



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
COORDENAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: IRRIGAÇÃO E DRENAGEM

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**PRODUÇÃO DE GIRASSOL SOB ADUBAÇÃO
ORGÂNICA E DIFERENTES LÂMINAS DE ÁGUA**

SALATIEL NUNES CAVALCANTE

Campina Grande - PB

Agosto - 2014

SALATIEL NUNES CAVALCANTE

Licenciado em Ciências Agrárias

**PRODUÇÃO DE GIRASSOL SOB ADUBAÇÃO
ORGÂNICA E DIFERENTES LÂMINAS DE ÁGUA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola do Centro de Tecnologia e Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande, como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de Mestre em Engenharia Agrícola (Área de Concentração: Irrigação e Drenagem).

Orientadores: Prof. Dr. Vera Antunes de Lima

Prof. Dr. Raimundo Andrade

Campina Grande - PB

Agosto – 2014



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
COORDENAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA



PARECER FINAL DO JULGAMENTO DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

SALATIEL NUNES CAVALCANTE

**PRODUÇÃO DE GIRASSOL SOB ADUBAÇÃO
ORGÂNICA E DIFERENTES LÂMINAS DE ÁGUA**

Aprovada em 29 de agosto de 2014

BANCA EXAMINADORA

PARECER

Prof^ª. Dra. Vera Lucia Antunes de Lima - Orientadora
UAEAg/CTRN/UFCG

Prof. Dr. Raimundo Andrade - Orientador
DAE/CCHA/UEPB

Prof. Dr. José Geraldo Rodrigues dos Santos - Examinador
DAE/CCHA/UEPB

Prof^ª. Dra. Maria Sallydelândia Sobral de Farias - Examinadora
UAEAg/CTRN/UFCG

Campina Grande - PB
Agosto - 2014

Aos meus pais, **Iolanda Pereira Nunes Cavalcante e José de Sá Cavalcante** (*In memoriam*), em agradecimento por terem me proporcionado à vida, pela educação exemplar e pelo apoio nas decisões por mim tomadas.

Dedico.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	vii
LISTA DE FIGURAS	viii
RESUMO	ix
ABSTRACT	x
1. INTRODUÇÃO	11
2. REVISÃO DE LITERATURA	13
2.1. Características Gerais da Cultura.....	13
2.2. Girassol Variedade Catissol.....	14
2.3. Estresse Hídrico.....	15
2.4. Uso de Biofertilizante Líquido na Agricultura.....	16
2.5. Uso da Urina de Vaca na Agricultura.....	17
2.6. Agricultura Orgânica.....	18
3. MATERIAL E MÉTODOS	20
3.1. Localização do Experimento.....	20
3.2. Solo da Área Experimental.....	20
3.3. Características da Água de Irrigação.....	22
3.4. Tratamentos e Delineamento Experimental.....	23
3.5. Preparo da Área Experimental.....	23
3.6. Semeadura e Condução do Experimento.....	24
3.7. Preparação do Biofertilizante.....	25
3.8. Preparação da Urina de Vaca.....	26
3.9. Manejo da Irrigação.....	27
3.10. Variáveis Analisadas.....	28
3.10.1. Crescimento.....	28
3.10.1.1. Altura de planta.....	28
3.10.1.2. Diâmetro do caule.....	28
3.10.1.3. Número de folhas.....	28
3.10.1.4. Área foliar.....	29
3.10.2. Fitomassa.....	29
3.10.3. Produção.....	29
3.10.3.1. Altura do capítulo.....	29
3.10.3.2. Diâmetro interno e externo do capítulo.....	29
3.10.3.3. Peso e número de aquênios por capítulo e peso de 100 aquênios.....	30
3.10.4. Qualidade da Produção.....	30

3.10.4.1. Extração com solventes pelo Método Soxhlet.....	30
3.11. Análise Estatística.....	33
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	34
4.1. Variáveis Relacionadas ao Crescimento das Plantas.....	34
4.2. Variáveis Relacionadas a Fitomassa das Plantas.....	38
4.3. Variáveis Relacionadas a Produção.....	42
4.4. Variáveis Relacionadas a Qualidade da Produção.....	45
5. CONCLUSÕES.....	47
REFERÊNCIAS.....	48

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.	Tabela 1. Atributos físicos do solo da área experimental utilizado para o cultivo girassol (<i>HelianthusAnnuus</i> L.) cultivar ‘Catissol’ sob aplicação de fertilizantes orgânicos e lâminas de irrigação. Campina Grande/PB, 2014.....	21
Tabela 2.	Atributos químicos do solo da área experimental utilizado para o cultivo girassol (<i>HelianthusAnnuus</i> L.) cultivar ‘Catissol’ sob aplicação de fertilizantes orgânicos e lâminas de irrigação. Campina Grande/PB, 2014.....	21
Tabela 3.	Atributos químicos da água utilizada para o cultivo girassol (<i>HelianthusAnnuus</i> L.) cultivar ‘Catissol’ sob aplicação de fertilizantes orgânicos e lâminas de irrigação. Campina Grande/PB, 2014.....	22
Tabela 4.	Atributos químicos do húmus de minhoca utilizado na adubação de fundação para o cultivo girassol (<i>HelianthusAnnuus</i> L.) cultivar ‘Catissol’ sob aplicação de fertilizantes orgânicos e lâminas de irrigação. Campina Grande/PB, 2014.....	23
Tabela 5.	Características do girassol ‘Catissol’, Correia (2009).....	24
Tabela 6.	Atributos químicos analisadas a partir da matéria seca do biofertilizante comum utilizado na fertilização do girassol (<i>HelianthusAnnuus</i> L.) cultivar ‘Catissol’ sob aplicação de fertilizantes orgânicos e lâminas de irrigação. Campina Grande/PB, 2014.....	26
Tabela 7.	Atributos químicos da urina de vaca utilizada na fertilização do girassol (<i>HelianthusAnnuus</i> L.) cultivar ‘Catissol’ sob aplicação de fertilizantes orgânicos e lâminas de irrigação. Campina Grande/PB, 2014.....	27
Tabela 8.	Resumo das análises de variância das variáveis altura de planta (AP), diâmetro caulinar (DC), número de folhas (NF) e área foliar (AF) de girassol (<i>HelianthusAnnuus</i> L.) cultivar ‘Catissol’ sob aplicação de fertilizantes orgânicos e lâminas de irrigação.....	34
Tabela 9.	Resumo das análises de variância das variáveis fitomassa caulinar (FMC), foliar (FMF), da parte aérea (FMPA), radicular (FMR) e relação raiz/parte aérea (R/PA) de girassol (<i>Helianthus Annuus</i> L.) cultivar ‘Catissol’ sob aplicação de fertilizantes orgânicos e lâminas de irrigação.....	38
Tabela 10.	Resumo das análises de variância das variáveis altura de capítulo (ACAP), diâmetro interno do capítulo (DICAP), diâmetro externo do capítulo (DECAP), peso de aquênios por capítulo (PAC), número de aquênios por capítulo (NAC) e peso de 100 aquênios (P100A) de girassol (<i>Helianthus Annuus</i> L.) cultivar ‘Catissol’ sob aplicação de fertilizantes orgânicos e lâminas de irrigação.....	43
Tabela 11	Resumo das análises de variância das variáveis teor de óleo (TOL), conteúdo de óleo em 100 aquênios (CO100A) e rendimento de óleo (ROL) de girassol (<i>Helianthus Annuus</i> L.) cultivar ‘Catissol’ sob aplicação de fertilizantes orgânicos e lâminas de irrigação.....	

LISTA DE FIGURAS

Figura 1:	Mapa da Paraíba com localização do município de Catolé do Rocha – PB.	20
Figura 2:	Ilustração do experimento conduzido no Campus IV da UEPB, Catolé do Rocha – PB. Campina Grande/PB, 2014.....	25
Figura 3.	Ilustração do processo de produção do biofertilizante utilizado na adubação de cobertura para o cultivo girassol (<i>Helianthus Annuus L.</i>) cultivar ‘Catissol’. Campina Grande/PB, 2014.....	26
Figura 4.	Extrator de gorduras e lipídios utilizado para extrair o óleo das sementes de girassol. Campina Grande/PB, 2014.....	31
Figura 5.	Pilão utilizado para triturar as sementes de girassol (A), cartucho de papel filtro com as sementes de girassol trituradas (B). Campina Grande/PB, 2014.....	31
Figura 6.	Pesagem de sementes de girassol, utilizando-se de uma balança de precisão Shimadzu, modelo AW220. Campina Grande/PB, 2014.....	32
Figura 7.	Altura de planta de girassol cultivar ‘Catissol’ (AP) sob aplicação de fertilizantes orgânicos. Campina Grande/PB, 2014.....	35
Figura 8.	Número de folhas de girassol cultivar ‘Catissol’ (NF) sob aplicação de lâminas de irrigação (B) e fertilizantes orgânicos (C). Campina Grande/PB, 2014. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$)	37
Figura 9.	Área foliar de girassol cultivar ‘Catissol’ (AF) sob aplicação de lâminas de irrigação (D) e fertilizantes orgânicos (E). Campina Grande/PB, 2014. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$).....	38
Figura 10.	Fitomassa das folhas de girassol cultivar ‘Catissol’ (FMF) em função das lâminas de irrigação dentro de cada fertilizante orgânico. Campina Grande/PB, 2014.....	39
Figura 11.	Fitomassa da parte aérea de girassol cultivar ‘Catissol’ (FMF) em função das lâminas de irrigação dentro de cada fertilizante orgânico. Campina Grande/PB, 2014.....	40
Figura 12.	Fitomassa da raiz (FMR) de girassol cultivar ‘Catissol’ em função das lâminas de irrigação dentro de cada fertilizante orgânico. Campina Grande/PB, 2014.....	41
Figura 13.	Relação raiz/parte aérea de girassol cultivar ‘Catissol’ (FMF) em função das lâminas de irrigação dentro de cada fertilizante orgânico. Campina Grande/PB, 2014.....	42
Figura 14.	Altura de capítulo de girassol cultivar ‘Catissol’ (AP) sob aplicação de fertilizantes orgânicos.....	44

CAVALCANTE, Salatiel Nunes. **Produção de girassol sob adubação orgânica e diferentes lâminas de água**. 2014. 44 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2014.

RESUMO

Os fertilizantes orgânicos são substâncias que contêm microorganismos vivos que, quando aplicados no solo, colonizam a rizosfera ou o interior da planta e promovem o crescimento da mesma pelo aumento da disponibilidade (P) e suprimento de nutrientes (N), ou aumentando o acesso aos nutrientes pela planta (maior superfície radicular). Diante do exposto, objetivou-se estudar a cultura do girassol cultivar ‘Catissol’ em função da aplicação de lâminas de irrigação e fertilizantes orgânicos em condições edafoclimáticas no semiárido brasileiro. A pesquisa foi desenvolvida na Estação Experimental Agroecológica no Centro de Ciências Humanas e Agrárias da Universidade Estadual da Paraíba, em condições de campo, no município de Catolé do Rocha/PB. O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados, com quatro repetições e 8 tratamentos, em arranjo fatorial de 4 x 2, totalizando 32 unidades experimentais. Foram avaliados os efeitos de quatro lâminas de irrigação (50, 75, 100 e 125% da ETc) e dois fertilizantes orgânicos (Biofertilizante e Urina de vaca) sobre variáveis biométricas, de produção e de qualidade do óleo da cultura do girassol. O sistema de irrigação adotado foi o localizado, utilizando-se o método de gotejamento, com turno de rega diário. As análises estatísticas foram realizadas e interpretadas a partir da análise de variância, pelo teste F, e análises de regressão, utilizando-se o programa SISVAR 5.3. O biofertilizante promove ganhos em altura de planta (AP), número de folhas (NF) e área foliar (AF) do girassol ‘Catissol’. O aumento da lâmina de irrigação até um limite em torno de 95 % da ETc favoreceu o número de folhas e a área foliar do girassol ‘Catissol’. O aumento da lâmina de irrigação até o limite em torno de 110% da ETc, favoreceu as fitomassas foliar e da parte aérea do girassol ‘Catissol’. O aumento da lâmina de irrigação provocou decréscimos lineares na fitomassa seca da raiz e na relação raiz/parte aérea de girassol ‘Catissol’ quando aplicado o biofertilizante. A urina de vaca não aumentou o rendimento do girassol ‘Catissol’ em relação ao biofertilizante. Os tipos de fertilizantes orgânicos e as lâminas de irrigação não afetaram a produção e a qualidade da produção do girassol ‘Catissol’.

Palavras chave: agricultura orgânica, oleaginosa, qualidade do óleo

CAVALCANTE, Salatiel Nunes. **Sunflower production under organic fertilization and different depths of water.** 2014. 44 f. Thesis (MS in Agricultural Engineering) - Federal University of Campina Grande, Campina Grande, in 2014.

ABSTRACT

Organic fertilizers are substances that contain live microorganisms which when applied to the soil, colonize the rhizosphere of the plant or the inner and promote the growth of the same by increasing the availability (P) and supply of nutrients (N), or increasing the access to nutrients by the plant (greater root surface). Given the above, the objective was to study the culture of sunflower cultivar Catissol depending on the application of irrigation and organic fertilizers on soil and climatic conditions in the Brazilian semiarid. The research was conducted in Agroecological Experimental Station in Center of Human and Agricultural Sciences, University of Paraíba, in field conditions, in the municipality of Catolé do Rocha / PB. The experimental design was a randomized block with four replications and eight treatments in a factorial arrangement of 4 x 2, totaling 32 experimental units. The effects of four irrigation levels (50, 75, 100 and 125% of ETc) and two organic fertilizers (cow urine and Biofertilizer) on biometric variables, production and oil quality of sunflower were evaluated. The irrigation system used was located using the drip method, with daily irrigation. Statistical analyzes were performed and interpreted from the analysis of variance, the F test, and regression analysis, using the SISVAR 5.3 program. The biofertilizer promotes gains in plant height (PH), leaf number (NF) and leaf area (LA) Sunflower 'Catissol'. The increase in water depth up to a limit around 95% of Etc favored leaf number and leaf area Sunflower 'Catissol'. The increase in water depth up to the limit around 110% of ETc, favored fitomassas leaf and shoot Sunflower 'Catissol'. The increase in water depth caused linear decreases in dry weight of the root and the root / shoot sunflower 'Catissol' when applied biofertilizer. The cow urine did not increase the yield of sunflower 'Catissol' to the biofertilizer. The types of organic fertilizers and irrigation levels did not affect the production and sunflower production quality 'Catissol'.

Key words: organic agriculture, oilseed, oil quality

1. INTRODUÇÃO

O girassol (*Helianthus annuus* L.) vem sendo largamente cultivado no Brasil para atender a demanda da indústria alimentícia, além de se destacar como uma das oleaginosas potencialmente promissoras, capazes de fomentar o programa Biodiesel no Brasil. Esta oleaginosa está inserida entre as espécies vegetais de maior potencial para a produção de energia renovável no Brasil, como matéria-prima para a produção de biocombustível, além de se constituir em uma importante opção para o produtor agrícola em sistemas envolvendo rotação ou sucessão de culturas (LOPES *et al.*, 2009).

A cultura do girassol destaca-se mundialmente como a quinta oleaginosa em produção de grãos (30,48 milhões de toneladas) e a quarta em rendimento em óleo (11,4 milhões de toneladas), sendo os Estados Unidos, Ucrânia, Rússia, Argentina e Turquia os maiores produtores mundiais, com base em estimativas da safra 2009/2010 (USDA, 2010; TOLEDO *et al.*, 2011).

O Brasil é um produtor pouco expressivo de girassol, com 0,36% da produção mundial. No entanto, a produção nacional vem crescendo nos últimos anos, de 62,5 mil toneladas de grãos produzidos na safra de 2004/2005 para 100,1 mil toneladas na safra de 2009/2010 (CONAB, 2010; TOLEDO *et al.*, 2011). Esse aumento ocorreu devido ao surgimento de indústrias interessadas em adquirir o produto para produção de biodiesel e pela necessidade dos agricultores por novas opções de cultivo (TOLEDO *et al.*, 2011).

O girassol é uma cultura exigente em nutrientes e, para atender esta exigência, Silva *et al.* (2010) recomendam o uso de fertilizantes orgânicos, que, além do fornecimento de nutrientes ao solo, podem mitigar o efeito danoso do excesso de sais da água irrigação sobre o mesmo e que, geralmente, são encontrados com facilidade na maioria das propriedades rurais.

O biofertilizante bovino, composto de esterco diluído em água, quando aplicado no solo, proporciona melhorias na velocidade de infiltração da água, devido a presença de compostos bioativos e substâncias húmicas, oriundos da fermentação da matéria orgânica (ALVES *et al.*, 2009), que podem contribuir para otimizar as condições edáficas, principalmente sobre as propriedades físicas (DIAS *et al.*, 2011).

De acordo com Cavalcante *et al.* (2010), além dos efeitos promovidos na estruturação física do solo, o esterco bovino líquido aplicado na superfície do substrato, forma uma camada de impedimento às perdas elevadas de água por evaporação, o que possibilita às células vegetais permanecerem túrgidas por mais tempo em relação às plantas que não o receberam.

Segundo Alencar (2012), a agricultura agroecológica tem se projetado como uma das alternativas viáveis à subsistência e geração de renda para a agricultura familiar. Este autor recomenda o uso de urina de vaca, que possibilita aos pequenos produtores uma alternativa para reduzir a dependência de insumos externos, principalmente os agrotóxicos, pois além de servir como fonte de nutrientes também tem efeito de defensivo e promotor de crescimento.

Portanto, pesquisas indicam que a urina de vaca é um recurso alternativo para nutrição de plantas, ativação metabólica e controle de pragas e doenças (GADELHA *et al.*, 2002; BOEMEKE *et al.*, 2002).

Dentre os recursos utilizados pelas plantas, considera-se que a água é o mais requerido e, ao mesmo tempo, o mais frequentemente limitante. Considera-se, desta forma, que a necessidade de se recorrer à prática da irrigação reflete o fato de que a água é essencial para a produtividade dos vegetais, cujo desenvolvimento é afetado de maneira significativa devido à disponibilidade hídrica, tanto pela sua falta ou excesso (TAIZ & ZEIGER, 2009).

Em condições de escassez hídrica, as taxas de assimilação de CO₂ são negativamente afetadas, principalmente, devido ao mecanismo de fechamento dos estômatos. Com o fechamento estomático, as plantas não só reduzem as perdas de água por transpiração, como também reduzem o suprimento de CO₂ para as folhas e, como consequência, a produção de biomassa das plantas é comprometida (PAIVA *et al.* 2005).

As informações técnico-científicas sobre o girassol sob níveis diferenciados de água e de fertilizantes orgânicos ainda são insuficientes. Dessa forma, faz-se necessária a realização de estudos dessa natureza, buscando conhecimentos mais concretos acerca desse assunto.

Diante do exposto, objetivou-se com este trabalho avaliar aspectos agronômicos, tais como caracterização biométrica, produção e qualidade da cultura do girassol cultivado sob diferentes lâminas de irrigação, adubado com biofertilizante e urina de vaca no semiárido brasileiro.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Características Gerais da Cultura

O girassol (*Helianthus annuus* L.) é uma dicotiledônea anual, pertencente à ordem *Asterales* e família *Asteraceae*. O gênero deriva do grego *helios*, que significa sol, e de *anthus*, que significa flor. É um gênero complexo, compreendendo 49 espécies e 19 subespécies, sendo 12 espécies anuais e 37 perenes (LINHARES, 2013).

Possui um sistema radicular profundo, pivotante e bastante ramificado, capaz de extrair água a maiores profundidades, e a capacidade de manutenção da fotossíntese, mesmo em condições adversas, permite tolerar curtos períodos de seca (DUTRA *et al.*, 2012). Possui haste, geralmente, única e uma inflorescência no seu ápice chamada de capítulo, sendo composta por flores sésseis, condensadas em receptáculo comum, discóide e rodeada por um involúcro de brácteas. Suas flores são classificadas em dois tipos: tubulosas (flores férteis) que são compostas de cálice, corola, androceu e gineceu e as linguladas (flores incompletas), que possuem um ovário, cálice rudimentar e corola transformada (TOLEDO *et al.*, 2011).

Com relação às fases de desenvolvimento da planta, conforme apontam os trabalhos de Schneiter & Miller (1981) e Silva (2012), são definidas duas fases principais, a fase vegetativa (V) e a reprodutiva (R), sendo a primeira dividida em V-E, V-1, V-2, V-3, V-n, e a última compreendendo os estágios de, R1 à R9. A fase vegetativa (V) inclui da germinação ao início da formação do broto floral, já a fase denominada reprodutiva (R), inclui do aparecimento do broto floral até a maturação fisiológica dos aquênios.

É possível tentar definir a duração máxima das diferentes fases do desenvolvimento. A fase de germinação e emergência tem duração de até 30 dias, formação das folhas até 54 dias (1º estágio), diferenciação do receptáculo até 78 dias (2º estágio), crescimento ativo (3º estágio) até 88 dias, floração (4º estágio) até 116 dias, formação da semente e acumulação de óleo (5º estágio) até 136 dias e maturação física até 161 dias (SILVA, 1990; SILVA, 2012).

Por ser uma planta alógama, que necessita de polinização cruzada, a presença de insetos polinizadores é imprescindível para produção de grãos. O girassol depende 100% da polinização realizada por insetos e que deste percentual cerca de 90% é atribuído à *Apis mellifera*. A polinização entomófila tem sido fundamental na produção de muitas culturas agrícolas em vários países do mundo. Além do aumento no número de frutos vingados, a polinização bem conduzida pode aumentar o número de grãos, melhorar a qualidade dos frutos, diminuir os índices de malformação, aumentar o teor de óleo e outras substâncias

extraídas dos frutos, encurtar o ciclo de certas culturas agrícolas e uniformizar o amadurecimento dos frutos, reduzindo as perdas na colheita (WILLIAMS *et al.*, 1991; TOLEDO *et al.*, 2011).

O fruto do girassol, que também é chamado de aquênio, é constituído de pericarpo (casca), mesocarpo e endocarpo (amêndoa) (VIANA, 2008). Nos genótipos comerciais, o peso de 1000 aquênios, são vulgarmente conhecidos como sementes ou grãos, varia de 30 a 60 g e o número mais frequente de aquênios pode variar entre 800 e 1700 por capítulo (LINHARES, 2013).

O girassol (*Helianthus annuus* L.) é uma espécie vegetal originária das Américas, que possui inúmeras aplicações no mundo contemporâneo (SILTA *et al.*, 2011). Sua domesticação pode ter ocorrido antes mesmo da do milho (LINHARES, 2013). Após a sua domesticação (a princípio era usado pelos indígenas como alimento e remédios) no final do século IV, foi levado para a Europa como planta ornamental, estendendo-se por países como Espanha, Itália, França, Bélgica, Holanda, Suécia, Alemanha e Inglaterra. Passou a ser utilizado como cultura oleaginosa a partir do século XVIII, mais precisamente na Inglaterra (DALL AGNOL *et al.*, 2005).

Como a maioria das espécies cultivadas, a planta de girassol proporciona diversas opções de uso, sendo a mais tradicional o consumo do fruto *in natura* para alimentação de aves. No processo de melhoramento e desenvolvimento da cultura, a destinação dos frutos, entretanto, foi redirecionada para a extração de óleo, que é a principal finalidade do girassol (GAZOLA *et al.*, 2012), sendo largamente cultivado objetivando o fornecimento de matéria-prima para a indústria alimentícia (SANTOS JÚNIOR *et al.*, 2011). O óleo, rico em vitamina E, é o principal produto obtido da semente, e o aumento de sua demanda tem sido relacionado à procura por alimentação mais saudável.

Portanto, o girassol é uma cultura de grande importância no setor econômico, social e alimentar, destacando-se, ainda, sua potencialidade quanto aos mecanismos morfofisiológicos à tolerância à seca, deste modo, sendo uma cultura que pode ser cultivada em regiões semiáridas, principalmente na época de escassez, podendo seu cultivo ser potencializado com uso de técnicas de conservação de água e solo (WANDERLEY, 2013).

2.2. Girassol Variedade Catissol

Lira *et al.* (2007) realizaram um estudo com o objetivo de avaliar genótipos de girassol no Rio Grande do Norte, visando caracterizar o comportamento produtivo de diversos cultivares de girassol quanto a produção de grãos, teor de óleo e outras características agronômicas identificando os tipos mais promissores para a produção de óleo para fabricação de biocombustível. Dentre os tipos avaliados, estava a variedade Catissol, que apresentou alto potencial para a produtividade com o rendimento médio em grãos de 2245 kg/há.

O cultivar possui ciclo precoce, boa uniformidade de maturação, excelente rusticidade, boa produtividade, tolerância às doenças e teor de óleo acima de 40% tendo um grande potencial para produção de grãos (CORREIA, 2009).

2.3. Estresse Hídrico

A ocorrência de déficit hídrico em plantas cultivadas afeta o crescimento e o desenvolvimento das culturas em todo o mundo. Desde os antigos povos sumérios, o homem tem procurado uma alternativa mais efetiva do aproveitamento da água para superar os efeitos do déficit hídrico às plantas (DUTRA, 2014). As respostas das plantas às condições de estresse hídrico variam de acordo com a espécie, cultivar, tempo de exposição e fatores edáficos, entre outros. Não existe uma única variável fisiológica que, por si só, seja indicativa de tolerância à seca (NASCIMENTO *et al.*, 2011).

A região semiárida do Nordeste brasileiro enfrenta, ao longo dos tempos, problemas relacionados ao manejo da água de chuva e a conservação do solo, com baixa ocorrência de chuvas e distribuição irregular no espaço e no tempo, havendo alta intensidade em períodos curtos, se configurando como um fator limitante para as atividades agrícolas nessa região (OLIVEIRA *et al.*, 2012). A tolerância à seca é uma característica de plantas capazes de resistirem melhor à seca e exibir em maior capacidade de obtenção da água ou de apresentar em maior eficiência no uso da água disponível (TAIZ e ZEIGER, 2009). Por muito tempo, o girassol foi considerado uma espécie de clima temperado, mas o melhoramento genético e várias pesquisas, permitem hoje a possibilidade de altos rendimentos na região Nordeste (OLIVEIRA *et al.*, 2008), apresentando capacidade de adaptação a diversos ambientes, podendo tolerar altas e baixas temperaturas e estresse hídrico (SILVA *et al.*, 2013).

A água é um dos fatores mais indispensáveis para a produção agrícola, devendo-se ter a máxima atenção para com seu uso, pois a sua falta ou excesso afeta o rendimento das

culturas significativamente, tornando-se necessário o manejo racional para maximizar a produção (LIMA *et al.*, 2013).

A deficiência hídrica exerce influências negativas sobre as plantas e, na maioria dos casos, seus danos são mensurados mediante o acompanhamento dos processos que, em geral, estão relacionados ao crescimento, como as alterações que ocorrem a nível morfológico e no acúmulo de biomassa, por parte dos distintos órgãos vegetais (SILVA, 2012). Em condições de déficit hídrico, as plantas exibem frequentemente, respostas fisiológicas que resultam de modo indireto, na conservação da água no solo, como se estivessem economizando para períodos posteriores (WANDERLEY, 2013). Segundo Leite *et al.* (2005), quando a deficiência hídrica incide nos estádios iniciais da estação de cultivo do girassol, a planta manifesta, a nível celular, perdas no turgor e, em consequência, redução do crescimento afetando, sobremaneira, a morfologia de órgãos como raízes, folhas, pecíolos, caules e capítulos.

Vários índices fisiológicos estão relacionados com o uso da água pelas plantas, com destaque para a fotossíntese e a condutância estomática, pois um ajuste osmótico, assim como o fechamento dos estômatos, permite as plantas escaparem da desidratação e da perda do turgor pela manutenção do conteúdo de água nas células (ROZA, 2010). Toureiro *et al.* (2007) relatam que, dentre os mecanismos fisiológicos adaptativos desenvolvidos pela cultura do girassol perante o déficit hídrico, se destaca a aceleração do processo de senescência das folhas, que restringem a área foliar e, em contrapartida, a superfície exposta às perdas, por transpiração.

O enchimento dos aquênios se consolida a partir das reservas que são acumuladas nos diferentes órgãos vegetais, destacando-se as folhas, os pecíolos e o caule, (ZOBIOLE *et al.*, 2010). A redução no número de folhas e, por conseguinte a área foliar total influencia diretamente na produção do girassol, como explica Wanderley (2013), ao afirmar que, nesta espécie, as folhas constituem a principal fonte de produção de fotoassimilados, que são essenciais para o enchimento dos aquênios, onde qualquer incidência de déficit hídrico, independente do período de crescimento, acarreta reduções no desempenho agrônômico em decorrência da redução do próprio número de folhas emitidas, bem como pela perda de turgescência das folhas remanescentes.

2.4. Uso de Biofertilizante Líquido na Agricultura

O biofertilizante funciona como ativador do crescimento das plantas, atua no suprimento de nutrientes essenciais ao metabolismo vegetal e na ciclagem de nutrientes, contribui também para a melhoria física, química e biológica do solo (MESQUITA *et al.*, 2010), podendo ser considerado uma das alternativas na busca de se melhorar o desenvolvimento vegetativo de culturas em sistemas naturais de cultivo (SILVA *et al.*, 2011), contribuindo para a melhoria de alguns atributos físicos do solo, tais como, a velocidade de infiltração, atuando também no controle de pragas e agentes de doenças, através de substâncias com ação fungicida, bactericida e/ou inseticida presentes em sua composição (EMBRAPA, 2006), podendo ser aplicado sobre a folha (adubo foliar), sobre as sementes, no solo e via fertirrigação ou em hidroponia, em dosagens diluídas em água (SILVA *et al.*, 2007).

Biofertilizantes líquidos são produtos naturais obtidos da fermentação de materiais orgânicos com água, na presença ou ausência de ar (processos aeróbicos ou anaeróbicos). Podem possuir composição altamente complexa e variável, dependendo do material empregado, contendo quase todos os macro e micro elementos necessários à nutrição vegetal (SILVA *et al.*, 2007). No entanto, a concentração da solução, a mistura da matéria-prima e dos minerais e o pH deverão estar compatibilizados, para que, quimicamente, o produto final seja benéfico à planta e não cause injúrias (NETO, 2006), pois elevados teores de matéria orgânica podem proporcionar desbalanço nutricional no solo e, em consequência, redução no desenvolvimento e produção final da cultura, (OLIVEIRA *et al.*, 2009; NOBRE *et al.*, 2010).

Estudos com o uso do biofertilizante foram realizados com diversas culturas, tal como a bananeira Nanicão, analisada por Santos *et al.* (2014), relatando que comprimento e o diâmetro do fruto médio do segundo ciclo da bananeira Nanicão aumentaram com o incremento da dosagem de biofertilizante até limites ótimos, proporcionando valores máximos dessas variáveis nos três ciclos estudados, sendo que essas mesmas variáveis apresentaram um decréscimo, quando foram submetidas a doses acima dos limites ótimos. Os autores afirmam que a superioridade do comprimento do fruto médio do segundo ciclo, em relação à do primeiro, pode ser explicada pela melhoria crescente das características do solo, com o passar do tempo, devido à aplicação de biofertilizantes.

2.5. Uso da Urina de Vaca na Agricultura

A urina de vaca pode ser considerada um subproduto da atividade pecuária, além de amplamente disponível em muitas propriedades rurais. Por ser rica em elementos minerais, considera-se que forneça nutrientes e outras substâncias benéficas às plantas a custo reduzido; além disso, seu uso não causa risco à saúde de produtores e consumidores, estando praticamente pronta para uso, bastando apenas acrescentar água (OLIVEIRA *et al.*, 2010). Outro aspecto importante é o de permitir a integração das atividades da pecuária e da horticultura, podendo proporcionar diminuição do custo de produção das culturas, devido ao menor gasto com adubos (GADELHA *et al.*, 2003); (OLIVEIRA *et al.*, 2010).

Resultados positivos da urina de vaca em crescimento de plantas têm sido relatados em trabalhos de pesquisas com as culturas de alface e pimentão. Em alface, aplicação no solo de 20 mL por planta de solução de urina de vaca na concentração de 0,86% proporcionou acréscimo de 10,3% na massa da matéria fresca das plantas (GADELHA *et al.*, 2003). Em pimentão, pulverizações semanais de soluções de urina (0 a 5,0%), a partir de 15 dias após o transplante até penúltima colheita, proporcionou aumento linear na produção de frutos (OLIVEIRA *et al.*, 2010).

Apesar de ser considerada como recurso alternativo para nutrição de plantas, ativação metabólica e controle de pragas e doenças e do fato de horticultores já estarem utilizando a urina de vaca em seus cultivos, a confirmação e compreensão dos seus efeitos sobre o crescimento das plantas ainda requerem maior aprofundamento científico (OLIVEIRA *et al.*, 2010).

2.6. Agricultura Orgânica

De acordo com o art. 1 § 2º da Lei 10.831, a agricultura orgânica compreende todos os sistemas agrícolas que promovam a produção sustentável de alimentos, fibras e outros produtos não alimentícios (cosméticos, óleos essenciais etc.) de modo ambiental, social e economicamente responsável. Tem por objetivo otimizar a qualidade em todos os aspectos da agricultura, do ambiente e da sua interação com a humanidade pelo respeito à capacidade natural das plantas, animais e ambientes (PESAGRO-RIO, 2009).

O papel da agricultura orgânica deve ser o de sustentar e aumentar a saúde do solo, das plantas, dos animais, do homem e do planeta, seja por meio do manejo do solo, do processamento dos alimentos, da distribuição ou do consumo. Entende-se que somente em

solo saudável é possível produzir alimentos que vão sustentar animais e pessoas de forma saudável, influenciando a saúde das comunidades que, por sua vez, não pode ser separada da saúde do ecossistema no qual se inserem, assim, quaisquer substâncias, sejam adubos químicos, agrotóxicos, drogas veterinárias e aditivos para o processamento dos alimentos, que possam, de alguma forma, ter efeito adverso à saúde das pessoas, dos animais, das plantas ou do ecossistema devem ser evitadas (PESAGRO-RIO, 2009).

Atualmente, o novo modelo agrícola, que surge em meio às preocupações ambientais, traz a busca por uma agricultura sustentável (DUTRA, 2014). Parte da população mundial tem exigido a produção de alimentos orgânicos livres de contaminantes químicos danosos à saúde. Isto só é viabilizado se for empregado um modelo de produção agrícola que proteja o meio ambiente, a saúde do produtor rural e a do consumidor, garantindo os insumos orgânicos como de significativa importância para o sucesso da agricultura com base ecológica (FIGUEREDO, 2012).

A agricultura orgânica familiar é considerada como uma alternativa para melhorar a qualidade de vida dos pequenos produtores, onde as condições climáticas geram desafios para a relação sociedade-natureza, além disso, a procura por produtos orgânicos tem aumentado em torno de 10% ano no mercado interno e 20 a 30% no mercado externo, assim, a agricultura ou o cultivo orgânico surge como uma busca pela melhor qualidade de vida ou uma das alternativas para essa busca, procurando-se manter a estrutura e a produtividade do solo, trabalhando em harmonia com a natureza, através de práticas ecológicas (DUTRA, 2014).

Os produtos orgânicos comercializados incluem frutas e legumes frescos, nozes e frutas secas, especiarias, ervas, vegetais processados, cacau, óleos vegetais, doces, alimentos processados e bebidas de frutas; enquanto que os não alimentares incluem algodão, óleos essenciais para cosméticos e flores de corte (PESAGRO-RIO, 2009).

No solo, os adubos orgânicos melhoram as características físicas, químicas e biológicas, além de proporcionar às plantas maior tolerância ao ataque de pragas e doenças quando aplicados na forma líquida via foliar e de funcionar como estimulante fito-hormonal, resultando em plantas mais equilibradas (SANTOS *et al.*, 2014).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Localização do Experimento

A pesquisa foi conduzida, em condições de campo, entre 13 de setembro a 22 de dezembro de 2013, no Centro de Ciências Humanas e Agrária pertencente à Universidade Estadual da Paraíba, no município de Catolé do Rocha-PB, cujas coordenadas geográficas são 6°20'38"S e 37°44'48"W. O município, que está numa altitude de 275 m, tendo período de chuvas concentrado entre os meses de fevereiro a abril, com média de precipitação pluviométrica anual aproximadamente de 800 mm. O clima do município, de acordo com a classificação de Koppen, é do tipo BSW^h, ou seja, quente e seco do tipo estepe, com temperatura média mensal superior a 18 °C, durante o ano.

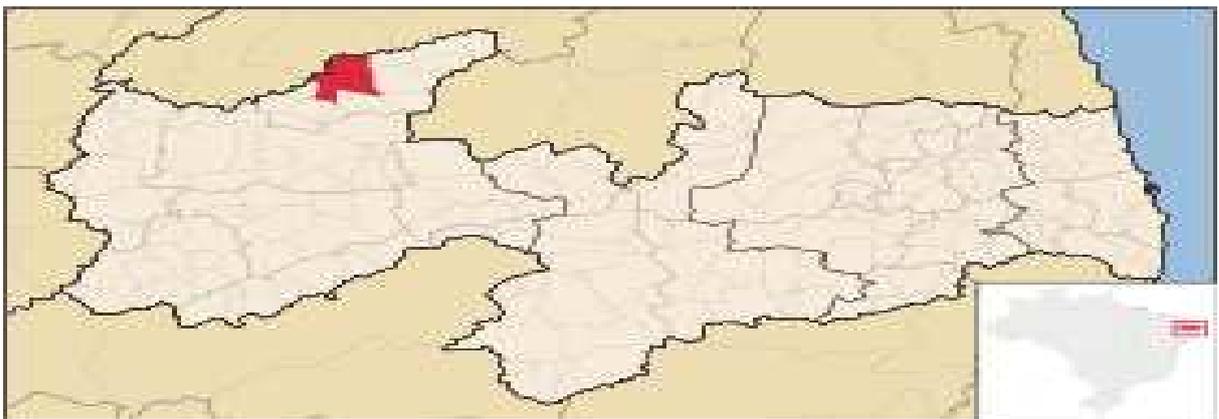


Figura 1: Mapa da Paraíba com localização do município de Catolé do Rocha – PB.

3.2. Solo da área Experimental

O solo da área experimental é classificado como Neossolo Flúvico de textura franco arenosa. Antes da instalação do experimento, foram coletadas amostras simples na camada superficial do solo (0 – 30 cm) e, após serem secas ao ar, foram submetidas a um processo de homogeneização, obtendo-se uma amostra completa na qual foi encaminhada ao laboratório e caracterizada quanto aos atributos físicos (Tabela 2) e químicos (Tabela 3), conforme metodologia proposta pela Embrapa (1997).

Tabela 1. Atributos físicos do solo da área experimental. Campina Grande/PB, 2014.

Análise de Solo	
Atributos Físicos	Profundidade (cm)
	0-30
Granulometria – g kg⁻¹	
Areia	660,3
Silte	181,1
Argila	158,6
Classificação Textural	Franca Arenosa
Densidade do Solo - g cm⁻³	1,67
Densidade de Partículas - g cm⁻³	2,65
Porosidade - %	36,98
Umidade - g kg⁻¹	
Natural	6,2
33,4 kpa g kg ⁻¹ (CC)	172,0
1519,9 kpa g kg ⁻¹ (PMP)	68,8
Água Disponível	102,2

Fonte: Laboratório de Irrigação e Salinidade (LIS), UFCG, Campina Grande/PB, 2014.

Tabela 2. Atributos químicos do solo da área experimental. Campina Grande/PB, 2014.

Análise de Solo - Fertilidade/Salinidade	
Atributos Químicos	Profundidade (cm)
	0 – 30
Cálcio - Cmolc kg ⁻¹	5,09
Magnésio - Cmolc kg ⁻¹	1,66
Sódio - Cmolc kg ⁻¹	0,26
Potássio - Cmolc kg ⁻¹	0,70
SB - Cmolc kg ⁻¹	7,71
Hidrogênio - Cmolc kg ⁻¹	0,00
Alumínio - Cmolc kg ⁻¹	0,00
CTC _{total} - Cmolc kg ⁻¹	7,71
Carbonato de Cálcio Qualitativo	Ausência
Carbono Orgânico - g kg ⁻¹	6,9
Matéria Orgânica - g kg ⁻¹	10,09
Nitrogênio - g kg ⁻¹	0,6
Fósforo Assimilável - mg/ 100g	3,27
pH H ₂ O (1:2,5)	8,20
CE – mmhos/cm (Suspensão Solo-Água)	1,53
Extrato de Saturação - pH	7,88

Cloreto - mmolc L ⁻¹	3,75
Carbonato - mmolc L ⁻¹	0,00
Bicarbonato - mmolc L ⁻¹	3,80
Sulfato - mmolc L ⁻¹	Ausência
Cálcio - mmolc L ⁻¹	2,25
Magnésio - mmolc L ⁻¹	2,75
Potássio - mmolc L ⁻¹	0,79
Sódio - mmolc L ⁻¹	2,74
Porcentagem de Saturação	22,00
Relação de Adsorção de Sódio (mmol L ⁻¹)	1,73
PST	3,37
Salinidade	Não Salino
Classe do Solo	Normal

Fonte: Laboratório de Irrigação e Salinidade (LIS), UFCG, Campina Grande/PB, 2014.

3.3. Características da Água de Irrigação

As características químicas da água estão disponíveis na Tabela 4. A água não apresenta problemas de salinidade, sendo classificada como C₃S₁, podendo ser utilizada para a cultura do girassol sem riscos para o crescimento e produção. A análise química da água (Tabela 4) foi realizada pelo Laboratório de Irrigação e Salinidade (LIS) do Centro de Tecnologia e Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG.

Tabela 3. Atributos químicos da água utilizada no experimento para o cultivo girassol. Campina Grande/PB, 2014.

ATRIBUTOS	VALORES
Ph	8,13
Condutividade Elétrica (μS. Cm ⁻¹)	990
Cálcio (meq L ⁻¹)	2,61
Magnésio (meq L ⁻¹)	2,96
Sódio (meq L ⁻¹)	5,50
Potássio (meq L ⁻¹)	0,49
Carbonatos (meq L ⁻¹)	0,44
Bicarbonatos (meq L ⁻¹)	3,67
Cloretos (meq L ⁻¹)	4,97
Sulfatos (meq L ⁻¹)	Presença
Relação de Adsorção de Sódio (RAS)	3,29
Classe de Água	C3

Fonte: Laboratório de Irrigação e Salinidade (LIS), UFCG, Campina Grande/PB, 2014.

3.4. Tratamentos e Delineamento Experimental

Os tratamentos foram compostos pela combinação dos seguintes fatores: quatro lâminas de irrigação ($L_1= 50\%$; $L_2= 75\%$; $L_3= 100\%$ e $L_4= 125\%$ da ETc) e dois tipos de fertilizantes orgânicos ($B_1=$ Biofertilizante comum e $B_2=$ Urina de vaca) na produção do girassol orgânico.

O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados, num arranjo fatorial 4 x 2, com quatro repetições, totalizando 8 tratamentos e 32 parcelas experimentais, cada parcela tinha 4 metros de comprimento e foi constituída por 16 plantas úteis, resultando em um total de 512 plantas experimentais, em fileira simples, mais 24 fileiras de bordadura, espaçadas em 1,0 m entre fileiras e 0,25 m entre plantas. A área total ocupada pelo experimento foi de 270 m².

3.5. Preparo da Área Experimental

Aos 07 dias antes do plantio do girassol, foi realizada uma aração profunda na área, seguida de duas gradagens cruzadas. Posteriormente, procedeu-se a demarcação das linhas de plantio manual no terreno com a utilização de enxada, revolvendo o solo na profundidade de 0-30 cm, objetivando oferecer condições adequadas ao semeio de sementes de girassol. A adubação de fundação foi realizada com húmus de minhocas vermelha da Califórnia, tendo sido utilizados 2 kg/ m linear por sulco, de acordo com a recomendação da análise do solo.

Tabela 4. Atributos químicos do húmus de minhoca utilizado no experimento. Campina Grande/PB, 2013.

Atributos Químicos	Valores
Cálcio (cmol _c /dm ³)	35,40
Magnésio (cmol _c /dm ³)	19,32
Sódio (cmol _c /dm ³)	1,82
Potássio (cmol _c /dm ³)	1,41
Soma de bases (cmol _c /dm ³)	57,95
Hidrogênio (cmol _c /dm ³)	0,00

Alumínio (cmol _c /dm ³)	0,00
CTC (cmol _c /dm ³)	57,95
Carbonato de Calcio Qualitativo	Presente
Fósforo Assimilável (mg/100g)	55,14
pHH ₂ O(1:2,5)	7,38
C. E. (suspensão solo-água)	2,11

Análise realizada no Laboratório de Irrigação e Salinidade (LIS/DEAg/CTRN/UFMG) Campina Grande –PB 2012

3.6. Semeadura e Condução do Experimento

O semeio foi realizado manualmente, sendo utilizadas sementes da variedade ‘Catissol’, cujas características estão inseridas na Tabela 4, em espaçamento de 1,0 m entre linhas e 0,25 m entre plantas, numa densidade populacional de 40.000 plantas/ha, utilizando-se 05 sementes por cova distribuídas de forma equidistante a uma profundidade de 2 cm. Aos 20 dias após a semeadura (DAS), realizou-se um desbaste com a finalidade de se deixar apenas as plantas mais desenvolvidas.

Tabela 4. Características do girassol ‘Catissol’, Correia (2009).

Tipo	Variedade
Origem	Cruzamento e recombinação de diversos genótipos
Planta	Porte: ereto Altura: 1,70 m
Flor	Tipo: capítulo Diâmetro médio: 22 cm
Semente	Tipo: aquênio Cor: preta Peso médio de 1000 aquênios: 70 g

Após 30 DAS, foram iniciadas as aplicações dos fertilizantes líquidos em intervalos de 10 dias sendo aplicado, via solo, 300 ml do biofertilizante por metro linear.

A urina de vaca foi aplicada numa diluição de 1% Tana quantidade de 300 ml por metro linear de sulco.

Durante a condução do experimento, foram efetuadas capinas manuais, conforme as necessidades de manutenção da cultura do girassol (*Heliantus annus* L.) mantendo-a livre de inços para evitar concorrência em nutrientes, água e luminosidade.



Figura 1. Ilustração do experimento conduzido no Campus IV da UEPB, Catolé do Rocha – PB. Campina Grande/PB, 2014.

3.7. Preparação do Biofertilizante

O biofertilizante foi obtido por fermentação anaeróbica, isto é, em ambiente hermeticamente fechado em recipiente plástico com capacidade para 240 litros (Figura 2), denominado de biodigestor. Para liberação do gás metano produzido no interior do biodigestor pela fermentação das bactérias anaeróbicas, foi acoplada uma mangueira em sua base superior, na qual foi imersa em um recipiente com água (garrafa pet 2 L), localizado ao nível da extremidade inferior do mesmo. O biofertilizante foi produzido utilizando-se 70 kg de esterco bovino de vacas em lactação e 120 litros de água, adicionando-se 5 kg de açúcar e 5 litros de leite para acelerar o metabolismo das bactérias, mantendo 10% do espaço livre do biodigestor para não provocar danificação do recipiente, com o aumento temporário do volume, durante a fermentação.

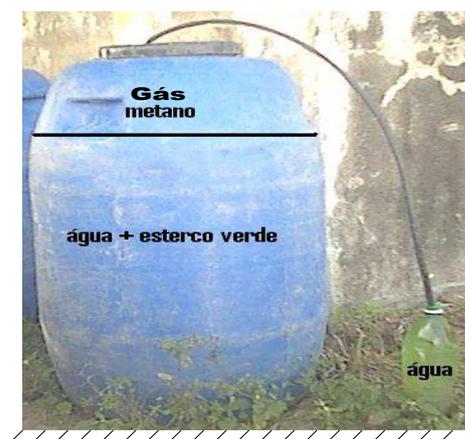


Figura 2. Ilustração do processo de produção do biofertilizante anaeróbico. Campina Grande/PB, 2014.

As aplicações do biofertilizante foram efetuadas diretamente ao solo em intervalos de 10 dias, a partir dos 30 dias após a semeadura (DAS). Antes da aplicação, o mesmo foi submetido ao processo de filtragem por tela para reduzir os riscos de obstrução dos furos do crivo do regador.

Tabela 6: Atributos químicos da matéria seca do biofertilizante comum utilizado no experimento. Campina Grande/PB, 2014.

Especificação	Biofertilizante
Ph	4,68
CE - dS m ⁻¹	4,70 4,68
Nitrogênio (%)	1,00
Fósforo (mg/dm ³)	296,20
Potássio (cmol _c L ⁻¹)	0,71
Cálcio (cmol _c L ⁻¹)	3,75
Magnésio (cmol _c L ⁻¹)	3,30
Enxofre (mg.dm ⁻³)	14,45
Sódio (cmol _c .dm ⁻³)	1,14

*Análises feitas no Laboratório de Fertilidade do Solo da Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife/PE.

3.8. Preparação da Urina de Vaca

A urina de vaca foi coletada pela manhã no horário da ordenha do rebanho leiteiro da Fazenda Boqueirão, município de Catolé do Rocha - PB de propriedade do Sr. Manoel Alves e guardada em recipientes hermeticamente fechados, diluídos somente no momento da aplicação.

Tabela 7. Atributos químicos da urina de vaca utilizada no experimento. Campina Grande/PB, 2014.

ESPECIFICAÇÕES	URINA DE VACA	
Ph	6,70	-
CE (dS m ⁻¹)	n/a*	-
NUTRIENTES	(%)	(g L⁻¹)
Nitrogênio	0,28	2,80
Fósforo	0,48	4,80
Potássio	1,00	10,00
Cálcio	0,03	0,30
Magnésio	0,04	0,40
Sódio	n/a	-
Enxofre	n/a	-

Análise realizada no Laboratório IBRA, Sumaré-SP; Valores da análise laboratorial; Valores transformados, em g L⁻¹.

3.9. Manejo da Irrigação

O girassol foi irrigado através do método de irrigação localizado, pelo sistema de gotejamento, utilizando-se fitas gotejadoras de 16 mm com gotejos autocompensantes e vazão de 1,6 L/hora⁻¹, espaçados 0,40 m entre si, com água fornecida através de um aquífero próximo ao local do experimento.

As irrigações foram feitas diariamente, sendo as quantidades de água aplicadas calculadas com base na evaporação do tanque classe A, repondo-se no dia seguinte o volume correspondente à evaporação do dia anterior. Para o cálculo dos volumes de água aplicados, considerou-se um coeficiente do tanque classe A de 0,75 (DOORENBOS; PRUITT, 1977) e coeficientes de cultivos para os diferentes estádios de desenvolvimento da cultura (DOORENBOS; KASSAN, 1994), além de valores diferenciados de coeficiente de cobertura ao longo do ciclo da cultura, sendo a necessidade de irrigação líquida (NIL) diária determinada pela seguinte equação:

$$\text{NIL Diária} = 0,88 \times Kc \times Epan \times Cs$$

Onde: Kc é o coeficiente de cultivo da cultura (tabelado); Epan é a evaporação diária do tanque classe A, em mm; e Cs é o índice de cobertura do solo (tabelado).

A necessidade de irrigação bruta (NIB) diária foi determinada pela seguinte equação:

$$\text{NIB Diária} = \text{NIL Diária} / (1 - FL) \times Ei$$

Onde: E_i é a eficiência do sistema de irrigação, considerado igual a 0,90 para o sistema utilizado; e FL é a fração de lixiviação, estimada pela equação $FL = CEa / (5 \times CEes - CEa)$, onde CEa é a condutividade elétrica da água de irrigação e $CEes$ é a condutividade elétrica limite do extrato de saturação do solo, em que o rendimento potencial da cultura ainda é de 100%.

3.10. Variáveis Analisadas

A coleta dos dados das variáveis estudadas foi efetuada no final do experimento, sendo analisadas três (3) plantas úteis por parcela elegidas ao acaso.

3.10.1. Crescimento

3.10.1.1. Altura de planta.

A altura de planta (AP) foi medida do colo ao ápice da planta, utilizando uma trena graduada em cm.

3.10.1.2. Diâmetro do caule.

O diâmetro do caule (DC) foi mensurado, com uso de um paquímetro digital graduado em mm, na região do colo da planta.

3.10.1.3. Número de folhas.

O número de folhas (NF) foi obtido mediante contagem, sendo consideradas as que apresentaram comprimento mínimo de 2,0 cm.

3.10.1.4. Área foliar (AF)

Na medição das folhas, foram consideradas as que apresentaram comprimento mínimo de 2,0 cm, com as leituras sendo realizadas no final do experimento. O cálculo da área foliar

unitária (AF) foi realizado medindo-se o comprimento da folha x largura x fator de ajuste (0,85). A área foliar da planta foi determinada multiplicando-se o número de folhas pela área foliar unitária.

3.10.2. Fitomassa

As observações, relativas aos componentes de fitomassa das plantas de girassol foram analisadas pelo método destrutivo conforme resultados obtidos através da massa seca de folhas, caule, raiz e total de plantas de girassol (g planta^{-1}) e da relação parte aérea/raiz (PA/R). Todo o material foi colocado em estufa de circulação de ar forçado a 65 °C, durante 48 horas, até encontrar peso constante, mensurado em balança de precisão.

3.10.3. Produção

3.10.3.1. Altura do capítulo.

A altura do capítulo (AC) foi mensurada do colo da planta até a parte basal do respectivo capítulo.

3.10.3.2. Diâmetro interno e externo do capítulo.

O diâmetro interno (DCap.) e externo (DECap.) do capítulo foram mensurados, com uso de uma fita métrica graduado em centímetros (cm) para posterior transformação desses valores em milímetros (mm), com leituras efetuadas na extremidade superior e inferior das bordas do capítulo.

3.10.3.3. Peso de aquênios por capítulo, número de aquênios por capítulo e peso de 100 aquênios.

As observações, relativas aos componentes de produção peso de aquênios por capítulo e peso de 100 aquênios foram quantificados em balança de precisão, enquanto que o número de aquênios por capítulo foi mensurado por meio de contagem.

3.10.4. Qualidade da Produção

As observações, relativas aos componentes de qualidade da produção do girassol foram realizadas conforme resultados obtidos através do teor de óleo, conteúdo de óleo em 100 aquênios e rendimento do óleo. Essas variáveis foram mensuradas a parti da extração do óleo dos aquênios do girassol utilizando solventes, pelo método de Soxhlet.

3.10.4.1. Extração com solventes pelo Método Soxhlet

Para a extração de óleo com solventes, utilizou-se um extrator de óleos e gorduras (Figura 3) que aplica o método de extração *Soxhlet*, criado, em 1879, por Franz Von Soxlet, para a extração de lipídios a partir de um material sólido.

O método Soxhlet utiliza um aparato que permite a extração de lipídios através da continua passagem de um solvente através da amostra, tendo como características: O uso do refluxo do solvente pelo extrator; uso de amostras sólidas; a amostra não fica em contato direto com o solvente em ebulição. Esta técnica inicia-se colocando a amostra dentro de um cartucho de papel filtro (Figura 4B) e este dentro de uma cápsula de extração. O solvente é aquecido no balão, originando vapor. O vapor proveniente do solvente aquecido passa por um condensador onde é refrigerado, passando ao estado líquido e circulando dentro da cápsula que contem a amostra, arrastando os compostos solúveis presentes. Após vários ciclos, obtém-se o extrato solubilizado no solvente. O solvente é então evaporado, obtendo-se o extrato final o óleo.

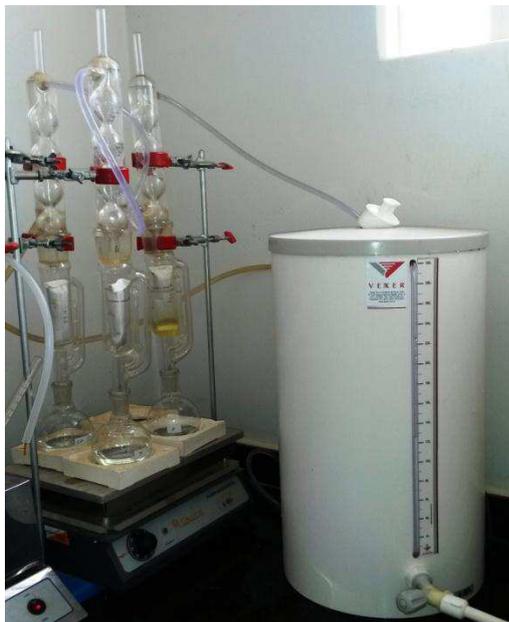


Figura 3. Extrator de gorduras e lipídios utilizado para extrair o óleo das sementes de girassol. Campina Grande/PB, 2014.

Na realização deste trabalho, foram utilizados dois tipos de solvente: álcool etílico P.A. (Marca NEON, Ref. 00486, 99,5% de pureza) e hexano P.A. (Marca NEON, Ref. 01512) em uma proporção de um para três dos respectivos solventes para a extração do óleo contido na semente de girassol.

Para a extração de óleo com solventes, fez-se necessário a redução da partícula para que haja um aumento da porosidade e como consequência, uma maior interação entre o solvente e o material oleaginoso, (CORREIA, 2009).

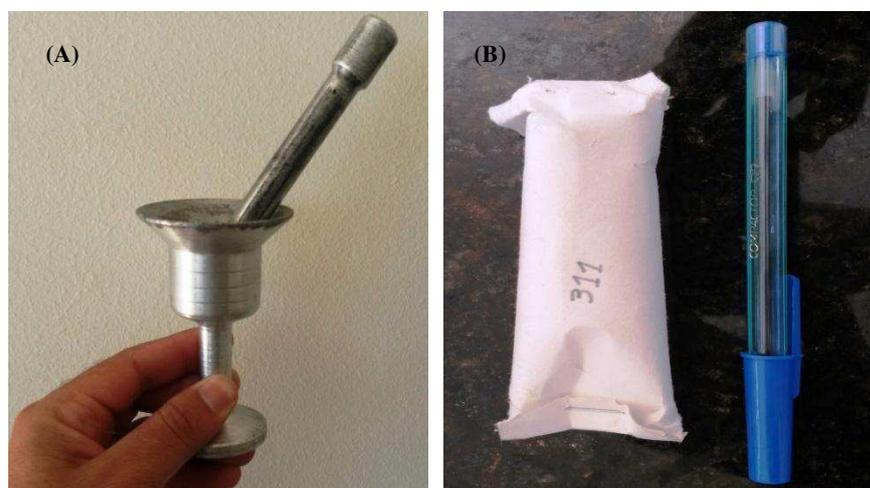


Figura 4: Pilão utilizado para triturar as sementes de girassol (A), cartucho de papel filtro com as sementes de girassol trituradas (B). Campina Grande/PB, 2014.

No processo de preparação das amostras utilizadas nas extrações, as sementes foram trituradas com o auxílio de um “pilão” (Figura 4A).

Pesou-se cada amostra em uma balança de precisão (Figura 5), em seguida, a massa foi transferida para os cartuchos de papel filtro, sendo devidamente lacrados. Os cartuchos foram colocados nas cápsulas de extração e posteriormente acoplados ao extrator de gorduras, adicionou-se 150 ml do solventes hexano e álcool etílico em uma proporção de 1 para 3, respectivamente, no beker do extrator, sendo o mesmo conectado a cápsula de extração.

Iniciou-se o aquecimento e o gotejamento do solvente foi monitorado até seu ponto inicial (início da contagem do tempo de extração). O gotejamento foi regulado entre 80 a 90 gotas por minuto, segundo as recomendações do fabricante.

O tempo de extração em estudo foi de 4, 6 e 8 horas. Após a extração, a válvula de refluxo foi fechada e o solvente foi recuperado. O beker, contendo a miscela, foi desacoplado do sistema e foi levado para a estufa com circulação e renovação de ar para a evaporação do solvente até o conjunto (beker + óleo) apresentar peso constante. O teor de óleo foi determinado por gravimetria.

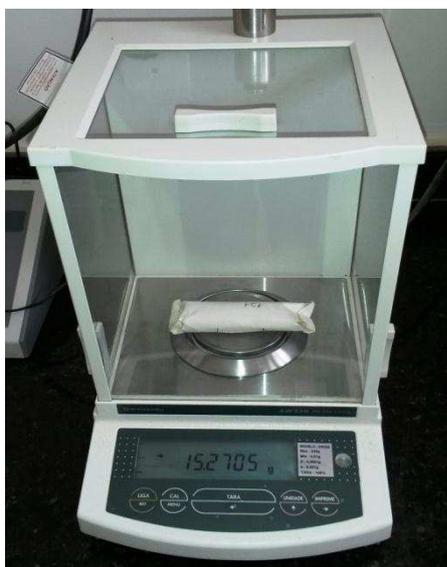


Figura 5. Pesagem de sementes de girassol, utilizando-se de uma balança de precisão Shimadzu, modelo AW220. Campina Grande/PB, 2014.

3.11. Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, pelo teste F, ao nível de 1% e 5% de probabilidades. Para as variáveis significativas ($p < 0,01$ e $p < 0,05$), realizou-se análise de regressão linear e polinomial para o fator quantitativo (lâminas de irrigação). Os procedimentos foram realizados com auxílio do *software* SISVAR, versão 5.3 (FERREIRA, 2010).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Variáveis Relacionadas ao Crescimento das Plantas

Com base nos resultados do Teste F (Tabela 8), observa-se que, para as variáveis altura de planta (AP), diâmetro caulinar (DC) e número de folhas (NF) e área foliar (AF), não houve efeito significativo na interação entre os fatores estudados (lâminas de irrigação x fertilizantes orgânicos), o que indica que o efeito de um fator não induziu o efeito do outro, ou seja, os efeitos das lâminas foram semelhantes dentro dos fertilizantes orgânicos e vice-versa. Entretanto, foram verificados efeitos isolados dos fatores, onde as lâminas de irrigação afetaram significativamente a NF ($p < 0,05$) e ($p < 0,01$) e AF ($p < 0,01$). Por sua vez, os fertilizantes orgânicos afetaram de maneira significativa as variáveis AP ($p < 0,05$) e NF ($p < 0,01$) e AF ($p < 0,01$).

Tabela 8. Resumo das análises de variância das variáveis altura de planta (AP), diâmetro caulinar (DC), número de folhas (NF) e área foliar (AF) de girassol (*Helianthus Annuus* L.) cultivar ‘Catissol’ sob aplicação de fertilizantes orgânicos e lâminas de irrigação.

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios			
		AP	DC	NF	AF
Fertilizantes Orgânicos (F)	1	0,0800*	0,3180 ^{ns}	108,78**	19882912,5**
Lâminas (L)	3	0,0024 ^{ns}	0,0995 ^{ns}	24,86*	7313606,5**
Regressão Linear	1	-	-	0,30 ^{ns}	2332209 ^{ns}
Regressão Quadrática	1	-	-	52,53**	11459910,5**
Interação (F x L)	3	0,0185 ^{ns}	0,0570 ^{ns}	7,69 ^{ns}	1027065,6 ^{ns}
Blocos	3	0,0086	0,2630	6,86	3282801,1
Resíduo	21	0,0147	0,1777	6,26	665436,2
C. V. (%)	31	9,47	28,39	8,97	15,06

^{ns}, **, * - não significativo, significativo a $p < 0,01$ e $p < 0,05$, respectivamente, pelo teste F; GL - número de graus de liberdade; C. V. - coeficiente de variação

Dentre os fertilizantes orgânicos analisados, o biofertilizante proporcionou maior AP (1,33 m), superando em altura as plantas observadas sob aplicação de urina de vaca (1,23 m) em 7,52%, constatando-se uma redução de 10 cm na altura das plantas sob aplicação de urina

de vaca em relação às submetidas à aplicação de biofertilizante (Figura 6). Esse fato pode ser explicado pela eficiência do biofertilizante, que, quando aplicado ao solo, melhora seus atributos físicos se refletindo diretamente em maior aeração, drenagem e armazenamento de água, que são condições essenciais para o crescimento das plantas e absorção de água e nutrientes (NASCIMENTO *et al.*, 2012).

Os resultados obtidos no presente estudo discordam com os observados por Freitas *et al.* (2012), que, estudando o crescimento da cultura do girassol irrigado com diferentes tipos de água e adubação nitrogenada, verificaram que as maiores médias da altura de planta (112,41 cm) foram obtidas quando se irrigou com água de reuso. Cavalcante Junior (2011), estudando a produção e necessidade hídrica da cultura do girassol irrigado na chapada do Apodi, constataram uma altura média das plantas, para a cultivar Catissol, ao longo do ciclo vegetativo da cultura, de 154 cm, contrastando com os resultados obtidos com o presente trabalho, com resultados inferiores.

Nezami *et al.* (2008) e Silva *et al.* (2012) reforçam essa tese ao afirmarem que esses resultados podem ser explicados levando-se em conta que a deficiência hídrica acarretou, sem dúvida, reduções no potencial da água das células componentes do caule até o alcance de um nível de potencial hídrico inferior ao mínimo necessário para o desencadeamento do processo de alongamento celular dos entrenós, acarretando, dentre as consequências, uma altura menor das plantas.

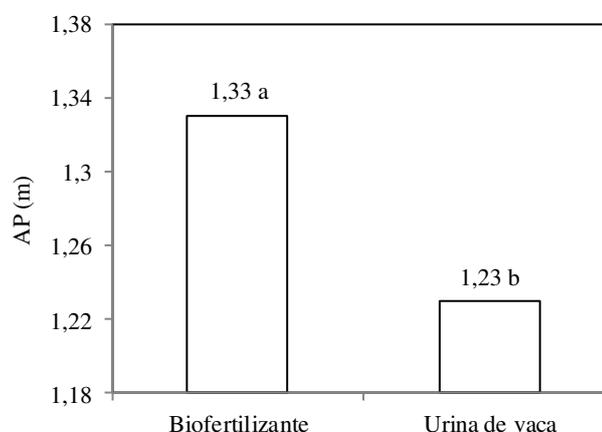


Figura 6. Altura de planta de girassol cultivar ‘Catissol’ (AP) sob aplicação de fertilizantes orgânicos. Campina Grande/PB, 2014.

Com relação ao número de folhas, observou-se que houve efeito significativo tanto na aplicação das lâminas (Figura 7A) quanto para o uso dos diferentes fertilizantes orgânicos (Figura 7B). Com relação às lâminas de irrigação, o NF foi inferior (26 folhas) quando aplicada a menor lâmina (50 % da ETc), já o maior NF (30 folhas) foi obtido na lâmina ótima de 90,5 % da ETc (Figura 7A), decrescendo a parti desse ponto com o aumento da lâmina.

Nobre *et al.*, (2010) e Wanderley (2013) explicam que o estresse hídrico moderado compromete a expansão foliar, que é completamente inibida, afetando, de forma severa, as taxas fotossintéticas e, em consequência, a produção de fitomassa da parte aérea.

Para os fertilizantes orgânicos, o NF foi menor quando aplicada a urina da vaca, com um valor médio de 26 folhas por planta, representando um decréscimo de 3,69 folhas quando comparado ao NF quando aplicado o biofertilizante, onde proporcionou um valor médio de 30 folhas por planta.

Freitas *et al.* (2012) verificaram que plantas de girassol cultivar Catissol irrigadas com esgoto doméstico, alcançaram médias de número de folhas por planta com valor de aproximadamente 25 folhas, inferiores aos encontrados na presente pesquisa, assim como Wanderley (2013), estudando o crescimento do girassol sob técnicas de captação de água e adubação orgânica, no entanto, o mesmo constatou que apesar de não ser verificada diferença significativa da interação em todos os momentos em que foram observados, os maiores valores das plantas cultivadas nos sulcos e camalhões, ocorreram em função da maior quantidade de esterco, ou seja, ocorreu aumento linearmente positivo dos números de folhas ao aumento de esterco nessas técnicas, resultados esses semelhantes ao da presente pesquisa quando o girassol foi adubado com o biofertilizante.

A quantificação do NF frente aos déficits de irrigação impostos pode ser explicado levando-se em conta as informações de Taiz e Zeiger (2009), que reportam o processo de expansão foliar do girassol como dependente do estado de turgidez celular.

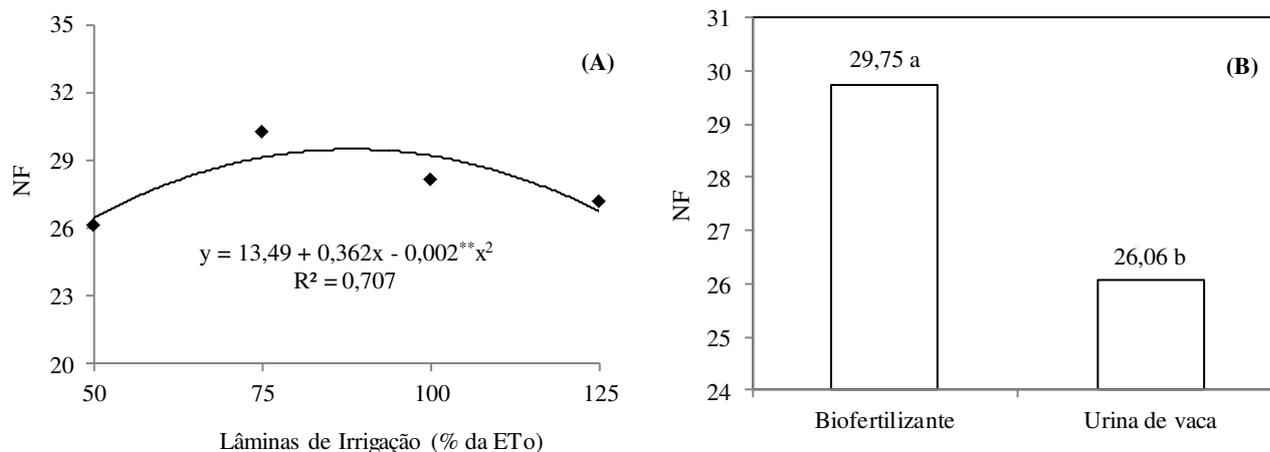


Figura 7. Número de folhas de girassol cultivar ‘Catissol’ (NF) sob aplicação de lâminas de irrigação (A) e fertilizantes orgânicos (B). Campina Grande/PB, 2014. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$).

Ao se analisar a área foliar em função do fator isolado lâminas de irrigação, constata-se que houve um acréscimo da AF com o aumento da lâmina até um ponto máximo, expressado em uma AF de 6191,5 cm² quando aplicada a lâmina de 93% da ETc, havendo um decréscimo a partir desse ponto com o aumento da lâmina. Já o ponto mínimo foi obtido quando aplicada a menor lâmina (50% da ETc) que proporcionou 4456,5 cm² de AF (Figura 8A).

Esse fato pode ser explicado a partir de que, quando a planta é submetida à escassez de água, pode enfraquecer as funções vitais tanto quanto estimular reações adaptativas que capacitem as plantas a sobreviverem em períodos prolongados de déficit hídrico, através da redução na expansão celular, redução na área foliar, aumento na abscisão foliar, diminuição da relação entre a biomassa da raiz com parte aérea, fechamento de estômatos e redução na fotossíntese, (SILVA *et al.*, 2002; WANDERLEY, 2013).

Para os fertilizantes orgânicos (Figura 8B), a AF foi mais expressiva (6204,53 cm²) quando aplicado o biofertilizante, obtendo-se um acréscimo de 1576,5 cm² ao comparar com valores obtidos quando aplicada a urina de vaca (4628,03 cm²). Essa superioridade pode estar relacionada com a influência do teor de matéria orgânica presente no biofertilizante na conservação da umidade. Diversos autores têm demonstrado que a adição de esterco, compostos orgânicos e biofertilizantes no solo, melhoram a fertilidade do solo, não apenas pelo simples fornecimento de matéria orgânica ao solo, mas por atenuar os efeitos negativos

da acidez e alcalinidade dos solos (MESQUITA *et al.*, 2007; ALVES *et al.*, 2009; FIGUEREDO, 2012).

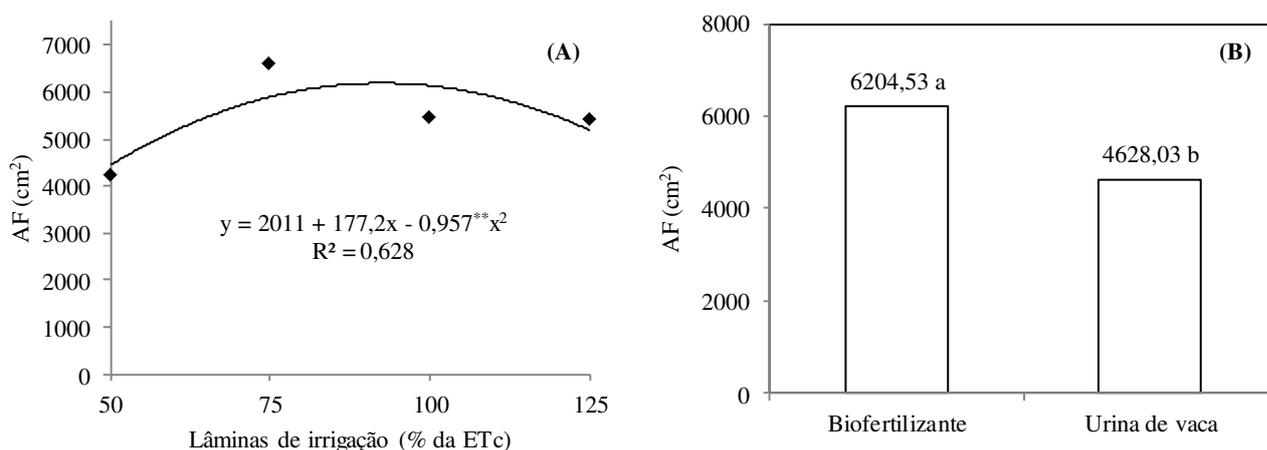


Figura 8. Área foliar de girassol cultivar ‘Catissol’ (AF) sob aplicação de lâminas de irrigação (A) e fertilizantes orgânicos (B). Campina Grande/PB, 2014. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$).

4.2. Variáveis Relacionadas à Fitomassa das Plantas

Com base nos resultados do Teste F (Tabela 9), observa-se que houve efeito significativo na interação para as variáveis fitomassa foliar (FMF), da parte aérea (FMPA), radicular (FMR) e relação raiz/parte aérea (R/PA) do girassol cultivar ‘Catissol’ e, por meio do desdobramento dos fatores, constatou-se efeito significativo apenas quando aplicado o biofertilizante ($p < 0,05$).

Tabela 9. Resumo das análises de variância das variáveis fitomassa caulinar (FMC), foliar (FMF), da parte aérea (FMPA), radicular (FMR) e relação raiz/parte aérea (R/PA) de girassol (*Helianthus Annuus* L.) cultivar ‘Catissol’ sob aplicação de fertilizantes orgânicos e lâminas de irrigação.

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios				
		FMC	FMF	FMPA	FMR	R/PA
Fertilizantes Orgânicos (F)	1	0,00001 ^{ns}	0,63 ^{ns}	0,63 ^{ns}	0,06 ^{ns}	0,0002 ^{ns}
Lâminas (L)	3	4,92 ^{ns}	6,35 ^{**}	22,31 ^{**}	7,93 ^{ns}	0,0041 [*]

Regressão Linear	1	-	3,16 ^{**}	47,54 ^{**}	-	0,0119 ^{**}
Regressão Quadrática	1	-	4,73 [*]	17,40 ^{**}	-	0,0006 ^{ns}
Interação (F x L)	3	2,77 ^{ns}	3,67 [*]	12,40 [*]	17,42 [*]	0,0041 [*]
Blocos	3	4,04	2,74	12,82	3,35	0,0016
Resíduo	21	2,19	1,15	2,89	4,29	0,0009
C. V. (%)	31	2,81	4,39	2,20	5,86	6,81

^{ns}, ^{**}, ^{*} - não significativo, significativo a $p < 0,01$ e $p < 0,05$, respectivamente, pelo teste F; GL - número de graus de liberdade; C. V. - coeficiente de variação

A fitomassa das folhas de girassol foi afetada de maneira significativa pela interação entre lâminas e fertilizantes orgânicos apenas com o biofertilizante, onde se verifica que o modelo polinomial de segundo grau foi o que melhor se ajustou aos dados para essa variável, com efeito significativo ($p < 0,05$). Quando submetidas à aplicação de urina de vaca, a FMF das plantas de girassol se manteve estável, sem significância estatística em todos os níveis de irrigação, com média geral registrada de 24,67g (Figura 9).

Quando as plantas foram adubadas com biofertilizante, houve um crescimento na FMF à medida que aumentou a lâmina de irrigação até o ponto máximo que foi de 118% da ETc, onde, a partir daí, a variável estudada manteve-se estável, mesmo quando aplicada a maior lâmina (125 % da ETc) expressando um valor de 27,3 g respectivamente. Cavalcante Junior (2011) encontraram valores semelhantes estudando a produção e necessidade hídrica da cultura do girassol irrigado na chapada do Apodi, assim como Oliveira *et al.* (2012), estudando a fitomassa de girassol cultivado sob adubação nitrogenada e níveis de água disponível no solo.

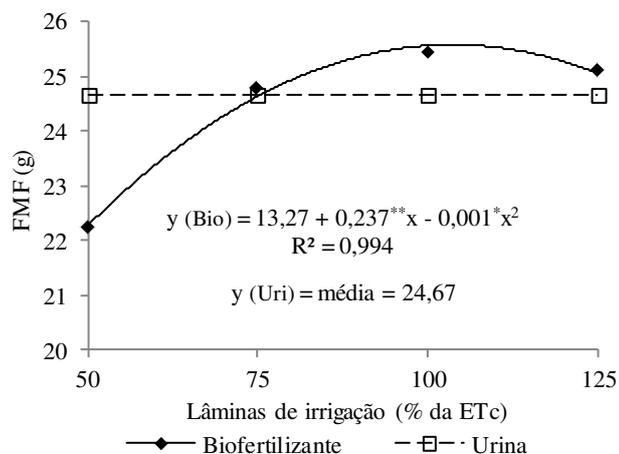


Figura 9. Fitomassa das folhas de girassol cultivar ‘Catissol 01’ (FMF) em função das lâminas de irrigação dentro de cada fertilizante orgânico. Campina Grande/PB, 2014.

Assim como ocorreu na FMF, a FMPA de girassol também foi afetada de maneira significativa pela interação entre lâminas e fertilizantes orgânicos apenas quando aplicado o biofertilizante, onde se verifica que o modelo polinomial de segundo grau foi o que melhor se ajustou aos dados para essa variável, com efeito significativo ($p < 0,05$). Quando submetidas à aplicação de urina de vaca, a FMPA das plantas de girassol se manteve estável, sem significância estatística em todos os níveis de irrigação, com média geral registrada de 77,35g (Figura 10).

Nas plantas adubadas com biofertilizante, na medida em que se aumentou a lâmina de irrigação, conseqüentemente, houve um incremento na fitomassa da parte aérea até um ponto máximo, obtendo massa de 81,4 g, com a lâmina de 112,25 % da ETc, mantendo-se o peso em g da variável em estudo estável até a lâmina de 118 % da ETc, decrescendo a partir desse ponto com o incremento da água aplicada.

Dessa forma, a diminuição da massa seca da parte área pode estar associada com a redução do teor de água no solo. Tal efeito é um dos mecanismos de resistência da planta à falta de água no solo, pois, esta é uma forma de reduzir a superfície transpirante. Malavolta *et al.* (1997) afirmam que a produção de matéria seca está intimamente associada à lâmina de água colocada à disposição da planta, o que denota o ocorrido neste experimento, visto que, à medida em que se aumentou a reposição da necessidade hídrica, verificou-se acréscimo na FMPA até certo ponto. Dutra *et al.* (2012) verificaram resultados inferiores ao do presente estudo ao avaliar a FMF do girassol 122/V-2000 sob diferentes condições de fornecimento de água.

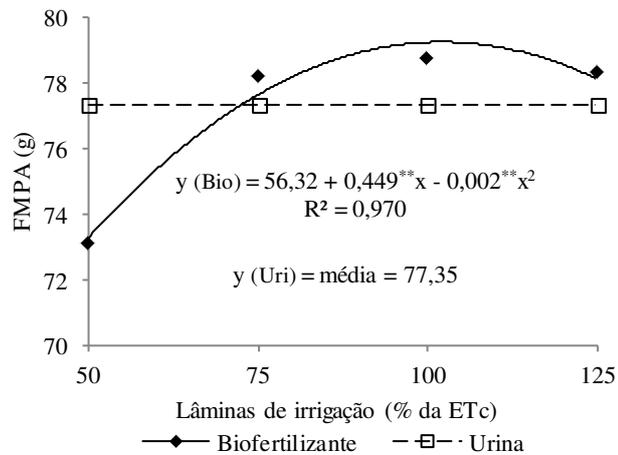


Figura 10. Fitomassa da parte aérea de girassol cultivar ‘Catissol’ (FMFA) em função das lâminas de irrigação dentro de cada fertilizante orgânico. Campina Grande/PB, 2014.

Na fitomassa seca da raiz de girassol cultivar Catissol, foram registrados decréscimos lineares em função da crescente lâmina de irrigação quando aplicado biofertilizante. De acordo com a equação de regressão, observa-se que houve redução de 13,25% na FMR das plantas adubadas com biofertilizante e irrigadas com a lâmina de 125% da ETc em relação às submetidas a menor lâmina de 50% da ETc (Figura 11). Esse fato pode ser explicado por Taiz e Zeiger (2013), ao afirmarem que, à medida que os déficits hídricos avançam, as camadas superiores do solo normalmente secam em primeiro lugar. As plantas geralmente possuem raízes superficiais quando a umidade do solo é abundante, mas proliferam até as camadas mais profundas e mais úmidas do solo quando a água é esgotada nas suas camadas superiores. Esta redução da fitomassa seca da raiz do girassol foi observada também por Centeno *et al.* (2014) e Travassos *et al.* (2011), submetendo a cultura ao estresse hídrico. Já Silva *et al.* (2011) verificaram um incremento no acúmulo de matéria seca das raízes das plantas de algodoeiro colorido em solo com biofertilizante, assim como Maia Filho *et al.* (2013), ao estudarem o crescimento e fitomassa do girassol variedade ‘Embrapa 122/V-2000’ adubado com esterco bovino em dois solos.

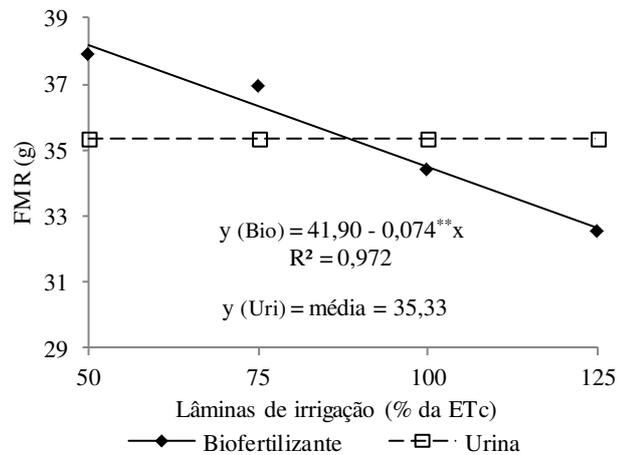


Figura 11. Fitomassa da raiz (FMR) de girassol cultivar ‘Catissol’ em função das lâminas de irrigação dentro de cada fertilizante orgânico. Campina Grande/PB, 2014.

A relação raiz/parte aérea (Figura 12) foi afetada de maneira significativa pela interação entre lâminas e fertilizantes orgânicos apenas quando aplicado o biofertilizante, onde se verifica um ajustamento a um modelo linear decrescente. Quando submetidas à aplicação de urina de vaca, a R/PA das plantas de girassol se manteve estável, sem significância estatística em todos os níveis de irrigação.

De acordo com a equação de regressão, observa-se que houve redução de 12,86% na R/PA das plantas submetidas a aplicação de biofertilizante e irrigadas com a lâmina de 125% da ETc em relação às submetidas a menor lâmina de 50% da ETc. Dutra *et al.* (2012) também confirmam esse evento ao estudarem o desenvolvimento de plantas de girassol sob diferentes condições de fornecimento de água, assim como Travassos *et al.* (2013), submetendo o girassol cv. Embrapa 122-V2000 ao estresse salino.

Esse fato pode ser explicado por Taiz e Zeiger (2013), ao afirmarem que, quando a planta está sob estresse hídrico, há uma inibição da expansão foliar, reduzindo o consumo de carbono e energia, e uma maior proporção de assimilados da planta pode ser alocada para o sistema subterrâneo, onde pode sustentar a continuidade do crescimento das raízes, ou seja, o estresse hídrico aumenta a relação raiz/parte aérea por ser mais afetada a parte aérea da planta, sendo esta uma forma de reduzir a superfície transpirante, relacionando-se ainda a busca de umidade no solo, através do prolongamento radicular.

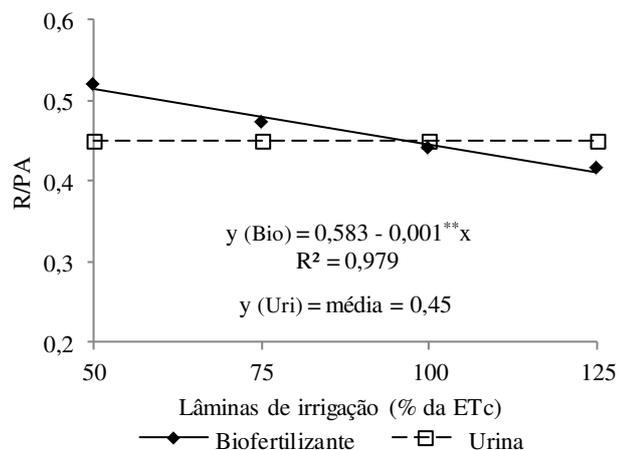


Figura 12. Relação raiz/parte aérea de girassol cultivar ‘Catissol’ (FMF) em função das lâminas de irrigação dentro de cada fertilizante orgânico. Campina Grande/PB, 2014.

4.3. Variáveis Relacionadas à Produção

Na Tabela 10, encontram-se os resultados referentes ao Teste F para as variáveis altura de capítulo (ACAP), diâmetro interno do capítulo (DICAP), diâmetro externo do capítulo (DECAP), peso de aquênios por capítulo (PAC), número de aquênios por capítulo (NAC) e peso de 100 aquênios (P100A), onde pode-se observar que não foram verificadas diferenças significativas em relação à interação dos fatores. Entretanto, foi verificado que os fertilizantes orgânicos afetaram de maneira significativa a variável ACAP ($p < 0,01$).

Tabela 10. Resumo das análises de variância das variáveis altura de capítulo (ACAP), diâmetro interno do capítulo (DICAP), diâmetro externo do capítulo (DECAP), peso de aquênios por capítulo (PAC), número de aquênios por capítulo (NAC) e peso de 100 aquênios (P100A) de girassol (*Helianthus Annuus* L.) cultivar ‘Catissol’ sob aplicação de fertilizantes orgânicos e lâminas de irrigação.

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios					
		ACAP	DICAP	DECAP	PAC	NAC	P100A
Fertilizantes Orgânicos (F)	1	3806,28**	0,84 ^{ns}	0,40 ^{ns}	445,51 ^{ns}	95266,12 ^{ns}	0,15 ^{ns}
Lâminas (L)	3	903,69 ^{ns}	1,26 ^{ns}	3,01 ^{ns}	285,58 ^{ns}	71886,75 ^{ns}	3,65 ^{ns}
Regressão Linear	1	-	-	-	-	-	-
Regressão Quadrática	1	-	-	-	-	-	-
Interação (F x L)	3	75,53 ^{ns}	2,72 ^{ns}	4,38 ^{ns}	413,59 ^{ns}	53094,54 ^{ns}	1,21 ^{ns}

Blocos	3	500,61	6,40	6,68	286,46	7117,08	0,05
Resíduo	21	407,68	3,14	2,61	198,48	32883,82	1,91
C. V. (%)	31	26,00	14,96	12,16	26,59	19,69	26,31

^{ns}, ^{**} - não significativo e significativo a $p < 0,01$, pelo teste F; GL - número de graus de liberdade; C. V. - coeficiente de variação.

A altura de capítulo de girassol submetido à aplicação de diferentes fertilizantes orgânicos, obteve seus maiores valores quando aplicou-se biofertilizante no solo (Figura 13), onde houve um acréscimo em centímetros de 21,81 nessa variável quando comparado com os valores de ACAP das plantas fertilizadas com urina de vaca, que apesar de ser rica em elementos minerais e outras substâncias benéficas às plantas (OLIVEIRA *et al.*, 2010), não se consolidou como um bom fertilizante quando comparou-se os resultados no crescimento e produção do girassol submetido a aplicação do biofertilizante.

Como já foi discutido neste trabalho, e em concordância com outros autores (MESQUITA *et al.*, 2007; ALVES *et al.*, 2009; FIGUEREDO, 2012; SANTOS *et al.*, 2014), essa superioridade nos valores alcançados quando aplicado o biofertilizante, especificamente na variável ACAP, pode ser reportado ao considerável teor de matéria orgânica deste fertilizante, podendo atenuar a disponibilidade de nutrientes à cultura do girassol e melhorando a capacidade de armazenamento de água, resultando em um maior crescimento.

Amorim *et al.* (2007) verificaram valores de ACAP superiores ao deste trabalho utilizando a mesma variedade Catissol, assim como Brunet (2009) utilizando o híbrido Hélio 360.

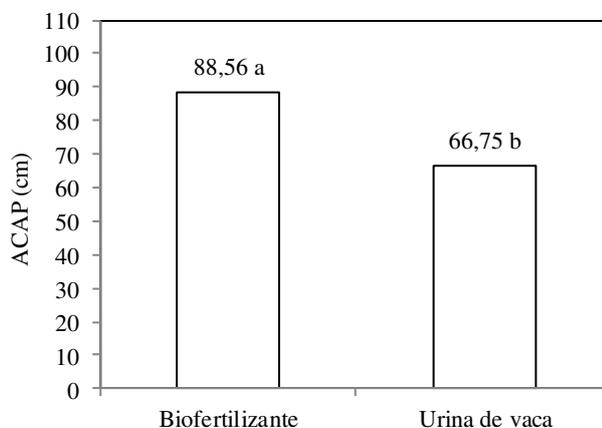


Figura 13. Altura de capítulo de girassol cultivar ‘Catissol’ (AP) sob aplicação de fertilizantes orgânicos. Campina Grande/PB, 2014.

As fontes de fertilizantes orgânicos, assim como a interação entre os fatores, não influenciaram significativamente o diâmetro interno (DICAP) e o diâmetro externo no capítulo (DECAP). Porém, para estas variáveis, foram obtidas médias gerais de 11,86 cm e 13,29 cm, respectivamente (Tabela 10).

Em relação à variável peso de aquênios por capítulo (PAC), não foi observada significância estatística na interação e nem nos fatores isolados, no entanto, foi constatado um peso médio de aquênios de 52,98 g. Não houve efeito significativo para o número de aquênios por capítulo (NAC), no entanto, observou-se um valor médio de 920,87 aquênios por capítulo. Nobre et al. (2010), em experimento com o híbrido de girassol, cv. Embrapa 122/V-2000, obtiveram 571,5 NAC. Também não houve significância estatística para o peso de 100 aquênios (P100A), mas, a média geral observada foi de 5,25 g.

Lobo et al. (2013) estudando o efeito do lodo de esgoto e do nitrogênio na produção do girassol, na massa de mil grãos somente o tratamento em que não foi aplicado N foi inferior aos demais tratamentos, ou seja, o N interferiu no peso de mil sementes de girassol.

Santos et al. (2013) também verificaram que o diâmetro do capítulo, massa de capítulo e produtividade de aquênios foram afetadas de maneira significativa por doses de nitrogênio. Biscaro et al. (2008) observaram que houve efeito positivo no peso de 100 aquênios em decorrência da aplicação de N até a dose de 44,9 kg de N ha⁻¹ alcançando 7,19 g. Esse fato também foi comprovado no estudo de Nobre et al. (2014).

4.4. Variáveis Relacionadas à Qualidade da Produção

Com base nos resultados do Teste F (Tabela 11), observa-se que não houve efeito significativo para as variáveis teor de óleo (TOL), conteúdo de óleo em 100 aquênios (CO100A) e rendimento de óleo (ROL), em relação à interação dos fatores e ao se analisar os fatores isolados.

Tabela 11. Resumo das análises de variância das variáveis teor de óleo (TOL), conteúdo de óleo em 100 aquênios (CO100A) e rendimento de óleo (ROL) de girassol (*Helianthus Annuus* L.) cultivar ‘Catissol’ sob aplicação de fertilizantes orgânicos e lâminas de irrigação.

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios		
		TOL	CO100A	ROL
Fertilizantes Orgânicos (F)	1	19,3442 ^{ns}	0,4232 ^{ns}	158423,98 ^{ns}
Lâminas (L)	3	49,7817 ^{ns}	0,2316 ^{ns}	90801,06 ^{ns}
Regressão Linear	1	-	-	-
Regressão Quadrática	1	-	-	-
Interação (F x L)	3	47,5912 ^{ns}	0,5106 ^{ns}	199052,48 ^{ns}
Blocos	3	3,9636	0,0399	57389,89
Resíduo	21	45,0489	0,3220	80571,58
C. V. (%)	31	19,58	36,10	38,10

^{ns} - não significativo, pelo teste F; GL - número de graus de liberdade; C. V. - coeficiente de variação

O teor de óleo (TOL) não foi afetado significativamente pela aplicação dos fertilizantes orgânicos e nem pela aplicação das lâminas de irrigação, assim como também na interação dos fatores estudados. No entanto, a média geral para esta variável foi de 34,28%.

Também não foi observada significância estatística dos fatores isolados e da interação entre os mesmos para o conteúdo de óleo em 100 aquênios (CO100A) e rendimento de óleo (ROL), porém, foram observadas, respectivamente, médias gerais de 1,57 g de óleo em 100 aquênios e 744,97 kg ha⁻¹.

Valores superiores aos obtidos no presente trabalho foram constatados por Lobo et al. (2014), Lobo et al. (2013) Gomes et al. (2010) para o TOL e ROL. Segundo Lobo et al. (2014), o P aumenta o teor de óleo, já o N diminui o teor de óleo. De acordo com as análises do biofertilizante e da urina de vaca, constata-se que esses fertilizantes orgânicos são ricos em P, no entanto a urina de vaca contém uma maior quantidade de N em relação ao biofertilizante.

Apesar da quantidade de P ser maior que o N nos fertilizantes estudados, acredita-se que, mesmo não havendo significância estatística, essas variáveis foram afetadas negativamente devido ao fato de o P, no solo, ser pouco assimilado pelas plantas.

Com os resultados obtidos, espera-se contribuir com os agricultores de base familiar no que diz respeito à economia de água e novos conhecimentos tecnológicos, economicamente viáveis e ecologicamente sustentáveis para a região do semiárido brasileiro.

6. CONCLUSÕES

1. O biofertilizante promove ganhos em altura de planta (AP), número de folhas (NF) e área foliar (AF) do girassol ‘Catissol’;
2. O aumento da lâmina de irrigação até um limite em torno de 95 % da ETc favoreceu o número de folhas e a área foliar do girassol ‘Catissol’;
3. O aumento da lâmina de irrigação até o limite em torno de 110% da ETc, favoreceu as fitomassas foliar e da parte aérea do girassol ‘Catissol’;
4. O aumento da lâmina de irrigação provocou decréscimos lineares na fitomassa seca da raiz e na relação raiz/parte aérea de girassol ‘Catissol’ quando aplicado o biofertilizante;
5. A urina de vaca não aumentou o rendimento do girassol ‘Catissol’ em relação ao biofertilizante;
6. Os tipos de fertilizantes orgânicos e as lâminas de irrigação não afetaram a produção e a qualidade da produção do girassol ‘Catissol’.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALENCAR, T. A. S; TAVARES, A. T; CHAVES, P. P. N; FERREIRA, T. A; NASCIMENTO, I. R: Efeito de intervalos de aplicação de urina bovina na produção de alface em cultivo protegido. **Revista Verde** (Mossoró – RN), v. 7, n. 3, p. 53-67, jul-set, 2012.

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: Guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO, 300p. (FAO Irrigation and Drainage Paper, 56). 1998.

ALVES, G. S.; NASCIMENTO, J. A. M.; SANTOS, D.; ALVES, S. S. V.; SILVA, J. A. Fertilidade do solo cultivado com pimentão sob aplicação de diferentes tipos biofertilizantes. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v.4, n.4, p.33-41, 2009.

ALVES, G. S.; SANTOS, D; SILVA, J. A.; NASCIMENTO, J. A. M; CAVALCANTE, L. F.; DANTAS, T. A. G. Estado nutricional do pimentão cultivado em solo tratado com diferentes tipos de biofertilizantes. **Revista Acta Scientiarum**, v. 31, n. 4, p. 661-665, 2009.

ALVIM, P.T. 1962. Los factores de laproductividad agrícola. **In: Curso Internacional de Bases Fisiológicas de la Producción Agrícola**. Zona Andina del Instituto Interamericano de Ciências Agrícolas de la OEA. Lima, Peru, 20 p. (mimeografado).

AMORIM, E.P.; RAMOS, P. N.; UNGARO, G. R. M.; KIIHL, M. A. T. Divergência Genética em Genótipos de Girassol. **Ciênc. agrotec**. Lavras.31, n6p.37-14, nov./dez, 2007.

BOEMEKE, L. R. A urina de vaca como fertilizante. Fortificante e repelente de insetos. **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**. vol. 3, p.41-42, 2002.

BRUNES, R. R. **Desempenho de Híbridos de Girassol em Resposta ao Vigor das Sementes, População de Plantas e Desuniformidade de Semeadura no Outono de 2009 em Uberlândia – MG**. Dissertação (Mestrado) – UFU, Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Área de concentração: Fitotecnia. Uberlândia/MG, 2010.

CAVALCANTE JUNIOR, E. G. **Produção e necessidade hídrica da cultura do girassol irrigado na chapada do Apodi**. 2011. 61 f. Dissertation (Master de green Irrigation and Drainage) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró-RN, 2011.

CAVALCANTE, L. F.; VIEIRA, M. S.; SANTOS, A. F.; OLIVEIRA, W. M.; NASCIMENTO, J. A. M. Água salina e esterco bovino líquido na formação de mudas de goiabeira cultivar paluma. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, n. 01, p. 251-261, 2010.

CENTENO, C. R. M.; SANTOS, J. B. dos.; XAVIER, D. A.; AZEVEDO, C. A. V. de.; GHEYI, H. R. Componentes de produção do girassol Embrapa 122-V2000 sob salinidade da água e adubação nitrogenada. **R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, Campina Grande, PB, UAEEA/UFMG. v.18, ISSN 1807-1929.p.S39–S45, 2014.

CHICONATO, D.A.; SIMONI, F.; GALBIATTI, J.A.; FRANCO, C.F.; CAMELO, A.D.; Resposta da Alfaca à Aplicação de Biofertilizante Sob Dois Níveis de Irrigação. **Biosci. J.**, Uberlândia, v. 29, n. 2, p. 392-399, Mar./Abr. 2013.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira de grãos: quarto levantamento da safra 2009/2010. Brasília, 2010. 39p. Disponível em: http://www.cnpt.embrapa.br/obs_trigo/conab/levantamento%20Conab%20jan-2010.pdf. Acesso em 13 jul. 2010.

CORREIA, I.M.S. **Extração e Pirólise do Óleo de Girassol (*Helianthus annuus L.*) Visando a Produção de Biocombustíveis**. Dissertação (Mestrado) – UFRN, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química. Área de concentração: Engenharia de Processos. Natal/RN, 2009.

DALL'AGNOL, A.; VIEIRA, O.V.; LEITE, R. M. V. B. C. Origem e histórico do girassol. In: LEITE, R.M.V.B.C.; BRIGHENTI, A.M.; CASTRO, C. Girassol no Brasil. Londrina, 2005. p.1-14.

DIAS, T. J.; CAVALCANTE, L. F.; LEON, M. J.; SANTOS, G. P.; ALBUQUERQUE, R. P. F. Produção do maracujazeiro e resistência mecânica do solo com biofertilizante sob irrigação com águas salinas. **Revista Ciência Agrônoma**, Fortaleza, v. 42, n. 3, p. 644-651, 2011.

DOORENBOS, J.; KASSAM, A.H. Efeito da água no rendimento das culturas. Campina Grande-PB: UFPB, 1994. 306p. Tradução de Gheyi, H.R.; Souza, A.A.; Damaceno, F.A.V.; Medeiros, J.F. (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem).

DOORENBOS, J.; PRUITT, W.O. Necessidades hídricas das culturas. Campina Grande-PB: UFPB, 1997. 204p. Tradução de Gheyi, H.R.; Metri, J.E.C.; Damaceno, F.A.V. (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem). DUTRA, C. C.; PRADO, E. A. F.; PAIM, L. R.; SCALON, S.P. Q. Desenvolvimento de plantas de girassol sob diferentes condições de fornecimento de água. **Rer. Semina**. v. 33, n.1, p. 2657-2668, 2012.

DUTRA, C. C.; PRADO, E. A. F. do.; PAIM, L. R.; SCALON, S. de P. Q. Desenvolvimento de plantas de girassol sob diferentes condições de fornecimento de água. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, suplemento 1, p. 2657-2668, 2012.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro, Centro Nacional de Pesquisa de Solos/Embrapa Solos. 306p. 2006.

FIGUEREDO, L. F. **Desempenho agrônomico do amendoim cv. BR1 submetido a fontes e doses de biofertilizante**. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias), Centro de Ciências Humanas e Agrárias, Universidade Estadual da Paraíba, 2012.

FREITAS, C. A. S.; SILVA, A. R. A.; BEZERRA, F. M. L.; ANDRADE, R. R.; MOTA, F. S. B.; AQUINO, B. F. Crescimento da cultura do girassol irrigado com diferentes tipos de água e adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** v.16, n.10, p.1031–1039, 2012

GADELHA, R. S. S.; CELESTINO, R. C. A.; SHIMOYA, A. Efeito da urina de vaca na produtividade de abacaxi. **Pesquisa Agropecuária & Desenvolvimento Sustentável**. vol.1, p. 91-95. 2002.

GOMES, E.P.; FEDRI, G.; ÁVILA, M.R.; BISCARO, G.A.; REZENDE, R.K.S.; JORDAN, R.A. Produtividade de Grãos, Óleo e Massa Seca de Girassol Sob Diferentes Lâminas de Irrigação Suplementar. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, PB, UAEA/UFCG v.16, n.3, p.237–246, 2012.

JOLY, A. B. **Botânica introdução à taxonomia vegetal**. 13 ed., São Paulo: Companhia Editora Nacional. 777p.2002.

LIRA, M.A; CARVALHO, H.W.L.; CARVALHO, C.G.P.; LIMA, J.M.P.; MEDEIROS, A.A. **Avaliação de Cultivares de Girassol no Estado do Rio Grande do Norte**. EMPARN – Empresa de Pesquisa Agropecuária do RN, Artigos científicos, 2007.

LOBO, F.T.; FILHO, H.G.; BULL, LT.; KUMMER, A.C.B. Efeito do Lodo de Esgoto e do Nitrogênio nos Fatores Produtivos do Girassol. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, PB, UAEA/UFCG. v.17, n.5, p.504–509, 2013.

LOBO, F.T.; FILHO, H.G.; KUMMER, A.C.B. Aplicações Sucessivas de Lodo de Esgoto no Girassol e Efeito Residual no Trigo e Triticale. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, PB, UAEA/UFCG. v.18, n.9, p.881–886, 2014.

LOPES, P. V. L.; MARTINS, M. C.; TAMAI, M. A.; OLIVEIRA, A. C. B. de.; CARVALHO, C. G. P. de. **Produtividade de genótipos de girassol em diferentes épocas de semeadura no oeste da Bahia**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2009. 4p. Comunicado Técnico, 2008.

MAIA FILHO, F. das C. F.; PEREIRA, R. F.; ALVES, F. I. dos S.; CAVALCANTE, S. N.; MESQUITA, E. F. de.;SUASSUNA, T. C. Crescimento e fitomassa do girassol variedade ‘Embrapa 122/V-2000’ adubado com esterco bovino em dois solos. **Revista ACSA – OJS.UFCG -Patos – PB**. V. 9, n. 4, p. 67-75, out – dez, 2013.

MALAVOLTA, E.; VITTI G. C.; OLIVEIRA S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: Princípios, métodos e técnicas de avaliação do estado nutricional**. 2.ed. Piracicaba: Potafos. 319p. 1997.

MESQUITA, E. F. de.; CAVALCANTE, L. F.; GONDIM, S. C.; CAVALCANTE, Í. H. L.; ARAÚJO, F. A. R. de.; CAVALCANTE, M. Z. B. Produtividade e qualidade de frutos do mamoeiro em função de tipos e doses de biofertilizantes. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 28, n. 4, p. 589-596, 2007.

MESQUITA, O. F.; CAVALCANTE, L. F.; REBEQUI, M. A.; LIMA NETO, A.; NUNES, J. C.; NASCIMENTO, J. A. M. Produção de mudas de maracujazeiro amarelo em substrato com biofertilizante bovino irrigado com águas salinas. **Agropecuária Técnica**. Areia, PB – v. 31, n. 2, p 134–142, 2010.

NEZAMI, A.; KHAZAEI, H. R.; REZAZADEH, Z. B.; HOSSEINI, A. Effects of drought stress and defoliation on sunflower (*Helianthus annuus*) in controlled conditions. **Journal Desert**, v.12, p.99-104, 2008.

NOBRE, R.G.; GHEYI, H.R.; SOARES, A.L.F.; ANDRADE, L.O.; NASCIMENTO, E.C.S. Produção do Girassol Sob Diferentes Lâminas com Efluentes Domésticos e Adubação Orgânica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, PB, UAEA/UFCG. v.14, n.7, p.747–754, 2010.

NOBRE, R.G.; SOUSA, W.B.; LIMA, G.S.; GHEYI, H.R.; DIAS, A.S.; PINHEIRO, W.A. Soucesn and Doses of Nitrogen in the Production. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, PB, UAEA/UFCG. ISSN 1807-1929. v.18, (Suplemento), p.S59–S65, 2014.

OLIVEIRA F. DE A. DE; OLIVEIRA FILHO, A. F. DE; MEDEIROS, J. F. DE; ALMEIDA JÚNIOR, A. B. DE; LINHARES, P. C. F. Desenvolvimento Inicial da Mamoneira sob Diferentes Fontes e Doses de Matéria Orgânica. **Revista Caatinga**, v.22, n.1, p.206-211, 2009.

OLIVEIRA, J. T. DE L.; CHAVES, L. H. G.; CAMPOS, V. B.; SANTOS JÚNIOR, J.A.; GUEDES FILHO, D. H. Fitomassa de Girassol Cultivado Sob Adubação Nitrogenada e Níveis de Água Disponível no Solo. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**. Fortaleza, CE. ISSN 1982-7679, v.6, nº. 1, p.23-32, 2012.

OLIVEIRA, N. L. C.; PUIATTI, M.; SANTOS, R. H. S.; CECON, P. R.; BHERING, A. S. Efeito da urina de vaca no estado nutricional da alface. **Rev. Ceres**, Viçosa, v. 57, n.4, p. 506-515, jul/ago, 2010.

PAIVA, A. S. et al. Condutância estomática em folhas de feijoeiro submetido a diferentes regimes de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola**, v. 25, n. 01, p. 161-169, 2005.

SANTOS, J.G.R.; ANDRADE, R.; GALDINO, P.O.; LINHARES, A.S. F.; MAIA, P.M. E.; LIMA, A.S. Qualidade da produção da bananeira Nanicão em função do uso de biofertilizantes. Campina Grande, PB, UAEA/UFCG, **R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, ISSN 1807-1929, v.18, n.4, p.387–393, 2014.

SANTOS JÚNIOR, J. A.; GHEYI, H. R.; GUEDES FILHO, D. H.; DIAS, N. DA S.; SOARES, F. A. L. Cultivo de girassol em sistema hidropônico sob diferentes níveis de salinidade. **Revista Ciência Agronômica**, v.42, p.842-849, 2011.

SANTOS, J.F.; GRANGEIRO, J.I.T.; WANDERLEY, J.A.C. Comportamento Produtivo do Girassol em Função de Doses de Nitrogênio. **Revista Verde** (Mossoró – RN - BRASIL), v. 8, n. 2, p. 291 - 296, abr - jun, 2013.

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

SILVA, A. D. **Crescimento e produção de girassol sob irrigação e substâncias húmica**. Rio Largo: (Trabalho de Conclusão de Curso). 39 p. CECA-UFAL, 2012.

SILVA, A. F.; PINTO, J. M.; FRANÇA, C. R. R. S. et al.; **Preparo e uso de biofertilizantes líquidos. Petrolina**. Maio de 2007. (Comunicado Técnico).

SILVA, A. R. A. DA.; BEZERRA, F. M. L.; FREITAS, C. A. S. DE.; PEREIRA FILHO, J. V.; ANDRADE, R. R. DE.; FEITOSA, D. R. C. Morfologia e fitomassa do girassol cultivado com déficits hídricos em diferentes estádios de desenvolvimento. Campina Grande, PB, UAEA/UFMG. **R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, v.16, n.9, p.959–968, 2012.

SILVA, J. C. P. M.; MOTTA, A. C. V.; PAULETTI, V.; VELOSO, C. M.; FAVARETTO, N.; BARCELLOS, M.; OLIVEIRA, A. S.; SILVA, L. F. C. Esterco de gado leiteiro associado à adubação mineral e sua influência na fertilidade de um Latossolo sob plantio direto. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, Viçosa, v. 34 n. 2 p. 453-463, 2010.

SILVA, M. L. O.; FARIA, M. A.; PEREIRA, R.; SANTANA, M. J.; WESLEY, M. Viabilidade técnica e econômica do cultivo de safrinha do girassol irrigado na região de Lavras, MG. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, n. 1, p. 200-205, 2007.

SILVA, M.N. **A cultura do girassol**. Jaboticabal: Funep: Jaboticabal-SP, 67p.1990.

SILVA, S. A.; CAVALCANTE, L. F.; SILVA, M. N. B.; BEZERRA, M. A. F.; NASCIMENTO, J. A. M.; SOUTO, A. G. L.; Biomassa seca de plantas de algodão colorido em solo com biofertilizante. **Cadernos de Agroecologia** – ISSN 2236-7934 – Vol6, No. 2, Dez 2011.

SILVA, S. A.; CAVALCANTE, L. F.; SILVA, M. N. B.; BEZERRA, M. A. F.; NASCIMENTO, J. A. M.; SOUTO, A.G. de L. Biomassa seca de plantas de algodão colorido em solo com biofertilizante. **Cadernos de Agroecologia** – ISSN 2236-7934 – Vol6, No. 2, Dez 2011.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 819p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013.

TRAVASSOS, K. D.; SOARES, F. A. L.; GHEYI, H. R.; SILVA, D. R. S.; NASCIMENTO, A. K. S. do.; DIAS, N. da S. Produção de aquênio do girassol irrigado com água salobra. **R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, Campina Grande, PB, UAEA/UFMG.v.15, n.4, p.371–376, 2011.

U.S. Department of Agriculture (USDA). Oilseeds: world markets and trade. Sacramento, 2010. Disponível em: http://www.fas.usda.gov/oilseeds/circular/2010/July/oilseeds_full07-10.pdf. Acesso em 14 jul. 2010.

WATSON, D. J. The physiological basis of variation in yield. **Advances in Agronomy**, San Diego, v. 4, p. 101-144, 1952.