORRES.-2014.
83 p.; 30cm

Orientadora: MARCIA XAVIER PEITER
Coorientador: ADROANDO DIAS ROBAINA
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa
Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-
Graduação em Engenharia Agrícola, RS, 2014

1. Girassol 2. Lâmina de irrigação 3. Adubação
nitrogenada I. PEITER, MARCIA XAVIER II. ROBAINA,
ADROANDO DIAS III. Título.

© 2014

Todos os direitos autorais reservados a Rogério Ricalde Torres. A reprodução de partes ou do todo deste trabalho só poderá ser feita mediante a citação da fonte.

E-mail: rogeriocp_rtorres@hotmail.com

**Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Ciências Rurais
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,
aprova a Dissertação de Mestrado

**RESPOSTA À IRRIGAÇÃO E À ADUBAÇÃO NITROGENADA EM
COBERTURA DA CULTURA DO GIRASSOL.**

elaborada por
Rogério Ricalde Torres

como requisito parcial para a obtenção de grau de
Mestre em Engenharia Agrícola

COMISSÃO EXAMINADORA:

Marcia Xavier Peiter Dr.^a (UFSM)
(Presidenta/Orientadora)

Adroaldo Dias Robaina Dr. (UFSM)
(Coorientador)

Ana Rita Costenaro Parizi Dr.^a (IF Farroupilha)

Liane de Souza Weber Dr.^a (UFSM)

Santa Maria, 31 de janeiro de 2014.

AGRADECIMENTOS

A Deus que ilumina e conforta em todos os momentos difíceis.

À Universidade Federal de Santa Maria, mais especificamente ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola (PPGEA), pela oportunidade oferecida.

À orientadora professora Dr.^a Marcia Xavier Peiter pela oportunidade, dedicação, amizade, confiança depositada, pelos ensinamentos e lições vivenciados durante este período.

Ao co-orientador professor Dr. Adroaldo Dias Robaina pelo constante acompanhamento, orientação, amizade, paciência, e ensinamentos auxiliando na realização deste e de outros trabalhos.

Aos membros da Comissão Examinadora.

Aos funcionários do Departamento de Engenharia Rural, em especial ao Sr. Luiz Carlos Nunes pela dedicação, amizade e companheirismo.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de estudos concedida.

Aos professores do PPGEA pelos ensinamentos.

Aos meus pais, José Rogério Silveira Torres e Lucia Ricalde Torres, e minhas irmãs Daniela Ricalde Torres, e Maurilia Ricalde Torres, pelo amor, carinho, incentivo e compreensão durante a vida, e mais ainda durante esta etapa de estudos.

À minha companheira Melise Silveira Nunes pelo amor, carinho, incentivo, motivação e compreensão para que mais esta meta fosse alcançada, e a seus pais Pedro Gavino dos Santos Nunes, e Marlise Silveira Nunes pelo amor, companheirismo e confiança depositada.

A minha família, representada aqui pelas minhas avós Maria Medeiros Ricalde e Regina Silveira Torres pelo amor, carinho e apoio durante a vida. Principalmente a meus primos que durante minha trajetória acadêmica se fizeram presentes.

A minha tia Rosa Lília Torres Delabary pelo incentivo, e dedicação na redação do trabalho.

Aos colegas e amigos do Laboratório de Hidráulica em especial, aos amigos que motivaram esta caminhada Taise Cristine Buske, Ricardo Benetti Rosso e Tonismar dos Santos Pereira.

Aos colegas e companheiros do grupo de pesquisa de Engenharia de Irrigação do IF-Alegrete, coordenados pelas professoras Dr.^a Ana Rita Costenaro Parizi e Dr.^a Fatima Cibele,

em especial aos amigos Anderson Crestani, e Gideon Ujacov da Silva, pela dedicação, compreensão e companheirismo, tornando possível a realização deste trabalho.

A todos os amigos pelo carinho, amizade, força e presença.

Muito Obrigado!

“Até um relógio parado tem razão duas vezes ao dia.”

(Autor desconhecido)

RESUMO

Dissertação de Mestrado
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola
Universidade Federal de Santa Maria

RESPOSTA À IRRIGAÇÃO E À ADUBAÇÃO NITROGENADA EM COBERTURA DA CULTURA DO GIRASSOL

AUTOR: ROGÉRIO RICALDE TORRES
ORIENTADORA: MARCIA XAVIER PEITER

Santa Maria, 31 de janeiro de 2014.

A produção do girassol tem como principal fator limitante o déficit hídrico, seja causado pela escassez ou pela má distribuição das chuvas. A irrigação cumpre papel fundamental para minimizar o impacto produtivo. Em cenários em que há aporte hídrico suficiente, a fertilidade do solo torna-se limitante, onde os níveis de nitrogênio (excesso ou escassez) desempenha importante função no metabolismo do girassol. Sendo a planta do girassol responsiva à irrigação, e à adubação nitrogenada, procurou-se identificar, para a região da Fronteira Oeste do Rio Grande do Sul, o ponto de maior rendimento da cultura. O experimento foi realizado no Instituto Federal Farroupilha campus Alegrete, em Alegrete - RS. O delineamento experimental foi composto de blocos ao acaso subdivididos no espaço onde no primeiro fator (A), foram testadas quatro doses de irrigação suplementar (0%, 50%, 75% e 100% da evapotranspiração da cultura), e no segundo fator (B) doses de adubação nitrogenada em cobertura (0%, 50%, 100% e 150% da recomendação da análise de solo, de acordo com Comissão de Química e Fertilidade do Solo, 2004). Durante o ciclo da cultura foram avaliados os seguintes parâmetros: índice de área foliar, altura de plantas, diâmetro do caule e massa seca. Quando as plantas atingiram a maturação fisiológica foram avaliados os componentes de rendimento massa de 1000 aquênios e produtividade, também a massa seca. Para as condições de estudo não houve interação significativa entre os tratamentos para nenhuma das variáveis analisadas. As lâminas de irrigação influenciaram apenas na massa de 1000 aquênios com um incremento de 6,35 g, no tratamento de 100% da ETc, que equivalem a 11,75 % da massa obtida no tratamento sem irrigação. Possivelmente, pelas altas taxas de precipitação durante o ciclo não houve maior resposta da cultura. As doses de adubação nitrogenada em cobertura influenciaram em todas as variáveis analisadas, destacando-se as doses de 100, e de 150 % da ROLAS. Para as condições do estudo, recomenda-se adubação nitrogenada em cobertura na dose de 100 % da ROLAS, e não é recomendada a irrigação suplementar. Porém, como o período de condução do experimento foi atípico (excesso hídrico), recomenda-se estudar a influência da irrigação em anos normais e de baixa precipitação.

Palavras-chave: *Helianthus annuus* L. Manejo de água. Componentes de rendimento.

ABSTRACT

Masters Dissertation
Post Graduation Program in Agricultural Engineering
Federal University of Santa Maria, RS, Brazil

RESPONSE TO IRRIGATION AND NITROGEN IN COVERAGE OF CULTURE OF SUNFLOWER

AUTHOR: ROGÉRIO RICALDE TORRES

ADVISER: MARCIA XAVIER PEITER

Santa Maria, January 31, 2014.

The production of sunflower has as main factor limiting the water deficit is caused by scarcity or by poor rainfall distribution. In scenarios where there is enough water supply, soil fertility becomes limiting, where levels of nitrogen (excess or shortage) plays an important role in the sunflower metabolism. Being the sunflower plant responsive to irrigation and nitrogen fertilization we tried to identify for the region of the Border West of Rio Grande do Sul, the point of greatest crop yield. The experiment was conducted at the Instituto Federal Farroupilha campus Alegrete, Alegrete - RS. The experimental design consisted of randomized blocks subdivided into the space where the first factor (A), four doses of supplemental irrigation (0%, 50%, 75% and 100% of crop evapotranspiration) were tested, and the second factor (B) doses of nitrogen fertilization in covering (0%, 50%, 100% and 150% of the recommendation of soil analysis, according to the Comissão de Química e Fertilidade do Solo, 2004). During the crop cycle the following parameters were evaluated: leaf area index, plant height, stem diameter and dry mass. When the plants reached physiological maturity were evaluated yield components mass of 1000 seeds and productivity, the dry mass. To study conditions there was no significant interaction between treatments for any of the variables. The irrigation depths influenced only in the mass of 1000 seeds with an increment of 6.35 g in the treatment of 100% of ETC, equivalent to 11.75% of the mass obtained in the treatment without irrigation. Possibly, the high rates of precipitation during the cycle no greater crop response. The doses of nitrogen fertilization in covering influence on all variables, especially the doses of 100 and 150% of ROLAS. To study conditions, it is recommended nitrogen fertilization in covering at a dose of 100% of ROLAS, and is not recommended for supplemental irrigation. However, as the conduction period of the experiment was atypical (water excess), it is recommended to study the influence of irrigation in normal years and low rainfall.

Keywords: *Helianthus annuus* L. Water management. Yield components.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Coeficientes de cultura (K_c) para uso com a evapotranspiração de referência de Penman-Monteith (ALLEN et al., 1998).....	31
Tabela 2 -	Coeficiente (K_p) para cômputo da evapotranspiração de referência a partir de observações do tanque Classe A.	31
Tabela 3 -	Granulometria do solo da área experimental, valores médios de três repetições.....	41
Tabela 4 -	Densidade do solo e de partícula da área experimental, valores médios de três repetições.....	42
Tabela 5 -	Características físicas do solo da área experimental, valores médios de três repetições.....	43
Tabela 6 -	Dados para cálculo da capacidade de água disponível às plantas.	44
Tabela 7 -	Características químicas do solo da área experimental, valores médios de três repetições dos componentes: argila, pH em água, matéria orgânica (MO) , CTC a pH 7,0, potássio (K), fosforo (P), Saturação por bases e saturação por alumínio.....	45
Tabela 8 -	Lâminas de irrigação e precipitação acumuladas, conforme os diferentes tratamentos.	49
Tabela 9 -	Valores de área foliar ($m^2.m^{-2}$) em função das lâminas de irrigação, valor médio e coeficiente de variação (%) ao longo do ciclo do girassol.	50
Tabela 10 -	Valores de área foliar ($m^2.m^{-2}$) em função das doses de adubação nitrogenada em cobertura, valor médio e coeficiente de variação (%) ao longo do ciclo do girassol.	51
Tabela 11 -	Valores de altura de planta (cm) em função das lâminas de irrigação, valor médio e coeficiente de variação (%) ao longo do ciclo do girassol.	52
Tabela 12 -	Valores de altura de planta (cm) em função das doses de adubação nitrogenada em cobertura, valor médio e coeficiente de variação (%) ao longo do ciclo do girassol.....	53
Tabela 13 -	Valores de diâmetro de caule (mm) em função das lâminas de irrigação, valor médio e coeficiente de variação (%) ao longo do ciclo do girassol.....	54
Tabela 14 -	Valores de diâmetro de caule (mm) em função das doses de adubação nitrogenada em cobertura, valor médio e coeficiente de variação (%) ao longo do ciclo do girassol.....	55
Tabela 15 -	Valores de massa seca ($kg.ha^{-1}$) em função das lâminas de irrigação, valor médio e coeficiente de variação (%) ao longo do ciclo do girassol.	56
Tabela 16 -	Valores de massa seca ($kg.ha^{-1}$) em função das doses de adubação nitrogenada em cobertura, valor médio e coeficiente de variação (%) ao longo do ciclo do girassol.....	57

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Localização do Instituto Federal Farroupilha - Campus Alegrete.	25
Figura 2 -	Amostragem de solo da área experimental, coleta de amostra indeformada com cilindro mostrador.	27
Figura 3 -	Determinação da infiltração de água no solo com a utilização de anéis concêntricos.	27
Figura 4 -	Vista da estação meteorológica automática de Alegrete, que faz parte da rede de estações meteorológicas do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). ...	29
Figura 5 -	Tanque Classe A.	29
Figura 6 -	Diagrama triangular utilizado para a classificação textural do solo.	32
Figura 7 -	Vista da área experimental no momento do teste do Coeficiente de Uniformidade de Christiansen (CUC).	33
Figura 8 -	Aplicação das doses de adubação nitrogenada (20/09/2012 e 05/10/2012).	34
Figura 9 -	Semeadura do experimento (23/08/2012).	35
Figura 10 -	Raleio de plantas (15/09/2012).	35
Figura 11 -	Determinação da largura (L) das folhas do girassol, para posterior cálculo da área foliar.	37
Figura 12 -	Determinação da altura de plantas.	38
Figura 13 -	Determinação do diâmetro do caule, com a utilização de paquímetro digital. ...	38
Figura 14 -	Precipitação acumulada em 5 dias (mm), nos dias após a emergência (DAE) da cultura do girassol.	46
Figura 15 -	Precipitação efetiva acumulada em 5 dias (mm), e lâminas de irrigação (mm) nos dias após a emergência (DAE) da cultura do girassol.	48
Figura 16 -	Massa de mil aquênios (g) em função das lâminas de irrigação (% ETc).	58
Figura 17 -	Massa de mil aquênios (g) em função das doses de adubação nitrogenada em cobertura (% ROLAS).	59
Figura 18 -	Produtividade (kg.ha ⁻¹) em função das lâminas de irrigação (% ETc).	61
Figura 19 -	Produtividade (kg.ha ⁻¹) em função das doses de adubação nitrogenada em cobertura (% ROLAS).	62

LISTA DE APÊNDICES

Apêndice 1 - Croqui da área experimental	72
Apêndice 2 - Análise de variância da variável área foliar aos 19 dias após a emergência.....	73
Apêndice 3 - Análise de variância da variável área foliar aos 33 dias após a emergência.....	73
Apêndice 4 - Análise de variância da variável área foliar aos 47 dias após a emergência.....	73
Apêndice 5 - Análise de variância da variável área foliar aos 61 dias após a emergência.....	74
Apêndice 6 - Análise de variância da variável área foliar aos 75 dias após a emergência.....	74
Apêndice 7 - Análise de variância da variável área foliar aos 89 dias após a emergência.....	74
Apêndice 8 - Análise de variância da variável altura de planta aos 19 dias após a emergência	75
Apêndice 9 - Análise de variância da variável altura de planta aos 33 dias após a emergência	75
Apêndice 10 - Análise de variância da variável altura de planta aos 47 dias após a emergência	75
Apêndice 11 - Análise de variância da variável altura de planta aos 61 dias após a emergência	76
Apêndice 12 - Análise de variância da variável altura de planta aos 75 dias após a emergência	76
Apêndice 13 - Análise de variância da variável altura de planta aos 89 dias após a emergência	76
Apêndice 14 - Análise de variância da variável diâmetro de caule aos 19 dias após a emergência	77
Apêndice 15 - Análise de variância da variável diâmetro de caule aos 33 dias após a emergência	77
Apêndice 16 - Análise de variância da variável diâmetro de caule aos 47 dias após a emergência	77
Apêndice 17 - Análise de variância da variável diâmetro de caule aos 61 dias após a emergência	78
Apêndice 18 - Análise de variância da variável diâmetro de caule aos 75 dias após a emergência	78
Apêndice 19 - Análise de variância da variável diâmetro de caule aos 89 dias após a emergência	78
Apêndice 20 - Análise de variância da variável massa seca aos 19 dias após a emergência ...	79
Apêndice 21 - Análise de variância da variável massa seca aos 33 dias após a emergência ...	79
Apêndice 22 - Análise de variância da variável massa seca aos 47 dias após a emergência ...	79
Apêndice 23 - Análise de variância da variável massa seca aos 61 dias após a emergência ...	80
Apêndice 24 - Análise de variância da variável massa seca aos 75 dias após a emergência ...	80
Apêndice 25 - Análise de variância da variável massa seca aos 89 dias após a emergência ...	80
Apêndice 26 - Análise de variância da variável massa seca aos 120 dias após a emergência .	81

Apêndice 27 - Análise de variância da variável massa de mil aquênios	81
Apêndice 28 - Tabela suplementar da análise de variância da variável massa de mil aquênios para o fator lâmina de irrigação	81
Apêndice 29 - Tabela suplementar da análise de variância da variável massa de mil aquênios para o fator dose de adubação nitrogenada em cobertura.....	82
Apêndice 30 - Análise de variância da variável produtividade	82
Apêndice 31 - Tabela suplementar da análise de variância da variável produtividade para o fator lâmina de irrigação	82
Apêndice 32 - Tabela suplementar da análise de variância da variável produtividade para o fator dose de adubação nitrogenada em cobertura.....	83

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	14
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	16
2.1	Girassol: História e produção.....	16
2.2	Características agronômicas do girassol.....	17
2.2.1	Adubação nitrogenada na cultura do girassol.....	19
2.2.2	Necessidade hídrica do girassol.....	21
2.3	Irrigação.....	22
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	25
3.1	Caracterização da Área Experimental.....	25
3.1.1	Solo da área experimental.....	26
3.1.2	Dados meteorológicos.....	28
3.2	Delineamento experimental.....	30
3.2.1	Fator A - Lâmina de irrigação.....	30
3.2.2	Sistema de irrigação.....	32
3.2.3	Fator B - doses de adubação nitrogenada em cobertura.....	33
3.3	Condução do experimento.....	34
3.3.1	Tratos culturais.....	36
3.3.2	Determinações fenológicas.....	36
3.3.3	Componentes de rendimento.....	39
3.4	Análise estatística dos resultados.....	40
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	41
4.1	Características físicas do solo.....	41
4.2	Características químicas do solo.....	44
4.3	Precipitação.....	45
4.4	Irrigação.....	47
4.5	Parâmetros de crescimento e desenvolvimento.....	49
4.5.1	Área foliar.....	49
4.5.2	Altura de planta.....	52
4.5.3	Diâmetro de caule.....	54
4.5.4	Massa seca.....	56
4.6	Massa de 1000 aquênios.....	57
4.7	Produtividade.....	60
5	CONCLUSÕES.....	64
	REFERÊNCIAS.....	65
	APÊNDICES.....	72

1 INTRODUÇÃO

O girassol (*Helianthus annuus L.*) possui grande importância para a agricultura, utilizado na alimentação humana e animal, é uma planta que se encaixa na rotação de culturas de áreas agrícolas. Atualmente também cresce a importância na produção de combustível.

Na região da Fronteira Oeste do estado do Rio Grande do Sul, que possui economia baseada na agricultura e pecuária, existe uma usina de biodiesel (Rosário do Sul), o que promove a demanda por plantas oleaginosas, além de facilitar a comercialização do produto, abastecendo a própria região produtora. A cultura do girassol possui características agronômicas desejáveis para a diversificação da produção na região, podendo também ser utilizada na alimentação humana, na alimentação animal (na forma de silagem), além de ser utilizada na indústria farmacêutica, de tintas, entre outros usos. Como não são encontrados dados referentes à produção de girassol na região, seu cultivo deve ser estudado com a finalidade de se obter os subsídios necessários ao seu cultivo e melhor manejo na região.

O girassol apresenta maior resistência à seca e temperaturas extremas do que a maioria das espécies oleaginosas cultivadas no Brasil. Possui ciclo vegetativo relativamente curto, elevada adaptabilidade às diferentes condições edafoclimáticas, o que torna seu cultivo uma opção nos sistemas de rotação e sucessão de culturas em regiões produtoras de grãos.

Reduções de produção das culturas agrícolas na região da fronteira oeste são, muitas vezes, observadas como consequência da irregularidade na distribuição das chuvas. A água é um dos fatores que mais afeta o rendimento das culturas, principalmente quando a escassez coincide com o período crítico destas culturas. A cultura do Girassol necessita de 500 a 700 mm de água bem distribuídos durante o ciclo de desenvolvimento (CASTRO et al., 1997). Para o suprimento desta necessidade hídrica pode-se utilizar a irrigação, que é uma ferramenta que além de diminuir os riscos de frustração de safra, pode aumentar a produtividade e também o número de safras anuais.

A prática da irrigação deve levar em consideração o consumo hídrico da cultura, para que não haja desperdício de água, um bem escasso cujo desperdício pode causar problemas ambientais, além de aumentar o custo de produção. O custo de operação de sistemas de irrigação varia com a quantidade de água aplicada durante o ciclo das culturas, devendo ser minimizado para aumentar a lucratividade, visando sempre a máxima produtividade da água. Os sistemas de irrigação por aspersão, em geral, tem uma maior eficiência de aplicação de

água do que os sistemas por inundação, bastante difundido na região da Fronteira Oeste, por sua utilização nas lavouras arroseiras.

Com a introdução de irrigação nos sistemas de produção, o fator limitante, que era a água, passa a ser a adubação, devendo a dose recomendada ser ajustada para a agricultura irrigada. A adubação nitrogenada é de grande importância para uma boa produtividade dos sistemas agrícolas, devido à necessidade de sua aplicação no momento de maior necessidade da cultura, uma vez que são grandes as perdas, sejam por volatilização e/ou pela lixiviação do nitrogênio aplicado.

O nitrogênio desempenha importante função no metabolismo e na nutrição da cultura do girassol e sua deficiência pode causar desordem nutricional, limitando sua produção que pode atingir reduções de 60 %. Seu excesso ocasiona decréscimo na porcentagem de óleo, e doses elevadas podem aumentar a incidência de pragas e doenças, afetando na produção de grãos (SMIDERLE, 2000).

Com base no exposto e devido à inexistência de dados relativos à produção da cultura do girassol na região de Alegrete, RS, objetivou-se avaliar a resposta da cultura do girassol, sob diferentes, lâminas de irrigação e doses de nitrogênio em cobertura.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Este capítulo se dedica a uma revisão dos principais assuntos que fundamentaram este trabalho, através dos quais foi possível conhecer a cultura estudada e suas práticas de manejo, bem como obter informações relacionadas aos tratamentos e métodos testados, possibilitando conhecer o que vêm sendo conduzidos pelos autores.

2.1 Girassol: História e produção

O girassol (*Helianthus annuus* L.) é uma planta oleaginosa anual, da família Asteraceae. Originário das Américas foi domesticado há cerca de 5.000 anos e durante o século XVI começou a ser utilizado para a extração de azeite, sendo levado para a Europa e Ásia, onde era utilizado para a ornamentação e como hortaliça (BIODIESELBR.COM, 2012).

Segundo a Companhia Nacional de Abastecimento - CONAB (2012), na safra 2010/2011 a produção mundial de girassol foi de 31.057.000 toneladas (ton). A União Europeia é a maior produtora com 6.802.000 ton, seguida da Ucrânia com 6.769.000 ton, Rússia com 5.350.000 ton, e em quarto lugar a Argentina com 3.600.000 ton. O Brasil possui uma produção de 76 mil ton, e a previsão para a safra brasileira de 2012/2013 foi de 37.596 mil ton, tendo um incremento na produção de 21%.

O cultivo de girassol no Brasil iniciou-se na época da colonização da região sul no final do século XIX, por intermédio dos primeiros colonos europeus (CONAB, 2012). Os primeiros cultivos comerciais ocorreram em São Paulo no ano de 1902. Houve uma tentativa de introdução da cultura no estado do Rio Grande do Sul, no final da década de 1940. O cultivo não obteve muito sucesso, devido ao uso de cultivares não adaptadas à região, uma vez que foram cultivadas em regiões propícias a ocorrência de doenças, e também eram cultivares pouco produtivas.

Na safra de 2009/2010, a área cultivada com a cultura no Brasil foi de 71.900 hectares (ha), sendo o cultivo espalhado por todas as regiões brasileiras, e em maior escala na região Centro-Oeste. A maior área cultivada localiza-se no estado de Mato Grosso, com 40.600 ha cultivados, seguido do estado de Goiás com 11.400 ha, Mato Grosso do Sul 3.800

ha. A região Sul possui uma área cultivada de 13.800 ha, sendo o estado do Rio Grande do Sul o primeiro colocado com 13.100 ha. A média de produção brasileira na safra 2009/2010 foi de 1.137 kg.ha⁻¹, com destaque para o estado do Rio Grande do Sul com uma produtividade de 1.202 kg.ha⁻¹ (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE, 2010).

Segundo IBGE (2010), os municípios com maior área plantada no Rio Grande do Sul são: São Borja na Fronteira Oeste com 500 ha, Independência, São Luiz Gonzaga, e Giruá na região Noroeste, com 1.500 ha, 2.500 ha e 1.500 ha, respectivamente, e Palmeira das Missões na região Norte com 300 ha. Observa-se pela localização dos municípios, que a produção de girassol no estado do Rio Grande do Sul não é concentrada em uma única região.

O município de Alegrete, localizado na Fronteira Oeste do estado do Rio Grande do Sul, possui uma área total de 7.840 km², e uma área rural de mais de 6.000 km² (600.000 ha). A economia do município é baseada na agricultura (grandes culturas) e pecuária (bovinos e ovinos). De acordo com IBGE (2010) a cultura do arroz irrigado destaca-se na região por apresentar a maior área de cultivo (45.000 ha), seguida da soja (16.000 ha), milho (11.000 ha), sorgo (3.000 ha) e trigo (1.500 ha). O município caracteriza-se por ser o maior em extensão de terras do Estado do Rio Grande do Sul. Em 2009 o PIB do município de Alegrete foi de 1.123.318,00 (um milhão cento e vinte e três mil trezentos e dezoito reais), sendo deste 23,7 % advindo diretamente do PIB Agropecuário, tornando a agricultura de grande importância para a economia do município.

Segundo Ribaski et al. (2009), existe um consenso de que o Bioma Pampa, existente na metade sul do Rio Grande do Sul, necessita de diversificação na produção agrícola, que é baseada na criação extensiva de gado. O girassol é uma cultura que poderá vir a agregar renda a propriedades rurais, tanto para propriedades familiares de pequeno porte, quanto para as de grandes áreas.

2.2 Características agronômicas do girassol

O girassol é uma alternativa com características desejáveis sob o ponto de vista agronômico, tais como: ciclo curto (90 a 130 dias), elevada qualidade e bom rendimento de óleo, e elevada qualidade da silagem, o que o qualifica como uma boa opção aos produtores da região. É importante destacar a inserção do óleo de girassol na matriz energética nacional,

através de incentivo do governo federal. Sua adição ao óleo diesel comercializado viabiliza a cultura do girassol como um biocombustível (SILVA et al., 2007b).

A cultura apresenta elevado teor de óleo nos aquênios, raras vezes sua composição contém menos de 30% de óleo, algumas variedades produzidas por hibridação podem ter quantidades superiores a 50%. A principal utilização do óleo é para produção do biodiesel, sendo necessários 2,5 kg de aquênios para a extração de um litro de óleo (BIODIESELBR.COM, 2012).

Devido ao alto índice de ácido linoléico (ômega 6) e de tocoferóis (vitamina E), o óleo de girassol vem sendo indicado em dietas para redução do colesterol, por sua baixa quantidade de ácidos graxos saturados. É considerado um óleo nobre, muito utilizado na alimentação humana, tendo aplicação em conservas, margarinas, saladas, frituras, cozidos, pratos finos, além de ser um ótimo óleo de mesa. Pode-se citar ainda outras finalidades, tais como, indústria cosmética, farmacêutica, alimentícia, veterinária, entre várias outras (CAMPESTRE, 2005).

Além do óleo extraído, outras partes da planta são aproveitadas e utilizadas como silagem para a alimentação animal. A silagem de girassol apresenta alto valor energético e um teor de proteína, em média 35% superior aos teores encontrados nas silagens de milho (CATI, 2008). Além destas utilizações, a cultura do girassol pode atuar também como base para a produção de mel. Das flores, podem ser extraídos de 20 a 40 kg de mel por ha (PETRY et al., 2011).

A produção de aquênios e seu respectivo teor de óleo dependem de fatores climáticos tais como: temperatura do ar, precipitação pluvial e radiação solar incidente na cultura. Assim a escolha da época de semeadura permite condições ambientais favoráveis durante o seu desenvolvimento, diminuindo a probabilidade de frustração de safras (AGUIRREZÁBAL et al., 2001).

Castro et al. (1997) diz que o girassol tolera temperaturas que variam entre 10°C, e 34°C sem redução significativa da produção, o que indica que é adaptado a regiões com dias quentes e noites frias. A faixa de temperatura ótima para seu desenvolvimento é entre 27°C a 28°C.

Buscando-se melhores produtividades, a cultura do girassol requer solos de textura média, profundos, com boa drenagem, razoável fertilidade e pH de moderadamente ácido a neutro; superior a 5,2 (LASCA, 2012).

Segundo Cubilla et al. (2002) o aumento da densidade do solo devido à compactação, geralmente acarreta maior resistência à penetração, propriedade também associada à umidade

e textura do solo, resultando em baixo rendimento de produtividade, podendo ocorrer o acamamento das plantas, pois suas raízes não se desenvolvem. Além disso, a compactação favorece também um maior déficit hídrico, por diminuir a infiltração de água no solo, dificultar a absorção de água pelo sistema radicular das plantas e reduzir a área de abrangência do sistema radicular. Um solo ideal para o cultivo de plantas é aquele que permite uma maior exploração do sistema radicular, que apresenta um espaço poroso suficiente e contínuo para o movimento da água e dos gases e resistência do solo à penetração sem impedir o crescimento das raízes (RICHART et al., 2005).

O girassol, por possuir sistema radicular pivotante bastante profundo, pode minimizar os efeitos da compactação, além de reciclar muitos nutrientes, melhorando as qualidades química, física e biológica do solo. Oferece diversas vantagens, principalmente aquelas relacionadas à melhoria da fertilidade do solo, sendo, ainda, recomendado como adubo verde em rotação de culturas, em razão de sua eficiência na reciclagem de nutrientes e também pela proteção que oferece ao solo contra a erosão e a infestação de plantas invasoras (COORDENADORIA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA INTEGRAL, 2013).

Segundo Castro et al. (1997), o girassol é sensível a baixos níveis de boro no solo, apresentando sintomas de deficiência desse elemento, principalmente nas fases de florescimento e maturação. Os sintomas mais comuns e de mais fácil percepção aparecem nas folhas jovens, capítulos e caules. As folhas jovens têm o crescimento reduzido, ficam deformadas e de coloração verde pálida. Nos capítulos, geralmente estes são pequenos, podendo ser deformados ou com a região central com grãos chochos, conseqüentemente, menor número de aquênios e/ou menor peso de aquênios. No caule, principalmente em situações de estresse hídrico, aparecem pequenos cortes transversais, abaixo da inserção do capítulo, podendo causar a queda do capítulo.

2.2.1 Adubação nitrogenada na cultura do girassol

O girassol é uma planta que se desenvolve bem em solos de média fertilidade, porém, para se alcançar altas produções são necessários solos férteis ou com boa adubação suplementar (UNGARO, 2000). O girassol é considerado uma cultura melhoradora da fertilidade do solo por apresentar uma elevada capacidade de reciclagem de nutrientes absorvidos em profundidade e em reduzida taxa de exportação de nutrientes.

A adubação inadequada ocasiona o baixo rendimento da produção da cultura e, se realizada em excesso poderá promover a salinização do solo, intoxicação das plantas e gasto excessivo com fertilizantes. Para produção de 1000 kg de aquênios a planta absorve do solo 42 kg de nitrogênio, 25 kg de fósforo, 80 kg de potássio (RIBEIRO, 2008). Já Machado (1979, apud SFREDO; CAMPO; SARRUGE, 1984) diz que para a produção de 1000 kg de aquênios o girassol extrai 52 kg de nitrogênio, 26 kg de fósforo e 51 kg de potássio.

Vários autores, tais como Tanaka (1981) e Zagonel e Munsdostock (1991) falam que o nitrogênio tem efeito benéfico na cultura do girassol, aumentando a altura de plantas, diâmetro do caule, produtividade de grãos e o rendimento de óleos. O excesso de nitrogênio pode diminuir a concentração de óleo, embora esta possa ser compensada pela maior produtividade (ZUBRISKY; ZIMMERMANN, 1974).

O nitrogênio é um macronutriente constituinte das proteínas, ácidos nucleicos e outras substâncias imprescindíveis à vida das plantas. Podendo ser absorvido na forma de amônio (NH_4^+) e/ou nitrato (NO_3^-), sua falta retarda ou até paralisa os processos de crescimento da planta (SFREDO; CAMPO; SARRUGE, 1984).

Segundo Smiderle (2000), o nitrogênio desempenha importante função no metabolismo e na nutrição da cultura do girassol, é o nutriente mais limitante para a produção. Sua deficiência pode causar desordem nutricional, seu excesso decréscimos na porcentagem de óleo e doses elevadas também podem aumentar a incidência de pragas. Devendo o parcelamento do nitrogênio, ser de 1/3 na sementeira e 2/3 após 30 dias em solos de textura arenosa, juntamente com aplicação de $1,0 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ de boro, o qual também é limitante para a produção.

LOBO et al. (2006), utilizando diferentes doses de nitrogênio em girassol, variando de 50 a $130 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, não encontrou diferença significativa em nenhum de seus parâmetros avaliados (produtividade de aquênios, produtividade de óleo e massa de mil sementes).

Filho et al. (2013), em experimento com condições controladas em casa de vegetação, testando diferentes níveis de água disponível no solo (55, 70, 85 e 100%), e doses de adubação nitrogenada em cobertura (0, 60, 80 e $100 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$), na safra agrícola 2009/2010, em Campina Grande, PB, encontrou maiores índices de crescimento na dose de $100 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, e encontrou interação significativa entre os tratamentos.

2.2.2 Necessidade hídrica do girassol

Segundo Castro e Farias (2005), a variabilidade na disponibilidade hídrica durante a estação de crescimento das culturas agrícolas é a principal limitação à expressão do potencial de produtividade, independente do ciclo da cultivar, época de semeadura e do local de condução da cultura.

A necessidade hídrica do girassol varia de 500 a 700 mm de água bem distribuídos durante o ciclo da cultura, iniciando com valores ao redor de 0,5 a 1 mm.dia-1, durante a fase da semeadura à emergência, atingindo um máximo de 6 a 7 mm.dia-1, na floração e no enchimento de grãos, decrescendo após esse período. A fase mais crítica ao déficit hídrico é o período compreendido entre cerca de 10 a 15 dias antes do início do florescimento e 10 a 15 dias após o final da floração (CASTRO et al., 1997).

Com o crescimento da planta, o consumo de água aumenta, com valores iniciais ao redor de 0,5 a 0,7 mm.dia-1 durante a fase de semeadura à emergência, para um máximo de 6 a 8 mm.dia-1 na floração e no enchimento de grãos, reduzindo-se posteriormente até alcançar um mínimo na maturação fisiológica. As fases de desenvolvimento da planta mais sensíveis ao déficit hídrico são do início da formação do capítulo ao começo da floração e período imediatamente posterior a floração, durante o enchimento de aquênios (VRANCEANU, 1977).

Doorenbos e Kassam (1994) relatam que as percentagens de água utilizadas nos diferentes estágios de desenvolvimento ficam em torno de 20% durante o período vegetativo, 55% no florescimento e 25% no período de enchimento de grãos. Para cada 2 g de matéria seca produzida pela cultura é gasto um litro de água (UNGER, 1990). O florescimento é a fase com absorção mais intensa de água e nutrientes. A ocorrência de déficit de água e nutrientes nesta fase pode provocar danos significativos no rendimento final. Assim, a ocorrência de déficit hídrico durante a floração e enchimento de grãos, afeta intensamente a produção de aquênios e o teor de óleo (GUSE, 2009).

Gomes et al. (2011) com o objetivo de avaliar o desenvolvimento da cultura e a eficiência de uso da irrigação em produtividades de grãos, óleo e massa seca da cultura do girassol, no Noroeste do Paraná no ano agrícola de 2008/2009, testando diferentes lâminas de irrigação suplementar, as quais baseiam-se em diferentes valores de ETc calculados por diferentes coeficientes de cultura (Kc) e com valores de 50, 100, 150 e 200 % destas lâminas diz que: A irrigação favoreceu o desenvolvimento da cultura, sendo as maiores produtividades

obtidas a partir de valores de Kc 200 %. As maiores eficiências de uso de irrigação foram obtidas a partir de valores de Kc propostos pela FAO (100 %). A produtividade de grãos respondeu, de forma linear, à irrigação com 4.788 kg.ha⁻¹ no tratamento sem irrigação e 6.963 kg.ha⁻¹ no Kc 200 %. A irrigação não aumentou o teor de óleo, sendo a produtividade de óleo proporcional à produtividade de grãos.

Filho et al. (2013), já citado anteriormente, em seu experimento com diferentes doses de nitrogênio e níveis de água disponível no solo, diz que o crescimento do girassol apresentou comportamento linear crescente em função do incremento da água disponível no solo, sendo observados os maiores índices de crescimento nas plantas irrigadas com 85 e 100% de água disponível no solo.

2.3 Irrigação

A cobrança pela utilização dos recursos hídricos no Brasil, prevista pela Lei nº 9433 de 8 de janeiro de 1997 institui a Política e o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, a qual baseia-se que a água é um recurso natural limitado, dotado de valor econômico. Foi a maneira encontrada para enfrentar o desafio de melhorar as condições de aproveitamento, recuperação e conservação dos recursos hídricos. Tal cobrança exige de cada usuário um maior aproveitamento do recurso.

A água é um fator fundamental na produção vegetal. Qualquer cultura durante o ciclo de desenvolvimento consome grande volume de água. Por volta de 98% deste volume apenas passa através da planta, sendo perdido posteriormente pelo processo de transpiração. O solo comporta-se como reservatório dessa água, armazenando-a temporariamente e fornecendo-a às plantas à medida de suas necessidades (GORDON; RANEY; STONE, 1995).

Segundo a Agência Nacional de Águas (ANA), no Relatório de Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil - Informe 2012, 72% da água consumida no Brasil é destinada à irrigação. A importância do setor também se reflete no percentual das outorgas de direito de uso de recursos hídricos emitidas pela ANA, totalizando 57,2%. Para Brandão et al. (2006), a utilização desordenada e o mau gerenciamento dos recursos hídricos geram problemas sociais e ambientais de grande relevância, relativos tanto à disponibilidade quanto à qualidade da água.

De acordo com Sentelhas et al. (2001), a irrigação é a atividade agrícola que visa atender às exigências hídricas das culturas agrícolas, nas diferentes fases de seu desenvolvimento, sendo que tais exigências irão depender fundamentalmente das condições climáticas vigentes e da disponibilidade de água no solo. A irrigação permite a suplementação de água nos períodos de estiagem e a utilização contínua da área a fim de possibilitar duas ou três safras por ano, de acordo com a espécie cultivada (RESENDE; ALBUQUERQUE; COUTO, 2003).

A irrigação por aspersão é o método mais utilizado, devido à adaptação a diferentes topografias de terrenos, possui alta eficiência de aplicação de água, e possibilita diferentes intensidades de aplicação de água, o que torna possível sua utilização em diferentes tipos de solo. Permite aplicação de fertilizantes e defensivos e um bom controle de lâmina de irrigação e da salinidade do solo, eleva a umidade do ar e possibilita irrigações noturnas, proteção contra geadas ou altas temperaturas. Além disso, é eficiente, de rápida instalação e fácil operação. Não causa erosão, desde que a taxa de aplicação de água do aspersor esteja de acordo com a capacidade de infiltração da água no solo.

Para minimizar as perdas de água durante as irrigações, deve ser realizado um correto manejo da água aplicada. O manejo de irrigação é o processo para decidir quando irrigar as culturas e quanto aplicar de água. Esse é o meio para otimizar a produção agrícola e conservar a água, além de ser a chave para melhorar o desempenho e a sustentabilidade de sistemas de irrigação (SOARES, 2010).

Segundo Mantovani et al. (2009), a falta de um programa de manejo pode levar tudo a perder, seja pela aplicação de água em excesso ou pela sua falta, antes ou depois do momento adequado em cada fase da cultura, nas situações vigentes.

O manejo da irrigação pode ser realizado com base na evapotranspiração de referência (ET_o) estabelecido por Doorenbos e Kassan (1979), o qual refere-se à quantidade de água evapotranspirada da grama com crescimento ativo, e mantida com altura uniforme de 0,08 a 0,12 metros (m). Para a determinação da ET_o pode ser utilizado o método do tanque classe A, que foi desenvolvido pelo Serviço Meteorológico Norte-americano (U.S.W.B.), e consiste em determinar a evaporação da água de um tanque cilíndrico construído com chapa de metal não corrosivo, com dimensões de 0,0254 m de profundidade, e 1,206 m de diâmetro, medida esta expressa em milímetros (mm) que deve ser multiplicada pelo coeficiente do tanque (K_p), o qual é determinado de acordo com a velocidade do vento, umidade relativa do ar e extensão da bordadura que o circunda. O tanque deve ser instalado sobre estrado de madeira de 0,15 m

de altura, e o nível da água dentro do tanque deve ser mantido entre 0,174 m e 0,204m de profundidade (ALBUQUERQUE; DURÃES, 2008).

Para o manejo da irrigação com base na evapotranspiração da cultura (ET_c), os valores de ET_o determinados pela metodologia descrita anteriormente, são multiplicados por um coeficiente de cultura (K_c) referente a cada cultura e seus estádios de desenvolvimento, sendo estes encontrados nas recomendações da FAO. Conhecendo-se a evapotranspiração das culturas, pode-se determinar a quantidade de água a ser aplicada (SEDIYAMA, 1996).

O manejo da irrigação via ET_c depende da precipitação que ocorre na lavoura. Nem toda a precipitação que ocorre é efetivamente infiltrada no solo ficando disponível às plantas. Para a determinação desta precipitação efetiva pode ser utilizado o método proposto por Millar (1978), o qual leva em consideração a classe textural, a declividade da área (%), e a cobertura vegetal.

A textura do solo é referente à proporção relativa das classes de tamanho de partículas (areia, silte e argila), pode ser determinada através de ensaios granulométricos, sendo o solo classificado em determinada classe textural (LEMOS; SANTOS, 1996). A textura é utilizada para a identificação e distinção de classes de solos, e auxilia nas interpretações para fins agrícolas (NASCIMENTO et al., 2003).

Mendonça et al. (2003) em estudo realizado na área da Estação Experimental da PESAGRO-Rio, em Campos dos Goytacazes, RJ, com a instalação de um lisímetro de pesagem dotado de células de carga, cultivado com grama tipo Batatais (*P. notatum L.*), comparam os valores de evapotranspiração de referencia (ET_o) obtidos no lisímetro de pesagem com os valores obtidos com os métodos de Penman-Monteith parametrizado pela FAO, Radiação solar, Makkink, Linacre, Jensen-Haise, Tanque classe A e Atmômetro SEEI modificado. Todos os métodos avaliados, com exceção do Atmômetro SEEI modificado, atenderam satisfatoriamente à estimativa da ET_o para a região de estudo, principalmente em períodos de sete e dez dias. Estes resultados Mostram a confiabilidade do método do Tanque classe A.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Para a realização deste trabalho foram executadas diversas atividades e avaliações. Este capítulo está dividido nos seguintes itens: apresentação da área experimental e dos procedimentos relacionados à atividade de experimentação, condução do trabalho experimental e análise estatística dos resultados.

3.1 Caracterização da Área Experimental

O experimento foi realizado na área experimental do Setor de Irrigação e Drenagem do Instituto Federal Farroupilha - Campus Alegrete, localizado na RS - 377, quilômetro 27, Passo Novo, Alegrete, Rio Grande do Sul. Conforme imagem apresentada na Figura 1. A área experimental está localizada nas coordenadas geográficas 29° 42' 52,85" latitude sul, e 55° 31' 29,69" longitude oeste.

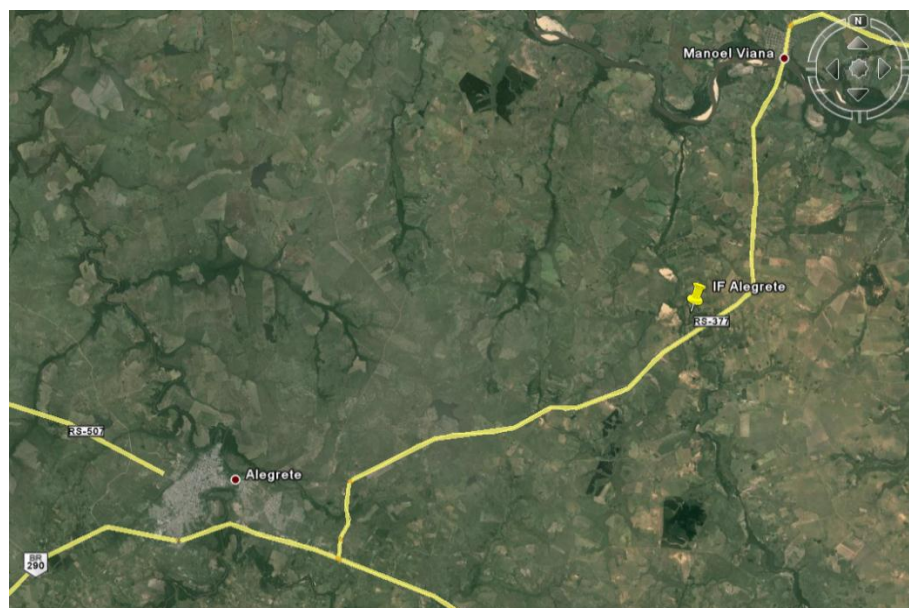


Figura 1- Localização do Instituto Federal Farroupilha - Campus Alegrete.

3.1.1 Solo da área experimental

O solo da área experimental utilizado para a pesquisa é classificado como Argissolo Vermelho Distrófico arênico (EMBRAPA, 2005). Esta classe de solos é constituída por material mineral, apresentando horizonte B textural imediatamente abaixo do A ou E, com argila de atividade baixa ou com argila de atividade alta juntamente com saturação por bases baixa e/ou caráter alítico na maior parte do horizonte B. São solos com matiz 2,5YR ou mais vermelho ou com matiz 5YR e valores e cromas iguais ou menores que 4, na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B. Distróficos por apresentarem saturação por bases menor que 50 %, na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B (inclusive BA). Com textura arenosa desde a superfície até no mínimo 50 cm e no máximo 100 cm de profundidade e horizonte B textural dentro de 200 cm da superfície do solo.

3.1.1.1 Caracterização físico-hídrica do solo

Na área experimental foram coletadas amostras de solo indeformadas (Figura 2), e deformada, as profundidades utilizadas foram de 0 - 5; 5 - 15; 15 - 30; 30 - 45; 45 - 60; 60 - 75 centímetros, sendo a coleta realizada no ponto médio referente a cada profundidade, e em número de três repetições.

As amostras foram encaminhadas ao Laboratório de Física dos Solos da Universidade Federal de Santa Maria, onde foram determinados os parâmetros: classificação textural, densidade de solo e de partícula, curva característica de água no solo e condutividade hidráulica. As metodologias utilizadas para todas as amostras foram propostas por Embrapa (1997), com exceção da densidade de partículas que foi determinada pelo método do balão volumétrico proposto por Gubiani et al. (2006).



Figura 2 - Amostragem de solo da área experimental, coleta de amostra indeformada com cilindro mostrador.

A infiltração de água no solo foi determinada conforme o método descrito por Cauduro e Dorfman (1986) utilizando os anéis concêntricos Figura 3, para posterior cálculo e projeção do sistema de irrigação, o qual não pode ter taxa de aplicação de água superior a velocidade de infiltração básica do solo.



Figura 3 - Determinação da infiltração de água no solo com a utilização de anéis concêntricos.

3.1.1.2 Caracterização química do solo

Foram coletadas amostras para obtenção da caracterização química da área experimental, a uma profundidade de 0 a 10 cm, conforme Comissão de Química e Fertilidade do Solo (2004), para adubação em um sistema de plantio direto consolidado. Estas encaminhadas para o Laboratório de Análises Químicas dos Solos da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), para posterior interpretação e recomendação de fertilizantes. A adubação na semeadura foi de 120 kg.ha⁻¹ da formulação 5 - 20 - 20 (NPK) e 30 kg de Boráx, de acordo com o manual de adubação e calagem . A adubação nitrogenada foi fragmentada em duas aplicações, aos 15 e aos 30 dias após a emergência da cultura, conforme as doses calculadas para os respectivos tratamentos.

3.1.2 Dados meteorológicos

O clima da região é classificado como Cfa subtropical úmido sem estação seca e com temperaturas variando de 14,3°C no inverno a 26,3°C no verão, com média de precipitações anuais de 1400 mm (MORENO, 1961).

Os dados meteorológicos utilizados durante o desenvolvimento do trabalho foram coletados em estação meteorológica automática e com a utilização de um Tanque Classe A, distantes da área experimental aproximadamente 500 m.

Com a utilização de uma estação meteorológica automática, a qual pode ser visualizada na Figura 4, foram determinados, diariamente, dados de precipitação pluvial (mm), umidade relativa do ar (%), e velocidade do vento (m.s⁻¹). A estação faz parte da rede de estações do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).



Figura 4 - Vista da estação meteorológica automática de Alegrete, que faz parte da rede de estações meteorológicas do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

Com a utilização de um tanque Classe A (Figura 5), foram realizadas medições da evaporação duas vezes ao dia: 10h e às 15h. Os valores destas evaporações são expressos em milímetros.



Figura 5 - Tanque Classe A.

3.2 Delineamento experimental

O delineamento experimental foi composto de um bifatorial em parcelas subdivididas, onde no primeiro fator (A) foram testadas doses de irrigação e no segundo fator (B) doses de adubação nitrogenada em cobertura.

A área para a realização do experimento foi de 5.000m² dividida em dezesseis combinações (Fator A e Fator B) de 36 m² cada parcela. Para cada combinação foram utilizadas três repetições, totalizando 48 unidades experimentais. O restante da área foi destinada a bordaduras. O croqui da área experimental pode ser visualizado no Apêndice 1.

3.2.1 Fator A - Lâmina de irrigação

O manejo da irrigação foi realizado com base na evapotranspiração da cultura (ET_c) com turno de rega fixo de cinco dias. Para cálculo da evapotranspiração da água foi utilizado um Tanque Classe A. Para a obtenção das lâminas de irrigação foi aplicada a expressão:

$$ET_c = K_p \cdot EV \cdot K_c \quad [1.0]$$

onde ET_c é a evapotranspiração da cultura (mm); K_p é coeficiente do tanque, EV é a evaporação do Tanque Classe A e K_c é coeficiente de cultura.

Foram utilizados os coeficientes de cultura (K_c) apresentado por Allen et al. (1998) conforme Tabela 1.

Tabela 1 - Coeficientes de cultura (Kc) para uso com a evapotranspiração de referência de Penman-Monteith (ALLEN et al., 1998).

Cultura	Kc		
	Início	Meia-estação	Final
Girassol	0,35	1,15	0,35

O Kc inicial é referente ao período da sementeira até 10% de cobertura do terreno; o Kc de meia-estação refere-se ao período de 100% de cobertura do terreno até o início da maturação; o Kc final refere-se ao fim da maturação. Para plantas perenes, consideram-se os fluxos vegetativos.

Os valores de Kp foram obtidos de acordo com Doorenbos e Pruitt (1977), na Tabela 2 adaptada dos autores, com a utilização dos dados de velocidade do vento (km.dia⁻¹), e umidade relativa do ar (%). A condição considerada para área onde está localizado o tanque foi de vegetação rasteira e verde, com largura (L) de 100 metros, seguido de uma faixa seca com mais de 50 m de largura na direção do vento predominante.

Tabela 2 - Coeficiente (Kp) para cômputo da evapotranspiração de referência a partir de observações do tanque Classe A.

Vento (U2 km/dia)	Umidade (U%)		
	U<40	40≤U≤70	U>70
U2<175	0,70	0,80	0,85
175≤U2<425	0,65	0,75	0,80
425≤U2<700	0,60	0,65	0,70
U≥700	0,50	0,60	0,65

Fonte: adaptado de Doorenbos e Pruitt (1977).

Para fazer o cálculo da quantidade de água a ser aplicada, foram acumulados os valores das ETc para o período referente a 5 dias e descontado deste as precipitações efetivas ocorridas.

A precipitação efetiva foi calculada de acordo com o coeficiente de escoamento superficial “C” proposto por Millar (1978), a qual leva em consideração a classe textural, a declividade da área (%), e a cobertura vegetal. De acordo com Rajj (1991), para a

determinação da classe textural, utiliza-se o triângulo textural (Figura 6), sendo os valores obtidos a partir da estimativa dos percentuais das diferentes frações de areia, silte e argila.

A precipitação efetiva total foi calculada com a soma dos valores de precipitação efetiva referente a cada 5 dias, sendo utilizados todos os dados do período de desenvolvimento da cultura.

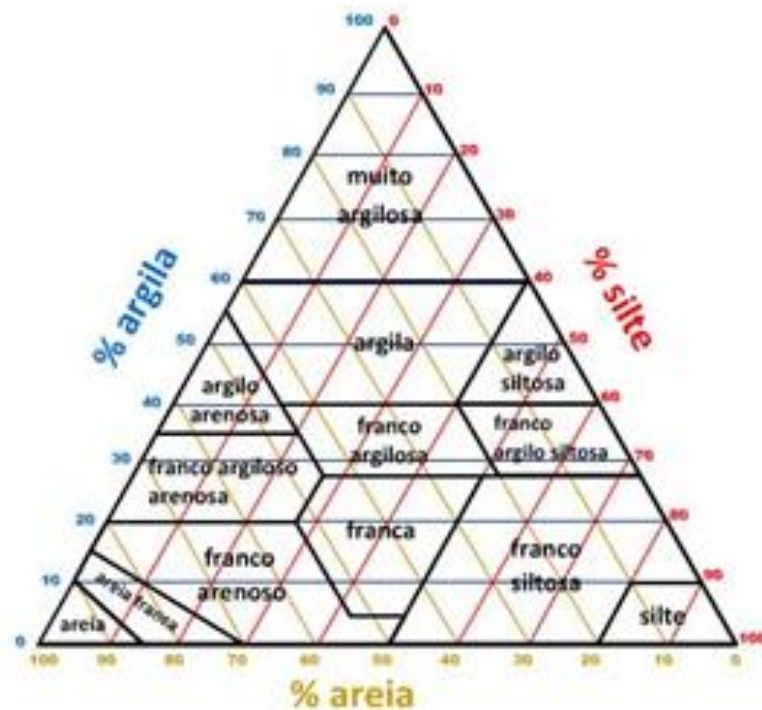


Figura 6 - Diagrama triangular utilizado para a classificação textural do solo.

Fonte: UFSM - <http://w3.ufsm.br/msrs/index.php/triangulo-textural-de-solos>.

3.2.2 Sistema de irrigação

A irrigação foi realizada com um sistema do tipo aspersão convencional. O Fator A (dose de irrigação), foi constituído de quatro diferentes lâminas de irrigação suplementar 0, 50, 75 e 100% de reposição da evapotranspiração da cultura (ETc), doses estas que foram corrigidas após a instalação do sistema.

A diferenciação das lâminas de irrigação foi possível devido sobreposição de diferentes diâmetros dos bocais dos aspersores. A sobreposição das lâminas aplicadas pelos bocais de maior diâmetro possibilitaram a maior lâmina (100 % da ETc); a sobreposição com bocais de maior com os de menor lâmina, a dose intermediária (75 % da ETc) e a sobreposição com bocais de menor diâmetro, a lâmina mais baixa (50 % da ETc), e o tratamento testemunha (0% da ETc), que não leva irrigação.

Após a instalação do equipamento de irrigação na área experimental foi realizado o teste do Coeficiente de Uniformidade de Christiansen (CUC) para verificação das referidas porcentagens. Na Figura 7 pode ser visualizada a área experimental no momento da realização do CUC.

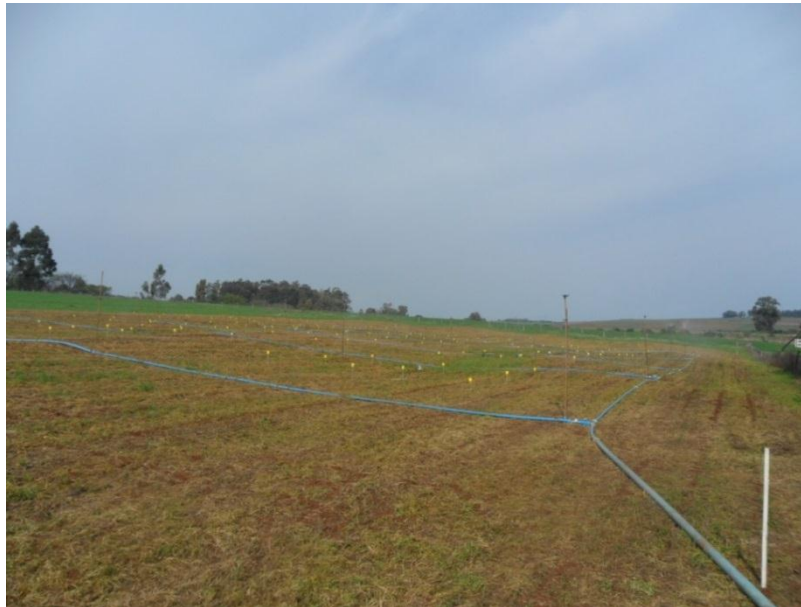


Figura 7 - Vista da área experimental no momento do teste do Coeficiente de Uniformidade de Christiansen (CUC).

3.2.3 Fator B - doses de adubação nitrogenada em cobertura

O fator B (doses de adubação nitrogenada) foi constituído de quatro diferentes doses de nitrogênio: 0, 50, 100 e 150% da recomendação da análise de solo, de acordo com Comissão de Química e Fertilidade do Solo (2004). Estes valores resultaram em doses de 0,

30, 60, 90 kg.ha⁻¹ respectivamente para os tratamentos. A primeira aplicação com ½ dose foi realizada 20 dias após a emergência (DAE) e o restante aos 35 DAE. Como pode ser visualizada na Figura 8, a aplicação das doses de nitrogênio (uréia), foi realizada manualmente. Para a realização da aplicação as sub parcelas foram demarcadas fisicamente.



Figura 8 - Aplicação das doses de adubação nitrogenada (20/09/2012 e 05/10/2012).

3.3 Condução do experimento

A instalação do experimento foi realizada no dia 23 de agosto de 2012, no qual foi realizada a dessecação da área experimental com o produto Roundup Ready (glifosato-sal de isopropilamina 648 g.l⁻¹) na dosagem de 3 l.ha⁻¹, e volume de calda de 200 l.ha⁻¹. Também foi realizada a semeadura do girassol, cultivar Olisun 3, com densidade de aproximadamente 70.000 plantas por hectare, e espaçamento entre linhas de 0,60 m. A profundidade de semeadura foi de 0,03 m. Para a realização desta foi utilizada uma semeadoura de três linhas, marca Semeato, modelo SAM 200, como pode ser visualizado na Figura 9.



Figura 9 - Semeadura do experimento (23/08/2012).

Após a emergência das plantas foi realizado um raleio manual para conduzir a população de plantas a 55.000 plantas por hectare, ou 3,3 plantas por metro linear. Como pode ser observado na Figura 10, foi colocada uma régua de 2 m para facilitar a contagem das plantas constituintes da população.



Figura 10 - Raleio de plantas (15/09/2012).

3.3.1 Tratos culturais

A emergência da cultura do girassol ocorreu no dia 31/08/2012 e durante o ciclo da cultura foi realizada uma capina manual para controle de plantas daninhas, duas aplicações de inseticida, e uma de fungicida.

A primeira aplicação de inseticida foi realizada no dia 13/09/2012, para o controle inicial de Lagarta Rosca (*Agrotis ipsilon*), com os produtos Match (Lufenuron 50 g.l⁻¹) e Curyon (Profenofós 500 g.l⁻¹ + Lufenuron 50 g.l⁻¹), nas dosagens de 250 ml.ha⁻¹ e 300 ml.ha⁻¹ respectivamente, e com volume de calda de 150 l.ha⁻¹.

A segunda aplicação de inseticida foi realizada no dia 9/11/2012, para o controle de Percevejo Verde (*Nezara viridula*) e Percevejo Marron (*Euschistus heros*), com os produtos Match (Lufenuron 50 g.l⁻¹) e Curyon (Profenofós 500 g.l⁻¹ + Lufenuron 50 g.l⁻¹), nas dosagens de 250 ml.ha⁻¹ e 300 ml.ha⁻¹ respectivamente, e com volume de calda de 150 l.ha⁻¹.

No dia 9/11/2012 foi realizada uma aplicação de fungicida para o controle de Mancha de Alternaria (*Alternaria helianthi*) e prevenção de doenças fungicas de final de ciclo. Na ocasião foi aplicado o Opera (Epoconazol 50 g.l⁻¹ + Piraclostrobina 133 g.l⁻¹) na dose de 500 ml.ha⁻¹ em um volume de calda de 200 l.ha⁻¹.

3.3.2 Determinações fenológicas

Durante o ciclo da cultura do girassol foram determinados os parâmetros: área foliar, altura de plantas, diâmetro de caule e massa seca. A data da emergência foi considerada quando 50% das plantas estavam com os cotilédones abertos acima da superfície do solo. As avaliações foram realizadas aos 19, 33, 47, 61, 75, e 89 DAE.

Foram marcadas quatro plantas por parcela com uma estaca branca junto ao solo, próximo a planta. Nestas foram determinados os parâmetros de área foliar (cm²), altura de plantas (cm) e diâmetro do caule (cm).

Para a determinação da área foliar foi utilizada a equação proposta por Maldaner et al. (2009):

$$AF = 1,7582.(L)^{1,7067} \quad [2.0]$$

onde AF é a área foliar de cada folha (cm²) e L é a largura máxima das folhas (cm)

Nesta metodologia desconsiderou-se folhas com comprimento menor que 4 cm, e as folhas com mais de 50 % de senescência. Para a determinação da largura foi utilizado uma régua graduada como pode ser visualizado na Figura 11.



Figura 11 - Determinação da largura (L) das folhas do girassol, para posterior cálculo da área foliar.

A altura da planta foi obtida através da distância vertical entre a superfície do solo e o ponto de inserção da última folha, ou quando a planta estava em estágio reprodutivo (com capítulo), até o centro do capítulo utilizando-se trena graduada (Figura 12).



Figura 12 - Determinação da altura de plantas.

Para a determinação do diâmetro do caule foi utilizado um paquímetro digital, e a posição da medida foi logo acima da inserção das folhas cotiledonares (Figura 13).



Figura 13 - Determinação do diâmetro do caule, com a utilização de paquímetro digital.

Para a determinação de matéria seca ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) em cada uma das datas já mencionadas e também no momento da colheita. Foram realizadas coletas de três plantas por unidade experimental totalizando 144 plantas por amostragem, as quais foram cortadas rente ao solo e acondicionadas em sacos especiais para secagem em estufa durante 72 horas a 65°C . As amostras foram retiradas e imediatamente determinada a massa seca, para que não ocorresse absorção de vapor de água do ar.

3.3.3 Componentes de rendimento

Para a obtenção dos componentes de rendimento após a maturação fisiológica foram coletadas 15 plantas por unidade experimental constituindo uma amostra, das quais foram retirados os capítulos e deles os aquênios (tarefa realizada manualmente). Após foram colocados em uma máquina sopradora, a qual fez a retirada da impureza dos aquênios. Da amostra de aquênios foi determinada a umidade (%), a massa de mil aquênios (g) e massa da amostra (g).

Uma vez conhecidos os componentes da produção de grãos, esta foi estimada pelo produto dos seus componentes e o fator de correção da produção de grãos secos para produção de grãos com 13% de umidade (umidade padrão ou de referência) expressa por:

$$Pg = \frac{\left(\frac{\text{número de plantas}}{\text{hectare}} \cdot \frac{\text{massa de aquênios}}{\text{planta}} \right)}{U(\%)} \cdot 13 \quad [3.0]$$

onde, Pg ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) é a produtividade de aquênios, o número de plantas por hectare é igual a 55.000, massa de aquênios por planta (Kg), U (%) é a umidade dos aquênios no momento da pesagem e 13 é a umidade de referência.

A amostra constituída pelos 15 capítulos foi submetida à determinação da massa de mil aquênios. Para esta determinação foram contados 100 aquênios, em número de 3 repetições por parcela e determinada a massa em balança de precisão Os valores obtidos foram multiplicados por 10 para a obtenção da massa de mil aquênios.

3.4 Análise estatística dos resultados

Os resultados foram submetidos à análise estatística pelo programa SISVAR (FERREIRA, 1998). Para os parâmetros de crescimento: área foliar, altura de planta, diâmetro de caule e massa seca, foi realizada a análise da variância dos dados e as médias dos fatores foram comparadas pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade de erro. Para os componentes de rendimento massa de 1000 aquênios e produtividade foi realizada a análise de variância dos dados através do teste F e as médias dos fatores foram submetidas à análise de regressão linear, quadrática, cúbica e da interação entre os fatores. Os dados que não cumpriram as pressuposições de normalidade e homogeneidade das variâncias, foram transformados pelas equações $y_t = \sqrt{y}$, ou $y_t = \log y$ com o propósito de normalizar a sua distribuição.

Para a elaboração dos gráficos foi utilizado o programa SIGMAPLOT (2008).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Este capítulo é dividido em resultados referentes às características físicas e químicas de solo, precipitação, irrigação, parâmetros de desenvolvimento, componentes de rendimento e considerações gerais da interação entre os elementos de clima, solo e planta sobre a produção final da cultura do girassol.

4.1 Características físicas do solo

Os resultados referentes às análises físicas do solo são apresentados nas Tabelas 3, 4 e 5.

Como pode ser observado na Tabela 3, e com a utilização da Figura 6 referente ao triângulo textural, o solo da área experimental é “franco arenoso” na superfície, passando gradativamente a “franco argilo arenoso” na profundidade de 75 cm. Segundo Streck et al. (2008), solos com teores de areia mais elevados, como é o caso, possuem alta suscetibilidade à erosão pelo impacto das chuvas e escoamento superficial de água, principalmente quando ocorre preparo do solo. Tal característica justifica a utilização do plantio direto na palha.

Tabela 3 - Granulometria do solo da área experimental, valores médios de três repetições.

Profundidade (cm)	Granulometria (%)			
	Areia grossa (2 - 0,2mm)	Areia fina (0,2 - 0,05mm)	Silte (0,05 - 0,002mm)	Argila (< 0,002mm)
0-5	22,76	46,85	12,51	17,88
5-15	23,06	45,97	11,72	19,24
15-30	20,92	42,98	12,73	23,37
30-45	15,80	44,22	12,10	27,89
45-60	14,11	42,74	12,29	30,86
60-75	14,42	41,78	11,66	32,14

A densidade do solo pode ser definida como sendo a relação existente entre a massa de uma amostra de solo seca a 105° C e o volume da amostra. Segundo UFSM (2010), a densidade do solo geralmente aumenta com a profundidade, variando nos solos minerais de 1,1 a 1,8 g.cm⁻³, e em condições de lavoura os valores da densidade do solo são alterados pelas condições de manejo impostas ao solo, sendo este pelo tráfego de máquinas, ou pisoteio animal podendo causar a compactação do solo. Na Tabela 4 são encontrados os valores de densidade do solo e de partícula.

Tabela 4 - Densidade do solo e de partícula da área experimental, valores médios de três repetições.

Profundidade (cm)	Densidade (g.cm ⁻³)	
	Solo	Partícula
0 - 5	1,77	2,60
5 - 15	1,69	2,58
15 - 30	1,67	2,62
30 - 45	1,64	2,58
45 - 60	1,66	2,60
60 - 75	1,66	2,65

Como pode ser visualizado na Tabela 4, na camada de 0 - 5 cm de profundidade a densidade de 1,77 g.cm⁻³, enquanto que as camadas mais profundas possuem valores menores, o que indica uma compactação na camada superior possivelmente realizada pelo pisoteio dos animais, que eram criados na área anteriormente à instalação da área experimental.

Reinert et al. (2008), em experimento na cidade de Santa Maria - RS, situada na região fisiográfica da Depressão Central, com solo “Argissolo Vermelho distrófico típico”, testando a influência da compactação do solo em diferentes plantas de cobertura, diz que em densidades do solo entre 1,75 e 1,85 g.cm⁻³, ocorrem restrição das raízes com deformações na morfologia em grau médio e, acima de 1,85 g.cm⁻³, as deformações são significativas, com grande engrossamento, desvios no crescimento vertical e concentração na camada mais superficial.

A densidade de partículas do solo refere-se ao volume de sólidos de uma amostra sem considerar a porosidade, encontrou-se no solo da área experimental valor médio de 2,60 g.cm³. Segundo UFSM (2010), a densidade de partículas é a relação entre a massa de uma

amostra de solo e o volume ocupado pelas suas partículas sólidas, e é uma característica específica do solo e varia de acordo com sua composição, não sendo possível ser alterada pelo manejo do solo. Nos solos os valores da densidade de partícula variam entre os valores de 2,3 a 3,0 g.cm⁻³, sendo o valor médio próximo a 2,65 g.cm⁻³.

Na Tabela 5 são encontrados os dados de umidade volumétrica para os diferentes potenciais de água no solo.

Tabela 5 - Características físicas do solo da área experimental, valores médios de três repetições.

Profundidade (cm)	Umidade Volumétrica (cm ³ .cm ⁻³)							
	SATURAÇÃO	1 (-kpa)	6 (-kpa)	10 (-kpa)	33 (-kpa)	100 (-kpa)	500 (-kpa)	1500 (-kpa)
0-5	0,367	0,348	0,267	0,240	0,182	0,164	0,120	0,075
5-15	0,371	0,356	0,265	0,242	0,201	0,182	0,135	0,076
15-30	0,362	0,380	0,274	0,252	0,213	0,189	0,163	0,116
30-45	0,390	0,362	0,299	0,277	0,248	0,226	0,144	0,107
45-60	0,394	0,372	0,325	0,308	0,283	0,261	0,174	0,113
60-75	0,383	0,361	0,320	0,308	0,285	0,261	0,138	0,111

A umidade do solo na capacidade de campo (CC) corresponde à capacidade máxima de retenção da água no solo, ou seja, é o limite superior de água que um solo pode reter. Relaciona-se a um potencial de água no solo de -33 kpa, obtida através da câmara de pressão de Richards (BERNARDO, 2005). Já a umidade no ponto de murcha permanente (PMP) corresponde à umidade do solo em que a planta não pode mais retirar água, causando a quebra na turgidez das células, e conseqüentemente a morte da planta, corresponde a um potencial de água no solo de -1500 kpa.

Na Tabela 6 são encontrados os dados para cálculo da capacidade de água disponível no solo às plantas (CAD).

Tabela 6 - Dados para cálculo da capacidade de água disponível às plantas.

Profundidade (cm)	Densidade do Solo (g.cm⁻³)	Capacidade de Campo 33 (-kpa)	Ponto de Murcha Permanente 1500 (-kpa)	Capacidade de Água Disponível (mm)
0 5	1,77	0,18	0,08	9,48
5 15	1,69	0,19	0,08	20,03
15 30	1,67	0,21	0,12	22,71
30 45	1,64	0,20	0,11	23,15
45 60	1,66	0,21	0,11	23,98
60 75	1,66	0,21	0,11	23,70
Total				123,07

Na Tabela 5 pode-se visualizar a CAD em cada uma das profundidades avaliadas. O Somatório destas CAD's em diferentes profundidades até a profundidade de 75 cm é de 123,07 mm. Na medida em que o solo sofre redução no seu conteúdo de água, a retenção torna-se mais expressiva conforme pode ser visto na Tabela 5. Esta energia de retenção segue o modelo exponencial. Por este motivo devem ser considerados valores de CAD até 55%, conforme o fator de depleção para a cultura do girassol proposto por Allen et al. (1998), obtendo-se 55,40 mm de água para serem manejados no solo para a cultura.

A velocidade de infiltração básica (VIB) de água no solo determinada com a utilização dos anéis concêntricos é de 19,09 mm.h⁻¹. Segundo a classificação proposta por Bernardo S. (2005), a VIB do solo da área experimental "alta" (VIB de 15 a 30 mm.h⁻¹). O valor de VIB serve como base para a projeção do sistema de irrigação. Ainda segundo o autor a VIB está em acordo com a classe textural do solo, que é franco argilo arenoso, devendo estar entre 5 e 20 mm.h⁻¹.

4.2 Características químicas do solo

Os resultados obtidos com a análise química do solo podem ser visualizados na Tabela 7. Foi realizada a interpretação, a qual leva em consideração as recomendações da Comissão de Química e Fertilidade do Solo (2004) para adubação em um sistema de plantio direto consolidado. O solo enquadra-se na classe textural "4", com teores de saturação por alumínio

“muito baixo”, de matéria orgânica e saturação por bases “baixos”, de pH e CTC pH 7,0 “médios”, e “muito altos” de fósforo, e potássio.

Tabela 7 - Características químicas do solo da área experimental, valores médios de três repetições dos componentes: argila, pH em água, matéria orgânica (MO) , CTC a pH 7,0, potássio (K), fosforo (P), Saturação por bases e saturação por alumínio.

Profundidade	% Argila	pH água	MO %	CTC pH7 cmol.dm ³	K P		Saturação (%)	
					mg.dm ³	mg.dm ³	Bases	Aluminio
0 – 10	18	5,5	1,6	5,5	200	48	54,8	0

4.3 Precipitação

A precipitação, observada na estação meteorológica, acumulada durante o período de 125 dias do ciclo da cultura foi de 995,90 milímetros (mm), essa quantidade é suficiente para a grande maioria das culturas agrícolas, pois segundo Bernardo (2005) o consumo hídrico varia com as culturas de 250 mm até 1.200 mm, sendo para as verduras em geral de 250 a 500 mm; para o milho e soja de 400 a 800 mm; para o sorgo, tomate, feijão e fumo de 300 a 600 mm; chegando até 1.200 mm para as culturas do arroz, café, cana-de-açúcar e citros. Castro e Farias (2005), indicam que a necessidade hídrica total da cultura do girassol varia de 400 a 500 mm de água. Durante a condução do experimento existiram 3 períodos de estiagem, os quais foram do 21° ao 29°, do 62° ao 75° e do 86° ao 95° DAE.

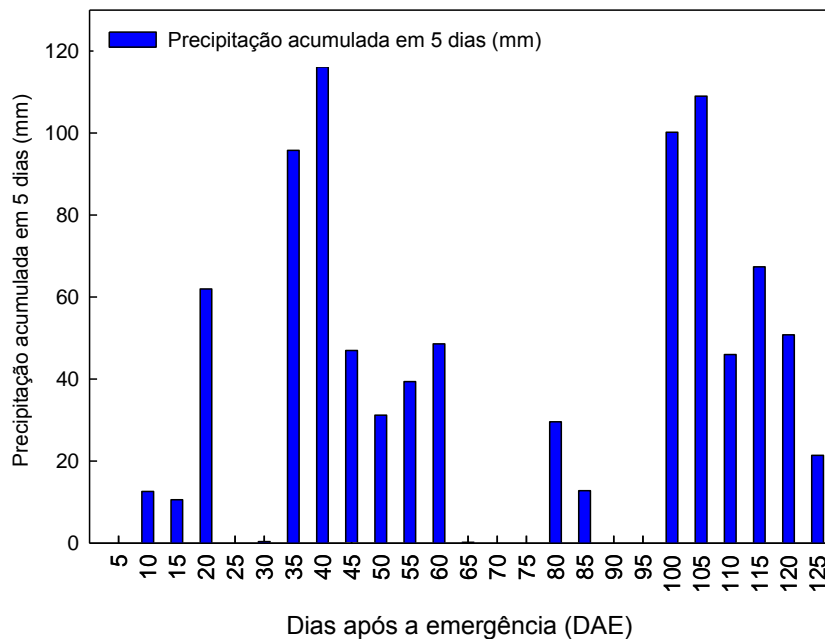


Figura 14 - Precipitação acumulada em 5 dias (mm), nos dias após a emergência (DAE) da cultura do girassol.

Próximo da região de estudos no município de Jaguari RS, Soares (2010) com experimento testando diferentes lâminas de irrigação na cultura do milho durante a safra agrícola de 2006/2007, obteve durante o ciclo da cultura uma precipitação de 430 mm, necessitando de 171,3 mm de irrigação para suprir evapotranspiração de referência. Também próximo da região de estudos em Santiago, RS, Parizi (2008) testando diferentes lâminas de irrigação nas culturas do milho, e do feijão, no ano agrícola de 2006/2007, obteve precipitação de 479 mm, necessitando de 64 mm para suprir 100 % da evapotranspiração de referência.

Esses resultados mostram que a precipitação da região, mesmo que em quantidades suficientes para as culturas agrícolas, pode necessitar de suplementação de água, via irrigação. Observa-se ainda que as precipitações acumuladas obtidas pelos autores são inferiores as encontradas, mostrando que o estudo foi realizado em um ano chuvoso, podendo não haver influencia das lâminas de irrigação.

4.4 Irrigação

Como nem toda a precipitação é efetivamente infiltrada no solo foi utilizada a metodologia proposta por Millar (1978) a qual prevê que para um solo franco arenoso cultivado, com declividade entre 5 e 10 %, tem-se um escoamento superficial de 60%, ou seja apenas 40% da água precipitada infiltra no solo e fica disponível para a planta.

Durante o ciclo da do girassol, a precipitação efetiva foi de 398,36 mm, quantidade de água esta quase suficiente para o desenvolvimento da cultura. Segundo Unger (1990) e também Castro e Farias (2005) a necessidade hídrica total da cultura varia de 400 a 500 mm de água. A distribuição das precipitações ao longo do ciclo da cultura foi desuniforme, bem como a quantidade de água efetivamente infiltrada foi insuficiente para suprir a demanda da planta.

Como nem toda a água que precipita fica disponível às plantas em razão da distribuição irregular, ocorreram dois períodos de escassez que podem causar quebras de safra e/ou diminuir a produtividade das lavouras, justificando-se a prática da irrigação suplementar.

As irrigações foram realizadas com base na evapotranspiração da cultura, com tempo de retorno fixo de cinco dias. Com a realização do Coeficiente de Uniformidade de Christiansen (CUC), foram determinadas as lâminas de irrigação oriundas da sobreposição da lâmina de água dos diferentes bocais dos aspersores. As lâminas obtidas foram para o tratamento de 100% da ETc de 38,73 mm.h⁻¹, para o tratamento de 75 % da ETc, de 31,53 mm.h⁻¹ e para o tratamento de 50 % da ETc de 21,11 mm.h⁻¹.

O funcionamento do sistema de irrigação foi baseado no tempo necessário para que a lâmina de 100% da ETc completasse a quantidade de água evapotranspirada durante o período de 5 dias antecedentes, ou seja o tempo de funcionamento do sistema de irrigação é referente ao cálculo realizado para a lâmina de 100% da ETc, quanto aos outros tratamentos, estes receberam irrigação durante o mesmo tempo, mas com suas respectivas lâminas.

Na Figura 15 pode ser observado a precipitação efetiva acumulada para 5 dias em milímetros, e as lâminas de irrigação para o período também em milímetros nos dias após a emergência (DAE) da cultura do girassol.

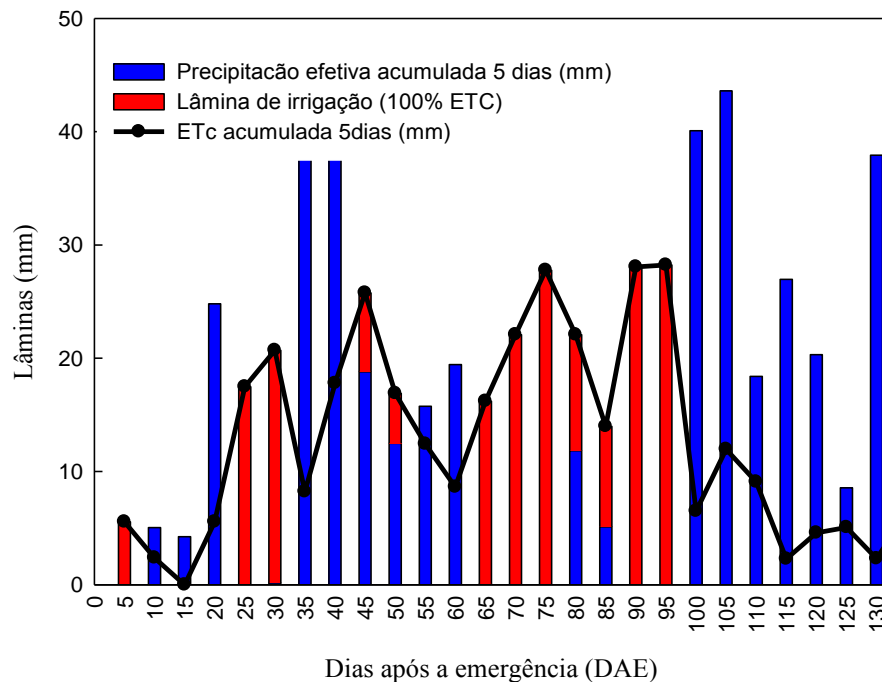


Figura 15 - Precipitação efetiva acumulada em 5 dias (mm), e lâminas de irrigação (mm) nos dias após a emergência (DAE) da cultura do girassol.

Os períodos em que houve necessidade de aplicação de irrigação foram do 25º ao 30º DAE, e de 65º ao 95º DAE. Estes períodos correspondem ao período vegetativo, e do florescimento até o início do enchimento de grãos respectivamente. Por este motivo necessitou-se de 196,3 mm para completar os 100% da evapotranspiração da cultura. O resultado deste experimento corrobora com a literatura que justifica o uso de irrigação para o estado do Rio Grande do Sul, de forma complementar, isto é, como suplementação da chuva do período.

O consumo hídrico da cultura variou conforme as lâminas de irrigação determinadas pelos tratamentos, as quais podem ser observadas na Tabela 8. A maior lâmina foi de 556,8 mm para o tratamento de 100 % da ETc, enquanto que para o tratamento sem irrigação ou 0 % da ETc foi de 360,4 mm, referente à precipitação efetiva. A ETc total da cultura foi de 332,8 mm, valor este inferior ao somatório das precipitações efetivas, porém esta precipitação foi mal distribuída, justificando-se a aplicação de lâminas de irrigação .

Tabela 8 - Lâminas de irrigação e precipitação acumuladas, conforme os diferentes tratamentos.

Lâmina de Irrigação (%)	Precipitação efetiva (mm)	Lâmina de irrigação suplementar (mm)	Precipitação +Lâmina de Irrigação (mm)
0	360,4	0,0	360,4
50	360,4	106,8	467,3
75	360,4	159,8	520,3
100	360,4	196,3	556,8

4.5 Parâmetros de crescimento e desenvolvimento

Os indicadores de crescimento de planta (área foliar, altura de planta, diâmetro de caule e massa seca) avaliados no experimento são descritos e discutidos a seguir.

4.5.1 Área foliar

O valores de área foliar ($m^2.m^{-2}$) apresentados são resultantes da média das quatro plantas avaliadas de cada parcela. Não houve interação significativa entre os tratamentos para nenhuma das datas de avaliação efetuadas, como pode ser visualizado nos Apêndices 2, 3, 4, 5, 6 e 7. Na Tabela 9 são apresentados os resultados das diferentes lâminas de irrigação para cada dia em que foram avaliados.

Tabela 9 - Valores de área foliar ($m^2.m^{-2}$) em função das lâminas de irrigação, valor médio e coeficiente de variação (%) ao longo do ciclo do girassol.

Lâmina de irrigação (% ETc)	Dias após a emergência (DAE)					
	19	33	47	61	75	89
0	0,072 a*	0,296 a	0,683 a	1,478 a	1,516 a	1,022 a
50	0,069 a	0,224 a	0,678 a	1,179 a	1,232 a	0,941 a
75	0,089 a	0,283 a	0,865 a	1,493 a	1,584 a	1,211 a
100	0,069 a	0,242 a	0,836 a	1,308 a	1,599 a	1,123 a
Média	0,075	0,261	0,765	1,365	1,483	1,074
CV %	15,08	22,56	19,20	15,01	15,13	16,27

*letras minúsculas comparam médias em cada DAE pelo teste de Tukey com 5% de probabilidade de erro; CV coeficiente de variação.

Como pode ser observado, a variação provocada pelas lâminas de irrigação, não influenciou significativamente na área foliar em nenhum dos DAE avaliados. O IAF máximo encontrado foi de 1,599 ($m^2.m^{-2}$) aos 75 DAE e no tratamento de 100% da ETc, resultados que podem ser explicados pela precipitação excessiva durante o período de desenvolvimento da cultura.

Os resultados corroboram com os encontrados por Toureiro et al. (2007), que trabalhando com três diferentes limites inferiores de água no solo (limite ótimo, 10% e 30% do ótimo) para determinar o momento da irrigação do girassol, não encontrou diferença significativa entre os tratamentos, com IAF máximo de aproximadamente 1,20 aos 93 dias após a semeadura (DAS).

Maldaner et al. (2009) avaliando experimentos com e sem irrigação, e ainda, com diferentes manejos de fungicida, na Universidade Federal de Santa Maria - UFSM, em Santa Maria, RS, na safrinha, período em que encontrou excesso hídrico, obteve IAF máximo para o genótipo “Hélio 358” de 2,62 aos 42 DAE e para o genótipo “Aguará 03” 3,97 aos 54 DAE, enquanto no experimento de safra o IAF máximo foi de 3,46 aos 63 DAE para o genótipo Hélio 358 e 4,25 aos 69 DAE para o genótipo Aguará 03.

Filho et al. (2013), em experimento com condições controladas em casa de vegetação, testando diferentes níveis de água disponível no solo (55, 70, 85 e 100%), e doses de adubação nitrogenada em cobertura (0, 60, 80 e 100 $kg.ha^{-1}$), na safra agrícola 2009/2010, em Campina Grande, PB, encontrou maior IAF, para os tratamentos de 85 e 100% de água disponível no solo.

Na Tabela 10 são encontrados os resultados de área foliar ($m^2.m^{-2}$), resultantes das diferentes doses de adubação nitrogenada em cobertura.

Tabela 10 - Valores de área foliar ($m^2.m^{-2}$) em função das doses de adubação nitrogenada em cobertura, valor médio e coeficiente de variação (%) ao longo do ciclo do girassol.

Dose de adubação Nitrogenada (%ROLAS)	Dias após a emergência (DAE)					
	19	33	47	61	75	89
0	0,075 a*	0,223 a	0,549 b	0,879 c	1,042 b	0,871 a
50	0,069 a	0,229 a	0,718 ab	1,228 bc	1,286 b	0,955 a
100	0,083 a	0,278 a	0,945 a	1,616 ab	1,800 a	1,193 a
150	0,072 a	0,313 a	0,850 a	1,735 a	1,803 a	1,278 a
Média	0,075	0,261	0,765	1,365	1,483	1,074
CV %	12,80	15,90	13,59	13,78	14,98	16,12

*letras minúsculas comparam médias em cada DAE pelo teste de Tukey com 5% de probabilidade de erro; CV coeficiente de variação.

Como pode ser observado houve diferença significativa no índice de área foliar a partir do 47 DAE, destacando o tratamento 100 % ROLAS com $0,945 m^2.m^{-2}$. Não são diferentes significativamente os tratamentos de 150% e 50 %.

No 61 DAE, o melhor tratamento foi 150% com IAF de 1,735, e não é diferente significativamente o tratamento de 100%. O tratamento de 0% da ROLAS apresentou IAF de 0,879, sendo o pior tratamento e apenas é igual significativamente do tratamento de 50%.

No 75 DAE o tratamento que se destaca ainda é o 150%, e o tratamento 100% é igual a ele significativamente.

No 89 DAE nota-se que o IAF já está diminuindo, e houve uma recuperação dos tratamentos com menor quantidade de nitrogênio aplicado, uma vez que novamente todos os tratamentos são iguais significativamente.

Em conformidade com os resultados, Mundstock e Zagonel (1994) testando doses e épocas de aplicação de nitrogênio em dois diferentes genótipos, constataram que o girassol responde a maior disponibilidade de nitrogênio no solo, aumentando a área foliar, e que este crescimento varia para cada genótipo. Estes autores obtiveram uma maior eficiência do Nitrogênio quando aplicado no estágio de quatro folhas, diminuindo gradativamente com o atraso no fornecimento.

Bruginski e Pissaia (2002), em experimento na região dos Campos Gerais do Paraná, no ano agrícola 1998/1999, avaliando as doses de nitrogênio em cobertura (25, 50, 75, 100 e $125 kg.ha^{-1}$), não encontrou diferença significativa em relação ao índice de área foliar com resultados muito altos variando de 14,1 a $16,9 m^2.m^{-2}$, e atribui o fato a alta fertilidade do solo.

Segundo Barni et al. (1995), a deficiência por minerais das plantas de girassol reduz o rendimento produtivo devido a redução da área foliar e, conseqüentemente, a redução da taxa de fotossíntese.

4.5.2 Altura de planta

Os valores de altura de planta (AP) em cm apresentados são resultantes da média das quatro plantas avaliadas de cada parcela. Não houve interação significativa entre os tratamentos para nenhuma das datas de avaliação efetuadas, como pode ser visualizado nos Apêndices 8, 9, 10, 11, 12 e 13. Na Tabela 11 são apresentados os resultados das diferentes lâminas de irrigação para cada dia em que foram avaliados.

Tabela 11 - Valores de altura de planta (cm) em função das lâminas de irrigação, valor médio e coeficiente de variação (%) ao longo do ciclo do girassol.

Lâmina de Irrigação	Dias após a emergência (DAE)					
	19	33	47	61	75	89
0	8,743 a *	19,440 a	46,229 a	97,167 a	135,521 a	142,783 a
50	8,461 a	20,324 a	47,462 a	81,489 a	129,657 a	146,708 a
75	8,881 a	21,576 a	49,252 a	89,501 a	134,594 a	148,240 a
100	8,412 a	19,617 a	45,167 a	80,573 a	135,948 a	152,834 a
Média	8,624	20,239	47,029	87,182	133,930	147,641
CV %	6,29	7,33	10,64	10,25	11,12	7,09

*letras minúsculas comparam médias em cada DAE pelo teste de Tukey com 5% de probabilidade de erro; CV coeficiente de variação.

Como pode ser observado, na Tabela 11, as diferentes lâminas de irrigação não influenciaram significativamente na altura de plantas em nenhum dos DAE avaliados. Resultados estes que podem ser atribuídos ao excesso hídrico causado pela precipitação excessiva durante o período de desenvolvimento da cultura.

Os resultados corroboram com os encontrados por Toureiro et al. (2007), que trabalhando com três diferentes limites inferiores de água no solo (limite ótimo, 10% e 30% do ótimo) para determinar o momento da irrigação, não encontrou diferença significativa

entre os tratamentos, com AP máxima de aproximadamente 110 centímetros aos 93 dias após a semeadura (DAS), alturas estas inferiores às encontradas neste trabalho, que alcançaram a 147 cm em média, aos 89 DAE.

Viana et al. (2012) em experimento com a cultivar girassol “Catissol 01” realizado no Vale Baixo do Jaguaribe, CE, na safra agrícola de 2010/2011, testando diferentes lâminas de irrigação (25, 50, 75, 100 e 125 da evaporação do tanque classe “A” - ECA), e diferentes tipos de cobertura de solo, encontraram diferença significativa para altura de plantas aos 87 DAS em relação à lâmina de água aplicada, com altura máxima de 107,82 cm na lâmina equivalente a 125% da ECA, ou 807,1mm.

Na Tabela 12 são encontrados os resultados de altura de planta (cm), os quais são resultantes das diferentes doses de adubação nitrogenada em cobertura.

Tabela 12 - Valores de altura de planta (cm) em função das doses de adubação nitrogenada em cobertura, valor médio e coeficiente de variação (%) ao longo do ciclo do girassol.

Dose de adubação Nitrogenada	Dias após a emergência (DAE)					
	19	33	47	61	75	89
0	8,677 a *	19,897 a	42,751 b	70,876 b	111,897 b	134,886 b
50	8,987 a	18,626 a	42,970 b	80,916 ab	124,761 b	137,918 b
100	8,960 a	21,107 a	51,001 a	97,635 a	152,500 a	158,855 a
150	8,873 a	21,327 a	51,396 a	99,303 a	146,563 a	158,908 a
Média	8,624	20,239	47,029	87,182	133,930	147,641
CV %	7,30	7,54	7,26	9,40	7,12	5,45

*letras minúsculas comparam médias em cada DAE pelo teste de Tukey com 5% de probabilidade de erro; CV coeficiente de variação.

Como pode ser observado na Tabela 12, a variável altura de planta foi influenciada pelas doses de adubação nitrogenada a partir do 47 DAE. Nos 47, 75, e 89 DAE os tratamentos que foram superiores são 150 e 100%, e não diferem entre si. No 61 DAE o tratamento 150% foi superior, mas não são diferentes dele os tratamentos 100% e 50%.

Os resultados encontrados corroboram com os obtidos por Biscaro et al. (2008), em experimento com doses de adubação nitrogenada em cobertura na cultura do girassol, na região de Cassilândia MS, na safra de 2005, com a cultivar “H 358” onde observou que houve uma resposta quadrática em função da aplicação de nitrogênio para a altura de planta aos 30

DAE, onde obteve 40,6 cm com dose máxima estimada de 69 kg ha⁻¹ de N. Já aos 45 DAE, obteve altura de 114,7 cm para a quantidade de 72,9 kg ha⁻¹ de N.

Essa diferença significativa contrapõe os resultados encontrados por Freitas et al. (2012), em Aquiraz, CE, que testando dois diferentes tipos de água (oriunda de poço artesiano e de esgoto doméstico), cinco lâminas de irrigação (25, 50, 75, 100 e 125% da evaporação do tanque classe A - ECA), e quatro doses de adubação nitrogenada em cobertura (25, 50, 75 e 100 kg.ha⁻¹), não encontrou diferença significativa para a variável altura de planta, em relação às doses de adubação nitrogenada.

4.5.3 Diâmetro de caule

O valores de diâmetro de caule (DC) em mm, apresentados são resultantes da média das quatro plantas avaliadas de cada parcela. Não houve interação significativa entre os tratamentos para nenhuma das datas de avaliação efetuadas, como pode ser visualizado nos Apêndices 14, 15, 16, 17, 18 e 19. Na Tabela 13 são apresentados os resultados das diferentes lâminas de irrigação para cada dia em que foram avaliados.

Tabela 13 - Valores de diâmetro de caule (mm) em função das lâminas de irrigação, valor médio e coeficiente de variação (%) ao longo do ciclo do girassol.

Lâmina de Irrigação	Dias após a emergência (DAE)					
	19	33	47	61	75	89
0	4,712 a b *	7,340 ab	14,159 a	18,127 a	18,870 a	18,319 a
50	4,547 b	6,282 b	12,939 a	16,196 a	17,760 a	18,180 a
75	5,320 ab	8,289 a	13,441 a	18,258 a	19,443 a	19,250 a
100	4,392 b	7,452 ab	15,031 a	17,018 a	19,819 a	18,623 a
Média	4,743	7,340	13,893	17,400	18,973	18,593
CV %	5,11	7,80	17,42	6,48	6,71	4,90

*letras minúsculas comparam médias em cada DAE pelo teste de Tukey com 5% de probabilidade de erro; CV coeficiente de variação.

Houve diferença significativa de DC para os dias 19 e 33 DAE, porém acredita-se que não correspondem a interferência causada pelos tratamentos, devido a posterior inexistência desta diferença, que ocorre no 47 DAE.

Os resultados são diferentes dos encontrados por Viana et al. (2012) que obteve diferença significativa em relação à lâmina de água aplicada para diâmetro de caule, como maior DC 13,23 mm para a lâmina de 125 % da ECA, equivalente a uma lâmina de 807,1 mm.

Tabela 14 - Valores de diâmetro de caule (mm) em função das doses de adubação nitrogenada em cobertura, valor médio e coeficiente de variação (%) ao longo do ciclo do girassol.

Dose de adubação Nitrogenada	Dias após a emergência (DAE)					
	19	33	47	61	75	89
0	4,815 a*	6,923 a	13,462 a	15,225 b	16,543 b	16,563 b
50	4,643 a	6,914 a	12,451 a	16,083 b	17,670 b	17,325 b
100	4,859 a	7,763 a	14,823 a	18,807 a	21,229 a	20,259 a
150	4,653 a	7,762 a	14,834 a	19,485 a	20,450 a	20,225 a
Média	4,743	7,340	13,893	17,400	18,973	18,593
CV %	3,39	6,80	12,06	6,74	6,38	6,82

*letras minúsculas comparam médias em cada DAE pelo teste de Tukey com 5% de probabilidade de erro; CV coeficiente de variação.

Na Tabela 14 a variável diâmetro de caule DC (mm) a partir do 61 DAE os tratamentos 150 e 100 % da ROLAS são diferentes a nível de 5 % de probabilidade de erro dos tratamentos 0 % e 50 %, e iguais entre si.

Os resultados corroboram com os encontrados por Filho et al. (2013), que obteve, na dose de 100 kg.ha⁻¹ de nitrogênio em cobertura, os maiores diâmetros de caule em todas as datas de avaliação

Essa diferença significativa contrapõe os resultado encontrados por Freitas et al. (2012), que testando quatro doses de adubação nitrogenada em cobertura (25, 50, 75 e 100 kg.ha⁻¹), não obteve diferença significativa entre os tratamentos.

4.5.4 Massa seca

Os valores de massa seca (MS) em $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, apresentados são resultantes da média das três plantas avaliadas de cada parcela. Não houve interação significativa entre os tratamentos para nenhuma das datas de avaliação efetuadas, como pode ser visualizado nos Apêndices 20, 21, 22, 23, 24, 25 e 26. Na Tabela 15 são apresentados os resultados das diferentes lâminas de irrigação para cada dia em que foram avaliados.

Tabela 15 - Valores de massa seca ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) em função das lâminas de irrigação, valor médio e coeficiente de variação (%) ao longo do ciclo do girassol.

Lâmina de Irrigação	Dias após a emergência (DAE)						
	19	33	47	61	75	89	120
0	146,67 a*	518,58 a	2172,50 a	2953,89 a	3735,27 a	4516,66 a	5206,39 a
50	146,67 a	471,35 a	1517,08 a	2057,00 a	2596,92 a	3136,38 a	5210,76 a
75	132,92 a	487,12 a	2252,71 a	2458,20 a	2663,68 a	2869,17 a	5379,90 a
100	139,79 a	501,17 a	1336,04 a	2009,42 a	2682,80 a	3356,18 a	4834,29 a
Média	141,51	494,55	1819,58	2369,63	2919,67	3469,71	5157,84
CV %	2,66	11,53	11,96	8,90	7,45	6,71	2,93

*letras minúsculas comparam médias em cada DAE pelo teste de Tukey com 5% de probabilidade de erro; CV coeficiente de variação.

Como pode ser observado as diferentes lâminas de irrigação não influenciaram significativamente na produção de MS em nenhum dos DAE avaliados.

Os resultados corroboram com os encontrados por Toureiro et al. (2007), que não encontrou diferença significativa para a variável MS no momento da colheita, encontrando valor máximo de $4431,7 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, no tratamento que maneja a irrigação da capacidade de campo até o limite inferior ótimo de água no solo.

Os resultados contradizem os obtidos por Gomes et al. (2011) que no Noroeste do Paraná no ano de 2008, testando diferentes lâminas de irrigação suplementar, as quais baseiam-se em diferentes valores de ETc calculados por diferentes coeficientes de cultura (Kc) e com valores de 50, 100, 150 e 200% destas lâminas, obtiveram diferença significativa na produção de massa seca, sendo o tratamento com maiores valores de Kc, e consequentemente com maiores lâminas, o que obteve melhores resultados.

O efeito da adubação nitrogenada em cobertura na acumulação de massa seca, para da um dos DAE avaliados, encontra-se na Tabela 16.

Tabela 16 - Valores de massa seca ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) em função das doses de adubação nitrogenada em cobertura, valor médio e coeficiente de variação (%) ao longo do ciclo do girassol.

Dose de adubação	Dias após a emergência (DAE)							
	19	33	47	61	75	89	120	
0	139,7 a*	445,2 a	1175,6 a	1697,6 b	2219,6 b	2741,6 b	3941,7 c	
50	137,5 a	509,7 a	1700,4 a	2085,4 ab	2470,4 b	2855,4 ab	4730,2 bc	
100	155,8 a	566,0 a	1787,5 a	2467,7 ab	3148,0 ab	3828,2 ab	5675,7 ab	
150	132,9 a	457,1 a	2614,7 a	3227,7 a	3840,6 a	4453,5 a	6283,6 a	
Média	141,5	494,5	1819,5	2369,6	2919,6	3469,7	5157,8	
CV %	3,56	6,51	7,84	4,97	4,52	5,18	2,87	

*letras minúsculas comparam médias em cada DAE pelo teste de Tukey com 5% de probabilidade de erro; CV coeficiente de variação.

Na Tabela 16 observa-se que a partir do 61 DAE as doses de nitrogênio aplicadas influenciam na produção de MS do girassol. O melhor tratamento a partir do 61 DAE é o 150% , e este se mantém até a colheita 120 DAE, mas não é diferente dele o tratamento de 100% da dose de adubação nitrogenada.

Santos et al. (2002), em experimentos nos anos de 2005, 2006 e 2008, em Alagoinha - PB, testando cultivares de ciclo diferente (precoce e tardio) e diferentes doses de nitrogênio (0, 30, 60 e 90 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$), dizem que o efeito do nitrogênio é dependente da precipitação pluvial durante os diferentes estádios fenológicos da cultura, encontrando resultados significativos nos anos chuvosos e não significativos nos períodos com deficiência hídrica para a variável massa seca, com produções de MS variando de 900 a 3000 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ aproximadamente.

4.6 Massa de 1000 aquênios

Para a variável massa de 1000 aquênios (g) não houve interação significativa entre os tratamentos, como pode ser visualizado no Apêndice 27.

Na Figura 16 é apresentada a resposta do girassol, em massa de 1000 aquênios. Nas diferentes lâminas de irrigação, houve diferença significativa entre as lâminas (Apêndice 27), com um incremento de 6,35 g, no tratamento de 100% da ETc, que equivalem a 11,75 % da massa obtida no tratamento sem irrigação. Como pode ser observado no Apêndice 28, para a variável lâmina de irrigação a equação que melhor se ajusta aos dados é linear com r^2 de 0,95, como pode ser visualizado na Figura 16. Não foi encontrado o ponto de máxima eficiência técnica entre os tratamentos, mostrando que há uma maior demanda de água pela cultura, devendo ser estudadas maiores lâminas de irrigação com a finalidade de encontrar o máximo consumo da cultura.

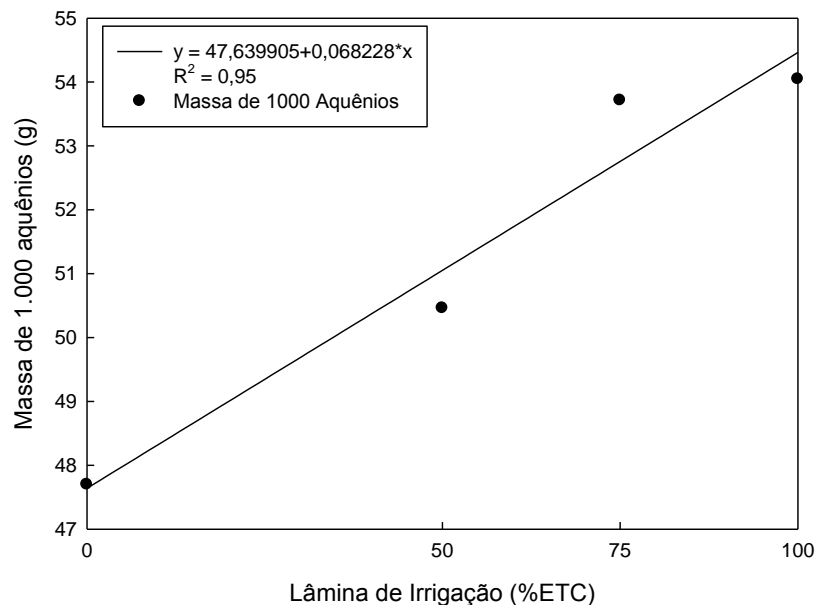


Figura 16 - Massa de mil aquênios (g) em função das lâminas de irrigação (% ETC).

Os resultados obtidos corroboram com os encontrados por Viana et al. (2012), que obtiveram diferença significativa em relação à lâmina de água aplicada para a massa de 1000 aquênios, como 48,23 g para a lâmina de 125 % da ECA, equivalente a uma lâmina de 807,1 mm, e 38,49 g para a lâmina de 25 % da ECA, ou 378 mm.

Os resultados são diferentes dos encontrados por Gomes et al. (2011) que no Noroeste do Paraná no ano de 2008, testando diferentes lâminas de irrigação suplementar, as quais baseiam-se em diferentes valores de ETc calculados por diferentes coeficientes de cultura

(Kc) e com valores de 50, 100, 150 e 200 % destas lâminas, não obtiveram diferença significativa na massa de 100 sementes com valor médio de 6,55 g.

Na Figura 17 é apresentada a resposta do girassol, em massa de 1000 aquênios, as diferentes doses de adubação nitrogenada em cobertura. Existe diferença significativa entre as doses, como pode ser visualizado no Apêndice 27. Para a variável, doses de adubação nitrogenada em cobertura o modelo que melhor se ajusta aos dados é linear como pode ser observado no Apêndice 29, com r^2 de 0,82 (Figura 17). Houve um incremento de 5,94 g, no tratamento de 150 % da ROLAS, que equivalem a 10,81 % da massa obtida no tratamento sem adubação nitrogenada em cobertura. Não foi encontrado o ponto de máxima eficiência técnica entre os tratamentos, mostrando que há uma maior demanda de água pela cultura, devendo ser estudadas maiores lâminas de irrigação com a finalidade de encontrar o máximo consumo da cultura.

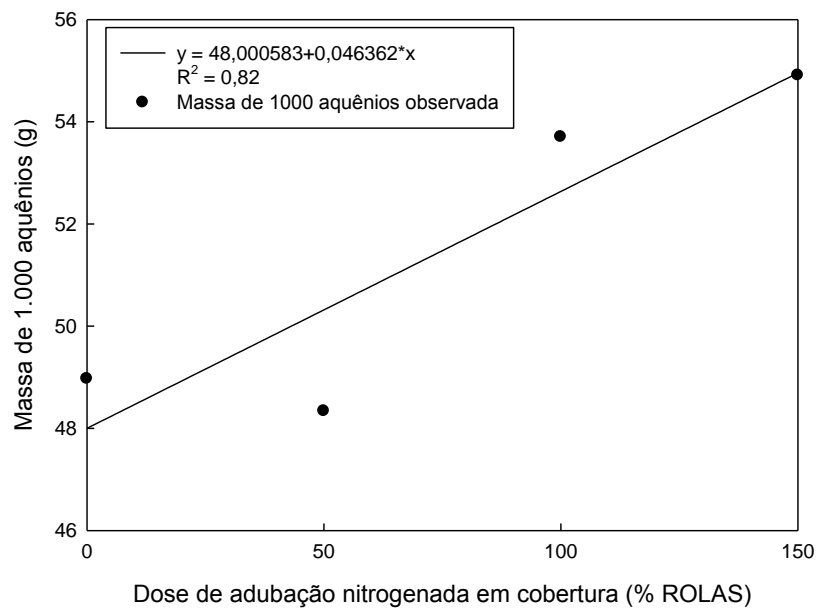


Figura 17 - Massa de mil aquênios (g) em função das doses de adubação nitrogenada em cobertura (% ROLAS).

Segundo Zagonel e Mundstock (1991), o peso de aquênio é o resultado da capacidade da planta de girassol de suprir nutrientes até o limite potencial diferente para cada cultivar. Houve um incremento na massa de 1000 aquênios, em relação ao tratamento testemunha, de

5,94 g, para o tratamento de 150 % da ROLAS, que equivalem a 10,81 % da massa obtida no tratamento sem irrigação.

Biscaro et al. (2008), em experimento com doses de adubação nitrogenada em cobertura na cultura do girassol, na região de Cassilândia MS, na safra de 2005, com a cultivar “H 358” observou com relação à massa de 100 aquênios uma resposta quadrática, que resultou no aumento do peso médio de aquênios até a dose máxima estimada de 44,9 kg ha⁻¹ de N, o peso máximo alcançado foi de 7,19 g para a massa de 100 aquênios.

4.7 Produtividade

Para a variável produtividade de aquênios (kg.ha⁻¹) não houve interação significativa entre os tratamentos, como pode ser visualizado no Apêndice 30.

Na Figura 18 é apresentada a resposta do girassol às diferentes lâminas de irrigação, mesmo não havendo diferença significativa entre as lâminas (Apêndice 30), houve um incremento de 587,32 kg.ha⁻¹, no tratamento de 100% da ETc (556,8 mm), que equivalem a 22,85 % da produtividade obtida no tratamento sem irrigação (360,4 mm, precipitação efetiva). Como pode ser observado, no Apêndice 31, para a variável lâmina de irrigação a equação que melhor se ajusta aos dados é linear, com r² de 0,78, como pode ser visualizado na Figura 18. Não foi encontrado o ponto de máxima eficiência técnica entre os tratamentos, mostrando que há uma maior demanda de água pela cultura, devendo ser estudadas maiores lâminas de irrigação com a finalidade de encontrar o máximo consumo da cultura.

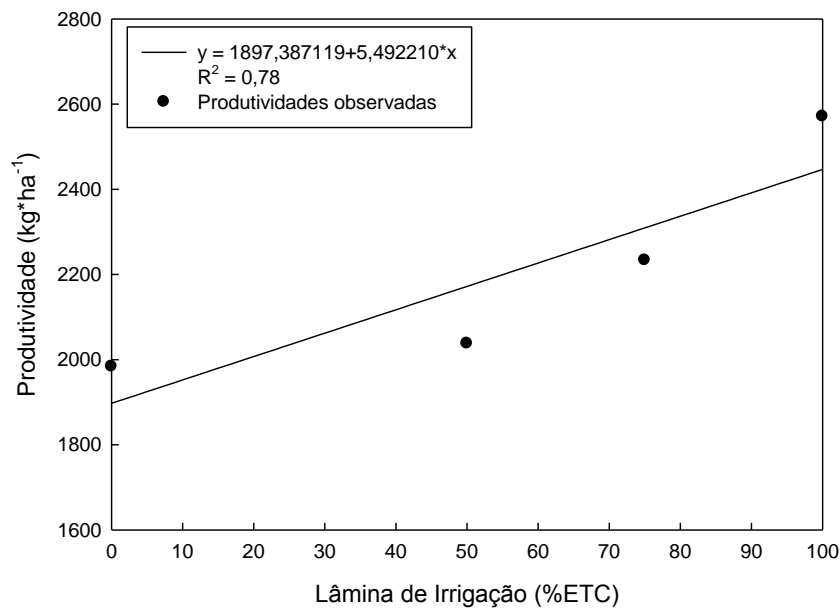


Figura 18 - Produtividade (kg.ha⁻¹) em função das lâminas de irrigação (% ETC).

Os resultados obtidos são superiores aos de Acosta (2009), que em experimento com a cultura do girassol, na região Apodi - RN, utilizando sistema de irrigação por aspersão convencional para a suplementação de água necessitada pela cultura alcançou uma produção de grãos equivalente a 2.260 kg.ha⁻¹, com consumo hídrico total de 554,1 mm.

Silva et al. (2007a), encontrou resultados semelhantes com a cultura do girassol irrigada por gotejamento na região Lavras - MG, com o objetivo de avaliar a utilização da irrigação suplementar na cultura, obteve em condições irrigadas a produtividade de 2.863,12 kg.ha⁻¹ para uma lâmina de 522,14 mm. Quando cultivado sem irrigação, a produtividade média foi de 1.924,27 kg ha⁻¹, com 117,2 mm de chuva.

Já Silva et al. (2011) trabalhando com a cultura do girassol utilizando irrigação por gotejamento, no Município de Pentecoste - CE, em um Neossolo Flúvico, textura franco arenosa, observou que a máxima lâmina de irrigação foi de 533,70 mm (150 % da evapotranspiração do tanque classe "A" - ECA) proporcionando os maiores potenciais de produção de aquênios, iguais a 4.222,76 e 3.948,02 kg.ha⁻¹, para as cultivares Catissol 01 e Embrapa 122 V-2000, respectivamente.

Na Figura 19 é apresentada a resposta do girassol às diferentes doses de adubação nitrogenada em cobertura. Existe diferença significativa entre as doses como pode ser visualizado no Apêndice 30. Para a variável, doses de adubação nitrogenada em cobertura, o

modelo que melhor se ajusta aos dados é linear (Apêndice 32), com r^2 de 0,93. Não foi encontrado o ponto de máxima eficiência técnica entre os tratamentos, mostrando que há uma maior demanda de nitrogênio pela cultura, devendo ser estudadas maiores doses com a finalidade de encontrar o ponto de máxima eficiência técnica entre os tratamentos.

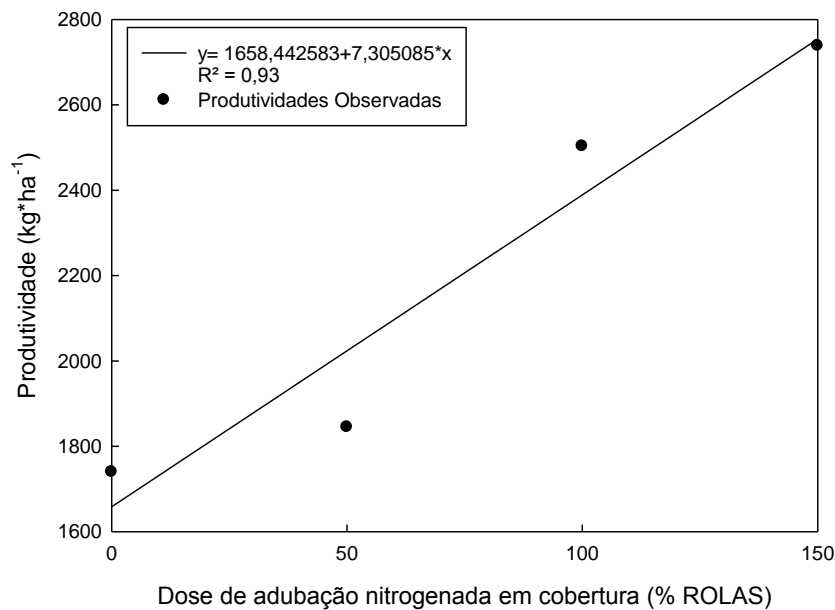


Figura 19 - Produtividade ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) em função das doses de adubação nitrogenada em cobertura (% ROLAS).

Segundo Oliveira (1995) o aumento da área foliar implica em aumento da superfície fotossintetizadora, na elevação da superfície assimiladora e, conseqüentemente, no rendimento da planta. O aumento de área foliar influenciado pelo aumento da dose de nitrogênio possibilitou um melhor rendimento da cultura com um incremento na produtividade em relação ao tratamento testemunha de $998,21 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, para o tratamento de 150 % da ROLAS, que equivalem a 36,46 % da produtividade obtida no tratamento de 0 % da ROLAS.

Os resultados obtidos no trabalho são superiores aos encontrados por Biscaro et al. (2008), que observou efeito quadrático da aplicação de nitrogênio, com dose máxima estimada de $51,7 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, e produtividade de $2101 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$.

Carvalho e Pissaia (2002), em experimento no município de Palmeira, PR, no ano agrícola de 1998/1999, utilizando diferentes doses de adubação nitrogenada em cobertura (0, 25, 50, 75, 100 e 125 kg.ha⁻¹), não encontraram diferença significativa entre os tratamentos, com produtividades variando de 1950 à 2179 kg.ha⁻¹.

5 CONCLUSÕES

Para as condições de estudo não houve interação significativa a nível de 5 % de probabilidade de erro entre os tratamentos lâminas de irrigação e doses de adubação nitrogenada em cobertura para nenhuma das variáveis analisadas.

Devido à grande quantidade de água advinda da precipitação pluvial durante a condução do experimento, as lâminas de irrigação não influenciaram significativamente em nenhum dos parâmetros de crescimento analisados.

As doses de adubação nitrogenada em cobertura influenciaram em todos os parâmetros de crescimento analisados sendo diferente significativamente a partir do 47 DAE para as variáveis área foliar, altura de plantas e massa seca, e para o diâmetro de caule a partir do 61 DAE. Destacando-se as doses de 100, e de 150 % da ROLAS que obtiveram melhores resultados e não são diferentes entre si.

Para a variável massa de 1000 aquênios houve diferença significativa entre as lâminas de irrigação, com um incremento de 6,35 g, no tratamento de 100 % da ETc, que equivalem a 11,7 % da massa obtida no tratamento sem irrigação (0 % ETc). Também para as diferentes doses de adubação nitrogenada houve diferença significativa, com um incremento de 5,94 g no tratamento de 150 % da ROLAS, que equivalem a 10,81 % da massa obtida no tratamento sem adubação nitrogenada em cobertura.

Para a produtividade de aquênios não houve diferença significativa entre as lâminas de irrigação, mesmo havendo um incremento de 587,32 kg.ha⁻¹, no tratamento de 100 % da ETc, que equivalem a 22,85 % da massa obtida no tratamento sem irrigação (0 % ETc). Já para as diferentes doses de adubação nitrogenada houve diferença significativa, com um incremento de 998,21 kg.ha⁻¹, para o tratamento de 150 % da ROLAS, que equivalem a 36,46 % da produtividade obtida no tratamento sem adubação nitrogenada em cobertura.

Não foi encontrado o ponto de máxima eficiência técnica entre os tratamentos, devendo-se estudar maiores lâminas de irrigação e também maiores doses de adubação nitrogenada em cobertura.

Para as condições do estudo na região da fronteira oeste, recomenda-se adubação nitrogenada em cobertura na dose de 100 % da ROLAS, e não é recomendada a irrigação suplementar. Porém, como o período de condução do experimento foi atípico (excesso hídrico), recomenda-se estudar a influência da irrigação em anos normais e de baixa precipitação.

REFERÊNCIAS

ACOSTA, J. F. **Consumo hídrico da cultura do girassol irrigada na região da chapada do Apodi - RN. 2009.** 73 f. Dissertação (Mestrado em Meteorologia)- Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2009.

AGUIRREZÁBAL, L. A. N. et al. La intercepción de la radiación lumínica. In: _____. **Girassol: aspectos fisiológicos que determinan el rendimiento.** Buenos Aires: INTA, 2001. cap. 4, p. 36-50.

ALLEN, R. G. et al. **Evapotranspiración del cultivo Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos.** Rome: FAO, 1998. 300 p. (FAO. Irrigation and drainage paper, 56).

ALBUQUERQUE, P. E. P. de; DURÃES, F. O. M. **Uso e manejo da irrigação.** Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. 528p.

ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil: Informe 2012.** Ed. especial. Brasília: ANA, 2012. 215p. Disponível em: <http://www2.ana.gov.br/Paginas/imprensa/noticia.aspx?id_noticia=11655>. Acesso em: 14 jan. 2013.

BARNI, N. A. et al. Análise de crescimento do girassol em resposta a cultivares, níveis de adubação e épocas de semeadura. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v. 1, n. 2, p. 167-184, 1995.

BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de irrigação.** 7. ed. Viçosa: UFV, 2005. 611p.

BIODIESELBR.COM. **Girassol. Curitiba, 2012.** Disponível em: <<http://www.biodieselbr.com/plantas/girassol/girassol.htm>>. Acesso em: 21 out. 2012.

BISCARO, G. A. et al. Adubação nitrogenada em cobertura no girassol irrigado nas condições de Cassilândia-MS. **Ciência e agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 5, p. 1366-1373, set-out. 2008.

BRASIL. Lei n. 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº. 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº. 7.990, de 28 de dezembro de 1989. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 9 de janeiro de 1997. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9433.HTM>. Acesso em: 13 dez. 2013.

BRANDÃO, V. S. et al. **Infiltração da água no solo**. Viçosa: UFV, 2006. 120 p.

BRUGINSKI, D. H.; PISSAIA, A. Cobertura nitrogenada em girassol sob plantio direto na palha: II - morfologia da planta e partição de massa seca. **Scientia Agrária**, Paraná, v. 3, n. 1-2, p. 47-53, 2002.

CAMPESTRE INDÚSTRIA E COMÉRCIO DE ÓLEOS VEGETAIS. **Óleo de Girassol**. São Bernardo do Campo, 2005. Disponível em: <<http://campestre.com.br/oleo-de-girassol.shtml>>. Acesso em: 20 out. 2013.

CASTRO, C.; FARIAS, J. R. B. Ecofisiologia do girassol. In: LEITE, R. M. V. B. de C.; BRIGHENTI, A. M.; CASTRO, C. (Ed.). **Girassol no Brasil**. Londrina: Embrapa Soja, 2005. p. 163-218.

CAUDURO, F.A.; DORFMAN, R. **Manual de ensaios de laboratório e de campo para irrigação e drenagem**. Porto Alegre, PRONI-IPH-UFRGS, 1986. 216p.

CARVALHO, D. B.; PISSAIA, A. Cobertura nitrogenada em girassol sob plantio direto na palha. **Scientia Agrária**, Piracicaba, v. 3, n. 1-2, p. 41-45, 2002.

CASTRO, C. de, et al., **A cultura do girassol**. Londrina, EMBRAPA-CNPSO. 1997. 36p.

CATI. Coordenadoria de Assistência Técnica Integral. **Girassol para silagem**. Campinas, 2008. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2008_3/girassol/index.htm>. Acesso em: 19 Jun. 2012.

COMISSÃO QUÍMICA E DE FERTILIDADE DO SOLO - RS/SC (CQFS - RS/SC). **Manual de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. 10. ed. Porto Alegre: 2004. 400p.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos 2011/2012**. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/12_03_13_11_04_08_boletim_marco_2012.pdf>. Acesso em: 12 Jun. 2012.

CUBILLA, M. M. A. et al. Plantas de cobertura do solo: Uma alternativa para aliviar a compactação. **Revista Plantio Direto**, p. 1-5, 2002.

COORDENADORIA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA INTEGRADA. **Girassol como adubo verde**. Campinas. Disponível em: <<http://www.cati.sp.gov.br/new/acervotecnico.php?ID=15>> Acesso em: 04 dez. 2013.

DOORENBOS, J.; KASSAN, A. H. **Yield response to water**. FAO. Irrig. and Drain. Paper 33, 1979, 193p.

DOORENBOS, J.; KASSAM, A. M. **Efeito da água no rendimento das culturas**. Campina Grande: FAO, 1994 (Estudos FAO, Irrigação e Drenagem 33).

DOORENBOS, J.; PRUITT, W.O. Guidelines for predicting crop water requirements. Rome: FAO, 1977. 179p. **Irrigation and Drainage**, Paper 24.

EMBRAPA - **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: 2005. 374p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Manual de métodos de análise de solo** / Centro Nacional de Pesquisas de Solos. - 2. ed. rev. atual. - Rio de Janeiro, 1997. 212p.

FERREIRA, D. F. **SISVAR** - sistema de análise de variância para dados balanceados. Lavras: UFLA, 1998. 19 p.

FILHO, D. H. G. et al. Água disponível no solo e doses de nitrogênio no crescimento do girassol. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, v. 7, n. 3, p. 201-212, 2013.

FREITAS, C. A. S. et al. Crescimento da cultura do girassol irrigado com diferentes tipos de água e adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina grande, v.16, n. 10, p. 1031-1039, 2012.

GOMES, E. P. et al. Produtividade de grãos, óleo e massa seca de girassol sob diferentes lâminas de irrigação suplementar. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina grande, v.16, n. 3, p. 237-246, 2011.

GORDON, W. B.; RANEY, R. J.; STONE, L. R. Irrigation management practices for corn production in north central Kansas. **Journal of Soil and Water Conservation**, Ankeny, v. 50, n. 4, p. 395-398, 1995.

GUBIANI, P. I.; REINERT, D. J.; REICHERT, J. M. Método alternativo para a determinação da densidade de partículas do solo - exatidão, precisão e tempo de processamento. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 2, p. 664-668, mar./abr. 2006.

GUSE, F. I. **Produtividade, severidade de mancha de alternaria e deficiência hídrica em diferentes épocas de semeadura do girassol em Santa Maria**. 2009. 50 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Santa Maria, 2009.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Estados. **Unidades da federação**. 2010. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/estadosat/> Acesso em: 20 set. 2012.

LASCA, D. H. de C. **Girassol**. Disponível em: <<http://www.agrobyte.com.br/girassol.htm>>. Acesso em: 13 jun. 2012.

LEMOS, R. C. de.; SANTOS, R. D. dos. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo - Centro Nacional de Pesquisa de Solos. 3. ed., p. 83, Campinas-SP, 1996.

LOBO, T. F.; GRASSI FILHO, H.; SÁ, R. O. de; BARBOSA, L. Manejo da adubação nitrogenada na cultura do girassol avaliando os parâmetros de produtividade e qualidade de óleo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANTAS OLEAGINOSAS, ÓLEOS, GORDURAS E BIODIESEL, 3., Varginha/MG, 2006. **Anais**. Lavras: UFLA, 2006. Disponível em: <http://oleo.ufla.br/anais_03/artigos/a06_068.pdf>. Acesso em: 02 jan. 2014.

MALDANER, I. C. et al. Modelos de determinação não-destrutiva da área foliar em girassol. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 5, p. 1356-1361, ago. 2009.

MANTOVANI, E. C.; BERNARDO, S.; PALARETTI, L. F. **Irrigação: princípios e métodos**. 3. ed. atual. Viçosa: Ed. UFV, 2009. 355p.

MENDONÇA, C.; SOUSA, E. F. de; BERNARDO, S. Comparação entre métodos de estimativa de evapotranspiração de referência (ET_o) na região Norte Fluminense, RJ. **Revista brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 7, n. 2, p. 275-279, 2003.

MILLAR, A. A. **Drenagem de terras agrícolas: bases agronomicas**. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, LTDA, 1978. 276p.

MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul. Secretária da Agricultura**, Porto Alegre, Brasil, 1961. 42p.

MUNDSTOCK, C. M.; ZAGONEL, J. Perfil de área foliar de duas cultivares de girassol sob doses e épocas de aplicação de nitrogênio em cobertura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 6, p. 847-851, jun. 1994.

NASCIMENTO, G. B. et al. Determinação da classe textural de amostras de terra através de planilha eletrônica. **Revista Universitária Rural**, Seropédica, v. 23, n. 1, p. 27, jan-jun. 2003.

OLIVEIRA, E. L. **Efeito do estresse hídrico sobre características da cultura do pimentão, (Capsicum annuum, L.)**. 1995. 86 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola)-Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande, PB, 1995.

PARIZI, A. R. C. Efeito de diferentes estratégias de irrigação sob as culturas de feijão (*Phaseolus vulgaris l.*) e milho (*Zea mays l.*) na região de Sntiago, RS. 2007. 124 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Rural)-Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.

PETRY, H. A. et al. **A produção integrada de biodiesel e alimentos a partir do girassol: referências de uma pesquisa e suas indicações**. Santa Cruz do Sul: AFUBRA, 2011. 56 p.

RAIJ, B. V.; **Fertilidade do solo e adubação**. Ceres. Potafos. Piracicaba. 1991. 343p.

REINERT, D. J. et al. Limites críticos de densidade do solo para o crescimento de raízes de plantas de cobertura em argissolo vermelho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, p. 1805-1816, 2008.

RESENDE, M.; ALBUQUERQUE, P.; COUTO, L. **A cultura do milho irrigado**. Brasília: Embrapa Milho e Sorgo. Informação Tecnológica, 2003. 317 p.

RIBASKI, J. et al. **Experiências com sistemas silvipastoris em solos arenosos na fronteira oeste do rio grande do sul**. Workshop ILPF no Bioma Pampa. <<http://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/581029/1/SP5547.pdf>> Acessado em: 15 out. de 2012.

RICHART, A. et al. Compactação do solo: causas e efeitos. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 26, n. 3, p. 321-344, jul-set. 2005.

RIBEIRO, J. L. **Manejo da cultura do girassol no Meio-Norte do Brasil**. Circular técnico, Teresina: EMBRAPA, 2008. Disponível em: <http://www.cpamn.embrapa.br/publicacoes/new/circular/circular_pdf/circular_48.PDF>. Acesso em: 20 out. 2012.

SANTOS, A. C. et al. Variabilidade temporal da precipitação pluvial: nível de nitrogênio no solo e profundidade de cultivares de girassol. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, n. 5, 2002.

SEDIYAMA, G. C. **Necessidade de água para os cultivos**. Brasília: ABEAS, 1996. 176 p.

SENTELHAS, P. C. et al. Evaluation of the WGEN and SIMMETEO weather generators for the brazilian tropics and subtropics, using crop simulation models. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 9, n. 2, p. 357-376, 2001.

SFREDO, G. J.; CAMPO, R. J.; SARRUGE, J. R. **Girassol: nutrição mineral e adubação**. Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 1984. 36p.

SIGMAPLOT. 2008. For windows, version 11.0. Systat Software, 2008.

SILVA, A. R. A. et al. Desempenho de cultivares de girassol sob diferentes lâminas de irrigação no Vale do Curu - CE. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 42, n. 1, p. 57-64, jan-mar, 2011.

SILVA, M. de L. O. Crescimento e produtividade do girassol cultivado na entressafra com diferentes lâminas de água. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 11, n. 5, p. 482-488, 2007a.

SILVA, M. de L. O. et al. Viabilidade técnica e cultivo de safrinha do girassol irrigado na região de Lavras, MG. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v. 31, n. 1, p. 200-205, jan-fev. 2007b.

SMIDERLE, O. J. **Orientações gerais para o cultivo do girassol em Roraima**. Boa Vista: Embrapa Roraima, 2000. 2 p. (Embrapa informa, 8).

SOARES, F. C. **Análise da viabilidade da irrigação de precisão na cultura do milho (*Zea mays L.*)**. 2010. 113 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola)-Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2010.

STRECK, E. V. et al. **Solos do Rio Grande do Sul**. 2.ed. Porto Alegre: EMATER/RS, 2008. 222p.

TANAKA, R. T. **Nutrição e adubação da cultura do girassol**. Inf. Agropecuária. Belo Horizonte, v. 7, p. 74-76, 1981.

TOUREIRO, C. M.; SERRALHEIRO, R. P.; OLIVEIRA, M. R. Resposta das culturas do girassol e do milho a diferentes cenários de rega deficitária. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 30, n. 1, p. 33-47, jan. 2007.

UNGARO, M. R. G. **Cultura do girassol**. Campinas, Instituto Agronômico. 2000. 36 p.

UNGER, P. W. Sunflower. In: STEWART, B. A.; NIELSEN, D. R. **Irrigação de culturas agrícolas**. Madison: American Society of Agronomy, 1990. 775-794p. (Agronomy, 30).

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA - UFSM. Centro de Ciências Curais. Departamento de Solos. **Fundamento da ciência do solo aulas práticas**. Santa Maria, 2010. 112p.

VIANA, T. V. A. et al. Lâminas de irrigação e coberturas do solo na cultura do girassol, sob condições semiáridas. **Irriga**, Botucatu, v. 17, n. 2, p.126-136, abr-jun. 2012.

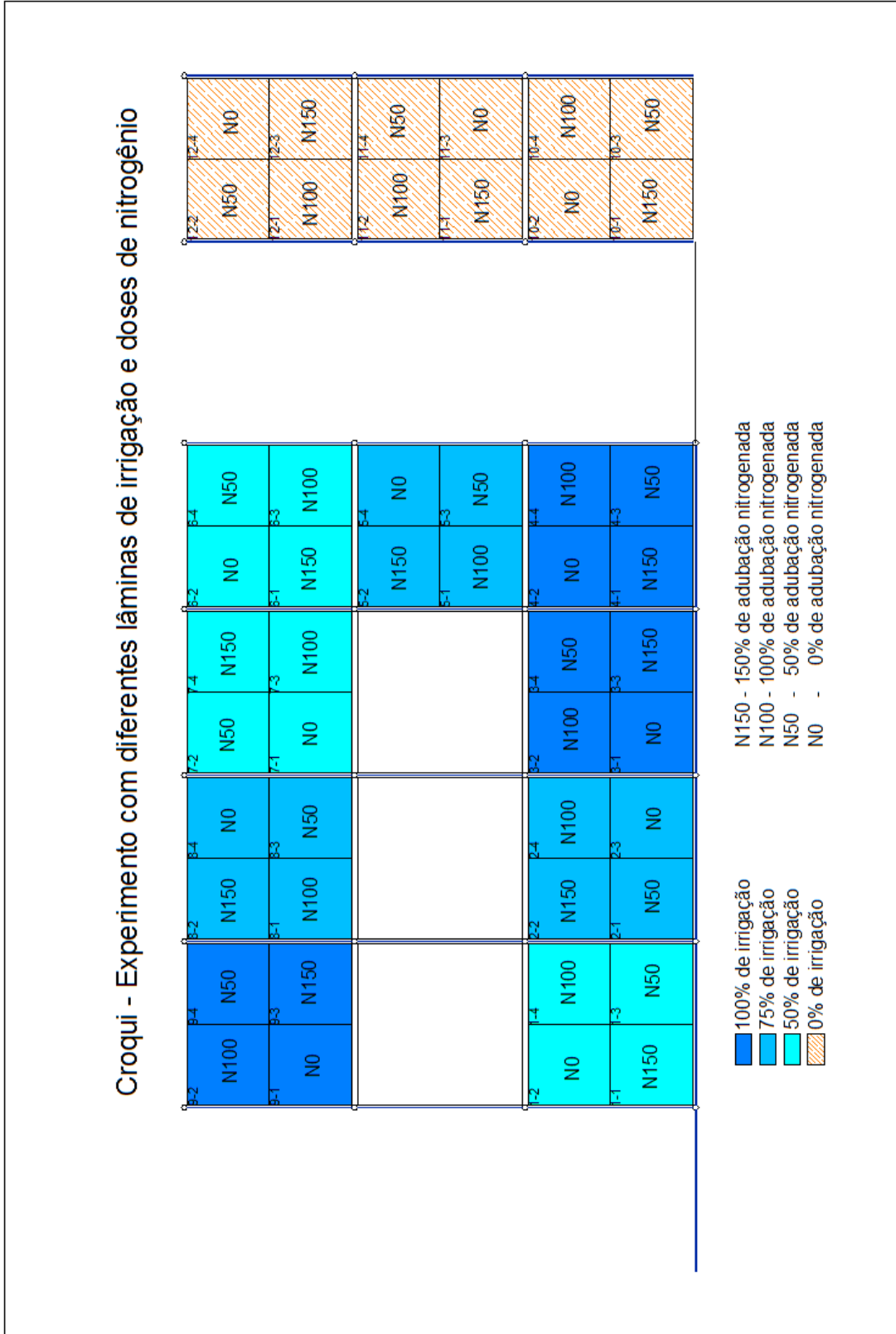
VRANCEANU, A. V. **El girassol**. Madrid: Mundi-Prensa, 1977. 379 p.

ZAGONEL, J. MUNDSTOCK, C. M. Doses e épocas de aplicação de nitrogênio em cobertura em duas cultivares de girassol. **Pesq. Agropecuária. Bras.**, Brasília, v. 26, p. 1487-1492, 1991.

ZUBRISKY, J. C.; ZIMMERMANN, D. C. Efeitos de nitrogênio, fósforo e densidade de plantas em girassol. **Agronomy Journal**, Madison, v. 66, p. 798-801, 1974.

APÊNDICES

Apêndice 1- Croqui da área experimental



Apêndice 2 - Análise de variância da variável área foliar aos 19 dias após a emergência

Causas de Variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F calculado	Probabilidade maior que F calculado
(CV)	(GL)	(SQ)	(QM)	(Fc)	(Pr>Fc)
Bloco	2	0,000204	0,000102	0,021	0,810 ^{ns}
Irrigação	3	0,003356	0,001119	2,387	0,167 ^{ns}
erro 1	6	0,002813	0,000469		
Adubação Nitrogenada	3	0,001373	0,000458	1,232	0,319 ^{ns}
Irrigação X Adubação	9	0,004335	0,000483	1,129	0,289 ^{ns}
erro 2	24	0,008917	0,000372		
Total	47	0,020998			

^s significativo e ^{ns} não significativo a nível de 5 % de probabilidade de erro

Apêndice 3 - Análise de variância da variável área foliar aos 33 dias após a emergência

Causas de Variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F calculado	Probabilidade maior que F calculado
(CV)	(GL)	(SQ)	(QM)	Fc	Pr>Fc
Bloco	2	0,037554	0,018777	1,291	0,341 ^{ns}
Irrigação	3	0,040873	0,013624	0,937	0,479 ^{ns}
erro 1	6	0,087246	0,014541		
Adubação Nitrogenada	3	0,065656	0,021885	2,810	0,061 ^{ns}
Irrigação X Adubação	9	0,104185	0,011576	1,486	0,209 ^{ns}
erro 2	24	0,186933	0,007789		
Total	47	0,522448			

^s significativo e ^{ns} não significativo a nível de 5 % de probabilidade de erro

Apêndice 4 - Análise de variância da variável área foliar aos 47 dias após a emergência

Causas de Variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F calculado	Probabilidade maior que F calculado
(CV)	(GL)	(SQ)	(QM)	Fc	Pr>Fc
Bloco	2	0,306529	0,153265	2,154	0,197 ^{ns}
Irrigação	3	0,352008	0,117336	1,649	0,275 ^{ns}
erro 1	6	0,426954	0,071159		
Adubação Nitrogenada	3	1,061575	0,353858	7,780	0,001 ^s
Irrigação X Adubação	9	0,624475	0,069386	1,525	0,195 ^{ns}
erro 2	24	1,09165	0,045485		
total	47	3,863192			

^s significativo e ^{ns} não significativo a nível de 5 % de probabilidade de erro

Apêndice 5 - Análise de variância da variável área foliar aos 61 dias após a emergência

Causas de Variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F calculado	Probabilidade maior que F calculado
(CV)	(GL)	(SQ)	(QM)	Fc	Pr>Fc
Bloco	2	0,421217	0,210608	1,738	0,253 ^{ns}
Irrigação	3	0,802442	0,267481	2,208	0,187 ^{ns}
erro 1	6	0,726883	0,121147		
Adubação Nitrogenada	3	5,454342	1,818114	12,398	0,000 ^s
Irrigação X Adubação	9	1,278342	0,142038	0,969	0,488 ^{ns}
erro 2	24	3,519367	0,146640		
total	47	12,202592			

^s significativo e ^{ns} não significativo a nível de 5 % de probabilidade de erro

Apêndice 6 - Análise de variância da variável área foliar aos 75 dias após a emergência

Causas de Variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F calculado	Probabilidade maior que F calculado
(CV)	(GL)	(SQ)	(QM)	Fc	Pr>Fc
Bloco	2	1,301429	0,650715	4,294	0,069 ^{ns}
Irrigação	3	1,055706	0,351902	2,322	0,174 ^{ns}
erro 1	6	0,909137	0,151523		
Adubação Nitrogenada	3	5,241023	1,747008	8,844	0,001 ^s
Irrigação X Adubação	9	2,173885	0,241543	1,223	0,327 ^{ns}
erro 2	24	4,740767	0,197532		
total	47	15,421948			

^s significativo e ^{ns} não significativo a nível de 5 % de probabilidade de erro

Apêndice 7 - Análise de variância da variável área foliar aos 89 dias após a emergência

Causas de Variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F calculado	Probabilidade maior que F calculado
(CV)	(GL)	(SQ)	(QM)	Fc	Pr>Fc
Bloco	2	1,233517	0,616758	4,773	0,057 ^{ns}
Irrigação	3	0,49955	0,166517	1,289	0,360 ^{ns}
erro 1	6	0,77525	0,129208		
Adubação Nitrogenada	3	1,333083	0,444361	3,353	0,035 ^{ns}
Irrigação X Adubação	9	0,8286	0,092067	0,695	0,707 ^{ns}
erro 2	24	3,180967	0,13254		
total	47	7,850967			

^s significativo e ^{ns} não significativo a nível de 5 % de probabilidade de erro

Apêndice 8 - Análise de variância da variável altura de planta aos 19 dias após a emergência

Causas de Variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F calculado	Probabilidade maior que F calculado
(CV)	(GL)	(SQ)	(QM)	Fc	Pr>Fc
Bloco	2	0,022	0,011	0,010	0,990 ^{ns}
Irrigação	3	1,823	0,608	0,526	0,681 ^{ns}
erro 1	6	6,937	1,156		
Adubação Nitrogenada	3	7,004	2,335	1,500	0,240 ^{ns}
Irrigação X Adubação	9	12,266	1,363	0,876	0,559 ^{ns}
erro 2	24	37,346	1,556		
total	47	65,398			

^s significativo e ^{ns} não significativo a nível de 5 % de probabilidade de erro

Apêndice 9 - Análise de variância da variável altura de planta aos 33 dias após a emergência

Causas de Variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F calculado	Probabilidade maior que F calculado
(CV)	(GL)	(SQ)	(QM)	Fc	Pr>Fc
Bloco	2	22,621	11,310	1,278	0,345 ^{ns}
Irrigação	3	33,841	11,280	1,274	0,365 ^{ns}
erro 1	6	53,105	8,851		
Adubação Nitrogenada	3	55,858	18,619	1,948	0,149 ^{ns}
Irrigação X Adubação	9	42,122	4,680	0,490	0,867 ^{ns}
erro 2	24	229,391	9,558		
total	47	436,938	9,297		

^s significativo e ^{ns} não significativo a nível de 5 % de probabilidade de erro

Apêndice 10 - Análise de variância da variável altura de planta aos 47 dias após a emergência

Causas de Variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F calculado	Probabilidade maior que F calculado
(CV)	(GL)	(SQ)	(QM)	Fc	Pr>Fc
Bloco	2	17,871	8,936	0,101	0,905 ^{ns}
Irrigação	3	110,867	36,956	0,418	0,747 ^{ns}
erro 1	6	530,033	88,339		
Adubação Nitrogenada	3	835,476	278,492	6,163	0,003 ^s
Irrigação X Adubação	9	620,939	68,993	1,527	0,195 ^{ns}
erro 2	24	1084,552	45,190		
total	47	3199,737	68,080		

^s significativo e ^{ns} não significativo a nível de 5 % de probabilidade de erro

Apêndice 11 - Análise de variância da variável altura de planta aos 61 dias após a emergência

Causas de Variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F calculado	Probabilidade maior que F calculado
(CV)	(GL)	(SQ)	(QM)	Fc	Pr>Fc
Bloco	2	81,992	40,996	0,140	0,872 ^{ns}
Irrigação erro 1	3	2173,973	724,658	2,477	0,159 ^{ns}
Adução Nitrogenada	6	1755,631	292,605		
Irrigação X Adução	3	6735,932	2245,311	8,173	0,001 ^s
erro 2	9	1507,810	167,534	0,610	0,777 ^{ns}
total	24	6593,241	274,718		
	47	18848,585			

^s significativo e ^{ns} não significativo a nível de 5 % de probabilidade de erro

Apêndice 12 - Análise de variância da variável altura de planta aos 75 dias após a emergência

Causas de Variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F calculado	Probabilidade maior que F calculado
(CV)	(GL)	(SQ)	(QM)	Fc	Pr>Fc
Bloco	2	654,051	327,025	0,414	0,679 ^{ns}
Irrigação erro 1	3	303,683	101,228	0,128	0,940 ^{ns}
Adução Nitrogenada	6	4741,098	790,183		
Irrigação X Adução	3	12887,596	4295,865	12,112	0,000 ^s
erro 2	9	2995,702	332,856	0,938	0,511 ^{ns}
total	24	8512,388	354,683		
	47	30094,518			

^s significativo e ^{ns} não significativo a nível de 5 % de probabilidade de erro

Apêndice 13 - Análise de variância da variável altura de planta aos 89 dias após a emergência

Causas de Variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F calculado	Probabilidade maior que F calculado
(CV)	(GL)	(SQ)	(QM)	Fc	Pr>Fc
Bloco	2	434,314	217,157	0,524	0,617 ^{ns}
Irrigação erro 1	3	621,535	207,178	0,500	0,696 ^{ns}
Adução Nitrogenada	6	2485,872	414,312		
Irrigação X Adução	3	6119,143	2039,714	8,114	0,001 ^s
erro 2	9	1215,234	135,026	0,537	0,833 ^{ns}
total	24	6032,955	251,373		
	47	16909,052	359,767		

^s significativo e ^{ns} não significativo a nível de 5 % de probabilidade de erro

Apêndice 14 - Análise de variância da variável diâmetro de caule aos 19 dias após a emergência

Causas de Variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F calculado	Probabilidade maior que F calculado
(CV)	(GL)	(SQ)	(QM)	Fc	Pr>Fc
Bloco	2	1,528	0,764	3,423	0,102 ^{ns}
Irrigação	3	5,944	1,981	8,877	0,013 ^s
erro 1	6	1,339	0,223		
Adubação Nitrogenada	3	0,440	0,147	0,406	0,750 ^{ns}
Irrigação X Adubação	9	6,327	0,703	1,947	0,093 ^{ns}
erro 2	24	8,667	0,361		
total	47	24,244	0,516		

^s significativo e ^{ns} não significativo a nível de 5 % de probabilidade de erro

Apêndice 15 - Análise de variância da variável diâmetro de caule aos 33 dias após a emergência

Causas de Variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F calculado	Probabilidade maior que F calculado
(CV)	(GL)	(SQ)	(QM)	Fc	Pr>Fc
Bloco	2	0,583	0,291	0,236	0,797 ^{ns}
Irrigação	3	24,401	8,134	6,595	0,025 ^s
erro 1	6	7,400	1,233		
Adubação Nitrogenada	3	8,543	2,848	2,711	0,067 ^{ns}
Irrigação X Adubação	9	12,148	1,350	1,285	0,295 ^{ns}
erro 2	24	25,209	1,050		
total	47	78,284			

^s significativo e ^{ns} não significativo a nível de 5 % de probabilidade de erro

Apêndice 16 - Análise de variância da variável diâmetro de caule aos 47 dias após a emergência

Causas de Variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F calculado	Probabilidade maior que F calculado
(CV)	(GL)	(SQ)	(QM)	Fc	Pr>Fc
Bloco	2	3,041	1,521	0,052	0,949 ^{ns}
Irrigação	3	29,757	9,919	0,342	0,797 ^{ns}
erro 1	6	174,082	29,014		
Adubação Nitrogenada	3	48,206	16,069	1,086	0,374 ^{ns}
Irrigação X Adubação	9	95,638	10,626	0,718	0,688 ^{ns}
erro 2	24	355,219	14,801		
total	47	705,945			

^s significativo e ^{ns} não significativo a nível de 5 % de probabilidade de erro

Apêndice 17 - Análise de variância da variável diâmetro de caule aos 61 dias após a emergência

Causas de Variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F calculado	Probabilidade maior que F calculado
(CV)	(GL)	(SQ)	(QM)	Fc	Pr>Fc
Bloco	2	6,721	3,361	0,703	0,532 ^{ns}
Irrigação erro 1	3	34,326	11,442	2,392	0,167 ^{ns}
Adução Nitrogenada	6	28,696	4,783		
Irrigação X Adução	3	153,508	51,169	9,759	0,000 ^s
erro 2	9	54,651	6,072	1,158	0,364 ^{ns}
total	24	125,841	5,243		
	47	403,744			

^s significativo e ^{ns} não significativo a nível de 5 % de probabilidade de erro

Apêndice 18 - Análise de variância da variável diâmetro de caule aos 75 dias após a emergência

Causas de Variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F calculado	Probabilidade maior que F calculado
(CV)	(GL)	(SQ)	(QM)	Fc	Pr>Fc
Bloco	2	21,247	10,623	1,887	0,231 ^{ns}
Irrigação erro 1	3	29,030	9,677	1,719	0,262 ^{ns}
Adução Nitrogenada	6	33,773	5,629		
Irrigação X Adução	3	178,475	59,492	10,497	0,000 ^s
erro 2	9	69,383	7,709	1,360	0,302 ^{ns}
total	24	136,022	5,668		
	47	467,930	9,956		

^s significativo e ^{ns} não significativo a nível de 5 % de probabilidade de erro

Apêndice 19 - Análise de variância da variável diâmetro de caule aos 89 dias após a emergência

Causas de Variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F calculado	Probabilidade maior que F calculado
(CV)	(GL)	(SQ)	(QM)	Fc	Pr>Fc
Bloco	2	16,036	8,018	2,658	0,148 ^{ns}
Irrigação erro 1	3	8,137	2,712	0,899	0,493 ^{ns}
Adução Nitrogenada	6	18,102	3,017		
Irrigação X Adução	3	134,003	44,668	6,963	0,002 ^s
erro 2	9	41,328	4,592	0,716	0,690 ^{ns}
total	24	153,960	6,415		
	47	371,176			

^s significativo e ^{ns} não significativo a nível de 5 % de probabilidade de erro

Apêndice 20 - Análise de variância da variável massa seca aos 19 dias após a emergência

Causas de Variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F calculado	Probabilidade maior que F calculado
(CV)	(GL)	(SQ)	(QM)	Fc	Pr>Fc
Bloco	2	504,167	252,083	0,667	0,548 ^{ns}
Irrigação	3	1559,766	519,922	1,375	0,338 ^{ns}
erro 1	6	2268,750	378,125		
Adubação Nitrogenada	3	3576,432	1192,144	2,064	0,132 ^{ns}
Irrigação X Adubação	9	9973,047	1108,116	1,918	0,098 ^{ns}
erro 2	24	13864,583	577,691		
total	47	31746,745			

^s significativo e ^{ns} não significativo a nível de 5 % de probabilidade de erro

Apêndice 21 - Análise de variância da variável massa seca aos 33 dias após a emergência

Causas de Variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F calculado	Probabilidade maior que F calculado
(CV)	(GL)	(SQ)	(QM)	Fc	Pr>Fc
Bloco	2	162903,785	81451,893	0,719	0,525 ^{ns}
Irrigação	3	14573,704	4857,901	0,043	0,987 ^{ns}
erro 1	6	680003,544	113333,924		
Adubação Nitrogenada	3	110132,606	36710,869	0,859	0,476 ^{ns}
Irrigação X Adubação	9	345179,005	38353,223	0,897	0,543 ^{ns}
erro 2	24	1025911,210	42746,300		
total	47	2338703,855			

^s significativo e ^{ns} não significativo a nível de 5 % de probabilidade de erro

Apêndice 22 - Análise de variância da variável massa seca aos 47 dias após a emergência

Causas de Variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F calculado	Probabilidade maior que F calculado
(CV)	(GL)	(SQ)	(QM)	Fc	Pr>Fc
Bloco	2	479494,01	239747,00	0,114	0,894 ^{ns}
Irrigação	3	7649594,79	2549864,93	1,210	0,384 ^{ns}
erro 1	6	12641821,61	2106970,26		
Adubação Nitrogenada	3	12747223,95	4249074,65	2,237	0,110 ^{ns}
Irrigação X Adubação	9	17075872,91	1897319,21	0,999	0,467 ^{ns}
erro 2	24	45578809,37	1899117,05		
total	47	96172816,66			

^s significativo e ^{ns} não significativo a nível de 5 % de probabilidade de erro

Apêndice 23 - Análise de variância da variável massa seca aos 61 dias após a emergência

Causas de Variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F calculado	Probabilidade maior que F calculado
(CV)	(GL)	(SQ)	(QM)	Fc	Pr>Fc
Bloco	2	832911,46	416455,73	0,182	0,838 ^{ns}
Irrigação erro 1	3	6920275,70	2306758,56	1,011	0,451 ^{ns}
Adubação Nitrogenada	6	13692771,23	2282128,53		
Irrigação X Adubação erro 2	3	15339835,17	5113278,39	4,816	0,009 ^s
erro 2	9	8313186,24	923687,36	0,870	0,564 ^{ns}
total	24	25481748,76	1061739,53		
	47	70580728,57			

^s significativo e ^{ns} não significativo a nível de 5 % de probabilidade de erro

Apêndice 24 - Análise de variância da variável massa seca aos 75 dias após a emergência

Causas de Variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F calculado	Probabilidade maior que F calculado
(CV)	(GL)	(SQ)	(QM)	Fc	Pr>Fc
Bloco	2	3863374,60	1931687,30	0,662	0,550 ^{ns}
Irrigação erro 1	3	10692227,25	3564075,75	1,222	0,380 ^{ns}
Adubação Nitrogenada	6	17498840,00	2916473,33		
Irrigação X Adubação erro 2	3	19106872,63	6368957,54	5,487	0,005 ^s
erro 2	9	5028640,30	558737,81	0,481	0,873 ^{ns}
total	24	27855995,87	1160666,49		
	47	84045950,67			

^s significativo e ^{ns} não significativo a nível de 5 % de probabilidade de erro

Apêndice 25 - Análise de variância da variável massa seca aos 89 dias após a emergência

Causas de Variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F calculado	Probabilidade maior que F calculado
(CV)	(GL)	(SQ)	(QM)	Fc	Pr>Fc
Bloco	2	9570851,10	4785425,55	1,193	0,366 ^{ns}
Irrigação erro 1	3	18965429,75	6321809,92	1,576	0,290 ^{ns}
Adubação Nitrogenada	6	24060281,95	4010046,99		
Irrigação X Adubação erro 2	3	24048391,45	8016130,48	3,651	0,027 ^s
erro 2	9	7222224,54	802469,39	0,365	0,941 ^{ns}
total	24	52701558,48	2195898,27		
	47	136568737,3			

^s significativo e ^{ns} não significativo a nível de 5 % de probabilidade de erro

Apêndice 26 - Análise de variância da variável massa seca aos 120 dias após a emergência

Causas de Variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F calculado	Probabilidade maior que F calculado
(CV)	(GL)	(SQ)	(QM)	Fc	Pr>Fc
Bloco	2	8446169,86	4223084,93	1,951	0,223 ^{ns}
Irrigação erro 1	3	1909801,82	636600,61	0,294	0,829 ^{ns}
Adubação Nitrogenada	6	12989903,46	2164983,91		
Irrigação X Adubação erro 2	3	38366986,46	12788995,5	6,923	0,002 ^s
erro 2	9	10406125,81	1156236,20	0,626	0,764 ^{ns}
total	24	44332486,96	1847186,96		
total	47	116451474,4	2477690,94		

^s significativo e ^{ns} não significativo a nível de 5 % de probabilidade de erro

Apêndice 27 - Análise de variância da variável massa de mil aquênios

Causas de Variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F calculado	Probabilidade maior que F calculado
(CV)	(GL)	(SQ)	(QM)	Fc	Pr>Fc
Bloco	2	433,680079	216,840040	12,019	0,008 ^s
Irrigação erro 1	3	322,760173	107,586724	5,963	0,031 ^s
Adubação Nitrogenada	6	108,245221	18,040870		
Irrigação X Adubação erro 2	3	394,409990	131,446999	10,562	0,000 ^s
erro 2	9	48138819	5,348758	0,430	0,905 ^{ns}
total	24	298,727567	12,446982		
total	47	1605,961848			

^s significativo e ^{ns} não significativo a nível de 5 % de probabilidade de erro

Apêndice 28 - Tabela suplementar da análise de variância da variável massa de mil aquênios para o fator lâmina de irrigação

Causas de Variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F calculado	Probabilidade maior que F calculado
(CV)	(GL)	(SQ)	(QM)	Fc	Pr>Fc
Reressão linear	1	305,4849000	305,4849000	16,933	0,006 ^s
Regressão quadrática	1	0,0232091	0,0232091	0,001	0,913 ^{ns}
Regressão cúbica	1	17,0431820	17,0431820	0,945	0,369 ^{ns}
desvio	0	0,0000000	0,0000000	0,000	0,000
erro	24	108,245221	18,0408700		

^s significativo e ^{ns} não significativo a nível de 5 % de probabilidade de erro

Apêndice 29 - Tabela suplementar da análise de variância da variável massa de mil aquênios para o fator dose de adubação nitrogenada em cobertura

Causas de Variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F calculado	Probabilidade maior que F calculado
(CV)	(GL)	(SQ)	(QM)	Fc	Pr>Fc
Reressão linear	1	322,410620	322,410620	25,903	0,000 ^s
Regressão quadrática	1	10,074169	10,074169	0,809	0,377 ^{ns}
Regressão cúbica	1	61,925200	61,925200	4,975	0,035 ^s
desvio	0	0,000000	0,000000	0,000	0,000
erro	24	298,727567	12,446982		

^s significativo e ^{ns} não significativo a nível de 5 % de probabilidade de erro

Apêndice 30 - Análise de variância da variável produtividade

Causas de Variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F calculado	Probabilidade maior que F calculado
(CV)	(GL)	(SQ)	(QM)	Fc	Pr>Fc
Bloco	2	3649852,543	1824926,27	8,024	0,020 ^s
Irrigação	3	2539003,494	846334,498	3,721	0,080 ^{ns}
erro 1	6	1364652,727	227442,121		
Adubação Nitrogenada	3	8626727,138	2875575,71	18,385	0,000 ^s
Irrigação X Adubação	9	2398393,156	266488,128	1,704	0,143 ^{ns}
erro 2	24	3753782,817	156407,617		
total	47	22332411,87			

^s significativo e ^{ns} não significativo a nível de 5 % de probabilidade de erro

Apêndice 31 - Tabela suplementar da análise de variância da variável produtividade para o fator lâmina de irrigação

Causas de Variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F calculado	Probabilidade maior que F calculado
(CV)	(GL)	(SQ)	(QM)	Fc	Pr>Fc
Reressão linear	1	1979537,169	1979537,169	8,703	0,026 ^s
Regressão quadrática	1	558554,668	558554,668	2,456	0,168 ^{ns}
Regressão cúbica	1	911,657	911,657	0,004	0,952 ^{ns}
desvio	0	0,000	0,000	0,000	0,000
erro 1	6	1364652,727	227442,121		

^s significativo e ^{ns} não significativo a nível de 5 % de probabilidade de erro

Apêndice 32 - Tabela suplementar da análise de variância da variável produtividade para o fator dose de adubação nitrogenada em cobertura

Causas de Variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F calculado	Probabilidade maior que F calculado
(CV)	(GL)	(SQ)	(QM)	Fc	Pr>Fc
Reressão linear	1	8004640,029	8004640,029	51,178	0,000 ^s
Regressão quadrática	1	51124,033	51124,03292	0,327	0,573 ^{ns}
Regressão cúbica	1	570963,077	570963,0765	3,650	0,068 ^{ns}
desvio	0	0,000	0,000	0,000	0,000
erro 2	24	3753782,817	156407,6174		

^s significativo e ^{ns} não significativo a nível de 5 % de probabilidade de erro