



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA
CURSO DE AGRONOMIA**

ADRIANA CELENTANO

**PRODUÇÃO DE GIRASSOL SUBMETIDO A DIFERENTES LÂMINAS DE
IRRIGAÇÃO NA REGIÃO DO MACIÇO DE BATURITÉ - CE**

FORTALEZA

2016

ADRIANA CELENTANO

**PRODUÇÃO DE GIRASSOL SUBMETIDO A DIFERENTES LÂMINAS DE
IRRIGAÇÃO NA REGIÃO DO MACIÇO DE BATURITÉ - CE**

Monografia apresentada ao Curso de Agronomia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheira Agrônoma.

Orientador: Professor Titular Dr. Francisco Marcus Lima Bezerra

Fortaleza

2016

C386p

Celentano, Adriana.

Produção de girassol submetido a diferentes lâminas de irrigação na Região do Maciço de Baturité - Ce/ Adriana Celentano. - 2016.
43 f. : il. color.

Monografia (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Engenharia Agrícola, Graduação em Agronomia, Fortaleza, 2016.
Orientação: Prof. Dr. Francisco Marcus Lima Bezerra.

1. Girassol. 2. Sistema de gotejamento. 3. Irrigação. I. Título.

CDD 631


ADRIANA CELENTANO

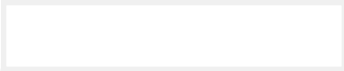
PRODUÇÃO DE GIRASSOL SUBMETIDO A DIFERENTES LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO
NA REGIÃO DO MACIÇO DE BATURITÉ - CE

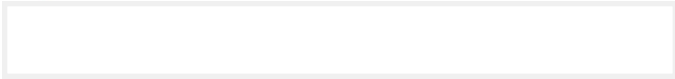
Monografia apresentada ao Curso de
Agronomia do Centro de Ciências Agrárias da
Universidade Federal do Ceará, como requisito
parcial para obtenção do título de Engenheira
Agrônoma

Aprovada em: 29/01/2016.

BANCA EXAMINADORA


Prof. Titular Dr. Francisco Marcus Lima Bezerra (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)


Profª. Dra. Albanise Barbosa Marinho
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB)


Msc. Francisca Robevania Medeiros Borges
Universidade Federal do Ceará (UFC)

AGRADECIMENTOS

Ao professor Titular Dr. Francisco Marcus Lima Bezerra pela oportunidade, atenção, confiança e orientação na realização deste trabalho. Que benção ter convivido com um ser grandioso, benévolo, magnífico e tão paterno.

À professora Dr^a. Albanise Barbosa Marinho pelo apoio técnico, colaboração e afeição.

À doutoranda Francisca Robevania Medeiros Borges pela receptividade e generosidade, pela paciência e cooperação, muito obrigada por compartilhar.

Ao professor Ismail Soares pelo acolhimento, pela confiança e parceria nesses anos no Laboratório de Nutrição Mineral, no Departamento de Solos e pelo auxílio para a realização das análises de proteína.

Ao professor Dr. Sebastião Medeiros Filho por disponibilizar o Laboratório de Análise de Sementes para realização do teste de germinação.

Ao professor Dr. Alexandre Bosco de Oliveira por disponibilizar o Laboratório de Análise da Produção para execução da extração do óleo das sementes e sua equipe de bolsistas.

À Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira - UNILAB por apoiar o desenvolvimento dessa pesquisa, disponibilizando sua área experimental, a Fazenda Piroás, para execução deste trabalho. Deixo também os meus sinceros agradecimentos aos colaboradores da Fazenda.

Ao Grupo de Pesquisa em Irrigação e Drenagem da UFC e ao Grupo de Pesquisa em Biofertilização (GPBio) da UNILAB. Obrigada por auxiliarem na condução dos experimentos de campo e análises laboratoriais.

Ao querido Tiago Cavalcante da Silva, muito obrigada, especialmente pelo incentivo, força e estímulo a autoconfiança.

“Escolha bem. O momento da escolha é breve,
mas as consequências são para sempre.”

Goethe

RESUMO

O presente ensaio foi realizado na Fazenda Experimental Piroás (FEP) pertencente à Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB), localizada em Piroás, distrito de Barra Nova em Redenção – CE e se propôs a avaliar a produção e características de pós colheita da cultivar de girassol variedade BRS 324 em delineamento em blocos casualizados, nos quais o tratamento foi a aplicação de cinco lâminas de irrigação (L₁, L₂, L₃, L₄ e L₅ equivalentes a 33, 66, 100, 133 e 166 % da evaporação medida no tanque Classe A), em três repetições. As plantas foram adubadas com uma dose semanal de 600 mL planta⁻¹ de biofertilizante líquido de esterco caprino por sistema de irrigação. O diâmetro dos capítulos, a massa de 1.000 aquênios, a produtividade de aquênios por planta, a produtividade de aquênios por hectare, o teor de óleo dos aquênios, a produtividade de óleo e o percentual de proteína bruta não foram influenciados significativamente pelas diferentes lâminas de irrigação. As maiores médias obtidas ocorreram na lâmina 133% ECA (L₄) com as médias de 16,28 cm para o diâmetro dos capítulos, 62,59 g para a massa de 1.000 aquênios, 40,55 g planta⁻¹ para produção de aquênios e produtividade de 1.158,6 kg ha⁻¹. As maiores médias para as estimativas de teor de óleo dos aquênios 46,11% e a produtividade de óleo 535,83 kg ha⁻¹ foram obtidos no tratamento a 66% ECA (L₂) e o melhor valor absoluto para o percentual de proteína bruta ocorreu na lâmina a 166% ECA (L₅) apresentando 11,86%.

Palavras-chave: 1. *Helianthus annuus*. 2. Sistema de gotejamento. 3. Tanque Classe A

ABSTRACT

This trial was conducted at the Experimental Farm Piroás (EFF) belonging to the University of International Integration of Lusophone African-Brazilian (UNILAB), located in Piroás, Barra Nova district of Redenção - CE and set out to evaluate the production and post features crop cultivate sunflower variety BRS 324 in a randomized block design, in which the treatment was the application of five irrigation levels (L_1 , L_2 , L_3 , L_4 and L_5 equivalent to 33, 67, 100, 133 and 167% of evaporation measured in the tank Class A), in three replications. The plants were fertilized weekly with a dose of 600 mL plant⁻¹ liquid goat manure bio-fertilizers. The diameter of the capitulum (head), the mass of 1,000 achenes, the achenes yield per plant, achenes per hectare productivity, the achenes oil content, oil production and the percentage of crude protein were not significantly influenced by different blades irrigation. The absolute highest averages occurred on blade 133% ECA (L_4) with the average 16.28 cm for the diameter of the head, 62.59 g to 1,000 mass achenes, plant 40.55 g plant⁻¹ production and achenes productivity of 1,158.6 kg ha⁻¹. The absolute highest average for the oil content of achenes estimates of 46.11% and the oil yield 535.83 kg ha⁻¹ were obtained in treatment to 67% ECA (L_2) and the absolute best value for the percentage of crude protein it occurred in the blade 167% ECA (L_5) having 11.86 %.

Keywords: 1. *Helianthus annuus* L. 2. Drip system 3. Evaporimeter Class A

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** - Localização do município de Redenção (a) e vista aérea da Fazenda Piroás (b)... 20
- Figura 2**- Croqui da área experimental com três blocos de cinco linhas com cinco tratamentos em cada linha. FEP, Redenção CE, 2014/2015..... 22
- Figura 3** - Materiais utilizados para preenchimento dos vasos: brita (a), mistura homogênea de solo da região e areia (b), vasos prontos para o plantio (c), sementes de girassol da variedade BRS324 (d) e exemplo de planta selecionada (e). FEP, Redenção CE, 2014/2015. 23
- Figura 4** - Linha de derivação saindo da linha principal (a), gotejadores combinados (b), linha de derivação com as linhas laterais (c), gotejadores de botão, (d) e gotejador individual (e). FEP, Redenção CE, 2014/2015..... 24
- Figura 5** - Aparelho extrator de gordura TECNAL[®] TE – 044 (a), amostra de óleo de girassol após ser retirada da estufa para pesagem (b) e pesagem da amostra em balança digital (c)... 29
- Figura 6** - Processos de Digestão (a), Destilação (b) e titulação da Amostra (c) para análise de Nitrogênio..... 30

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Atributos químicos do substrato inicial da área experimental, na camada de 0,0 a 0,2 m. FEP, Redenção CE, 2014/2015.	21
Tabela 2 - Coeficiente de transmissividade (Tr) conforme o clima, a profundidade da raiz e a textura do solo.	26
Tabela 3 - Atributos químicos do biofertilizante líquido peneirado de esterco caprino. FEP, Redenção CE, 2014/2015.	26
Tabela 4 - Valores médios de temperatura do ar, evaporação do tanque Classe A (ECA) e precipitação (PPT) no período experimental. FEP, Redenção CE, 2014/2015.	32
Tabela 5 - Indicadores de desempenho (CUC, CUD, Ef) do sistema de irrigação por gotejamento da cultura do girassol para as diferentes vazões dos emissores (2,4,6,8 e 10 L h ⁻¹). FEP, Redenção CE, 2014/2015.	33
Tabela 6 - Resumo das análises de variância de diâmetro do capítulo (DC), massa de 1000 aquênios (MMA), produtividade de aquênios por planta (PR), produtividade de aquênios por hectare (PRV), teor de óleo (TO), produtividade de óleo (PO) e proteína bruta (PROT) da variedade de Girassol BRS324 submetida a lâminas de irrigação. FEP, Redenção - CE, 2014/2015.	34
Tabela 7 - Valores médios de diâmetro do capítulo (DC), massa de 1000 aquênios (MMA), produtividade por planta (PR), produtividade por hectare (PRV), teor de óleo (TO) produtividade de óleo (PO) e proteína bruta (PROT) da variedade de Girassol BRS324 submetida a lâminas de irrigação. FEP, Redenção - CE, 2014/2015.	34

SUMÁRIO

RESUMO	19
ABSTRACT	20
LISTA DE FIGURAS	21
LISTA DE TABELAS	22
1 INTRODUÇÃO	14
2 REVISÃO DE LITERATURA	16
2.1 O Girassol	16
2.2 A irrigação	17
2.3 O tanque Classe A	18
3 MATERIAL E MÉTODOS	20
3.1 Localização e caracterização da área experimental	20
3.2 Tratamentos e delineamento experimental	21
3.3 Sistema e manejo da irrigação	23
3.4 Adubação e Controle Fitossanitário	26
3.5 Colheita e beneficiamento	27
3.6 Parâmetros avaliados	27
3.6.1 <i>Diâmetro interno do capítulo</i>	27
3.6.2 <i>Massa de 1000 aquênios</i>	27
3.6.3 <i>Produtividade de aquênios por planta</i>	27
3.6.4 <i>Produtividade de aquênios por hectare</i>	28
3.6.5 <i>Teor de óleo</i>	28
3.6.6 <i>Produtividade de Óleo</i>	29
3.6.7 <i>Teor de Proteína</i>	29
3.7 Análise estatística	31
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
4.1. Características meteorológicas do período de cultivo experimental	32
4.2 Indicadores de desempenho do sistema de irrigação	33
4.3 Parâmetros avaliados	33
4.3.1 <i>Diâmetro do capítulo</i>	35
4.3.2 <i>Massa de mil aquênios</i>	35
4.3.3 <i>Produtividade de aquênios por planta</i>	36
4.3.4 <i>Produtividade de aquênios por hectare</i>	36
4.3.5 <i>Teor de Óleo</i>	37

4.3.6 <i>Produtividade de óleo</i>	38
4.3.7 <i>Teor de proteína bruta</i>	38
5 CONCLUSÃO	40
REFERÊNCIAS	41

1 INTRODUÇÃO

Utilizada como importante estratégia para a produção mundial de alimentos, a irrigação vem potencializando essa produção, tornando-a ainda mais eficiente quando considerada como sendo parte integrante de um conjunto de técnicas que garantem tanto a geração da economia que envolve as culturas, quanto o manejo correto dos recursos naturais.

Quando levados em conta os sistemas de plantio, as rotações de cultura a preservação da água e proteção do solo (e de sua fertilidade), o manejo integrado de pragas e doenças, o uso correto de máquinas e implementos agrícolas ampliam-se as possibilidades para se produzir mais, com melhor qualidade, trazendo oportunidades para o desenvolvimento da área rural de modo sustentável com geração de emprego e renda e condição segura que proporciona ao homem no campo ali permanecer.

Melhorias nas propriedades físicas e químicas do solo são de fundamental importância quando se fala em agricultura. Aumentar o teor de matéria orgânica, melhorar a infiltração da água no solo e o fornecimento de nutrientes faz parte dos primeiros passos para uma boa colheita. Produtividades elevadas podem ser alcançadas por meio do incremento de adubação com esterco de caprinos e ovinos, os mais facilmente disponíveis no nordeste brasileiro.

O girassol é uma cultura com potencial para cultivo no semiárido nordestino. Apesar de não ser uma cultura de expressão no Brasil, pode ser inserida no cenário agrícola nacional a fim de aproveitar entre outras coisas, as áreas ociosas entre as safras das culturas de maior interesse econômico.

A extração de óleo vegetal comestível é uma das principais maneiras de aproveitamento do girassol que produz em abundância o ácido graxo linoléico o qual por sua vez é essencial na dieta humana. Vem sendo utilizado também na alimentação animal em forma de farelo ou silagem por ser fonte de proteínas, cálcio, ferro e vitaminas, bem como empregado na ração para nutrição animal em forma de torta. Seus grãos não só são consumidos na alimentação de pássaros, mas também aplicados na indústria de panificação em tortas, bolos e biscoitos para consumo humano. De modo indireto, as flores do girassol são excelentes atrativos para abelhas, favorecendo assim a produção e a qualidade de mel e também melhorando a produção de grãos. Mais recentemente o girassol ornamental vem ganhando espaço no mercado da floricultura nacional (EMBRAPA, 2015).

Entretanto, para que se obtenham produtividades elevadas fazem-se necessárias práticas agrícolas fundamentadas nas características locais (ARAÚJO et al. 2012)

Sendo assim, o presente trabalho teve como objetivo avaliar cinco lâminas de irrigação, calculadas a partir de percentuais da evaporação do tanque Classe A na cultivar de girassol variedade BRS 324 a qual recebeu um incremento semanal de adubação de 600 mL de biofertilizante líquido de esterco caprino e que foi instalada sob as condições edafoclimáticas da região do maciço de Baturité - CE.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 O Girassol

Conforme Lentz *et al.* (2001 apud Dall’Agnol *et al.*, 2005), o girassol (*Helianthus annuus* L.) teve seu berço de domesticação em San Andrés –Tabasco, México. Já para Putt (1997 apud Dall’Agnol *et al.*, 2005), o girassol cultivado é originado do girassol silvestre, que foi domesticado por índios dos Estados Unidos, os quais utilizavam o grão como base de sua alimentação. Outros estudiosos defendem ainda que a origem de domesticação do girassol possa ter sido também o Peru, o Canadá e o Brasil.

Presente no Brasil desde finais do século XIX trazido por colonos europeus, o girassol foi utilizado inicialmente como forrageira e na produção de silagem para a alimentação de ruminantes, principalmente para vacas leiteiras. Atualmente é extraído da semente de girassol o óleo comestível e o subproduto resultante, bastante rico em proteínas, tem sido destinado à produção de ração para bovinos, suínos, aves de corte e galinhas poedeiras. As sementes são ainda utilizadas na alimentação de pássaros (LEITE, 2005).

Muitas das características quantitativas acabam por determinar o uso da planta: dos aquênios é retirado o óleo comestível, as sementes servem de alimento para aves e pássaros, bem como para a confecção de uma variedade de produtos para consumo humano (pães, bolos, biscoitos). A planta pode ser usada como forragem na alimentação animal e devido a seu valor estético e fotogênico vem sendo apreciado também pelo ramo da floricultura (SEILER, 1997).

O girassol é uma espécie oleaginosa de grande importância econômica, utilizado na alimentação humana ou animal, como planta ornamental e matéria prima para a produção de biodiesel. A obtenção de altas produtividades vai depender do uso de cultivares adaptadas, quer sejam variedades ou híbridos e a utilização de um pacote tecnológico mais adequado. O bom desempenho que o girassol vem obtendo no nordeste brasileiro, até então, faz com que o mesmo seja mais uma alternativa de exploração comercial, principalmente para agricultura familiar (LIRA, 2011).

O girassol (*Helianthus annuus* L.) é uma cultura de ampla adaptabilidade, alta tolerância à seca, alto rendimento de grãos e de óleo. A expansão da cultura vem ocorrendo na região central do país devido ao cultivo em safrinha e ainda que apresente tolerância ao déficit hídrico é importante que se forneça nutrientes em quantidades adequadas, evitando-se a falta ou excesso de um determinado elemento (MELLO PRADO; LEAL, 2007).

Na agricultura familiar o girassol vem sendo associado a apicultura na produção de mel e também como opção para cultura de segunda safra, no mesmo ano agrícola do milho ou soja. Enquanto agronegócio o girassol é uma excelente fonte de matéria prima para o biodiesel (LEITE, 2005).

O mundo produziu 42,87 milhões de toneladas de girassol na safra de 2013/2014. Os maiores países produtores foram Ucrânia e Rússia, respectivamente com 27,2% (11,6Mt) e 24,6 % (10,55Mt), seguidos de longe pela China 5,7% (2,45Mt), Argentina 5,3% (2,30Mt), Turquia 3,3 % (1,40Mt) e E.U.A. 2,1% (0,92Mt). No Brasil, a produção foi de 247 mil toneladas, numa área plantada de 143,5 mil hectares tendo uma produtividade de 1.721 kg ha⁻¹ (BRASIL MAPA, 2015).

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2015) os estados brasileiros com maior destaque na produção do girassol em grãos na safra 2014 foram Mato Grosso (80,5%), Minas Gerais (10,4%), Goiás (5,1%), Rio Grande do Sul (3,2%) e Mato Grosso do Sul (0,8%) com uma produção total de 161 mil toneladas e um rendimento médio de 1.365 kg ha⁻¹ (1,3 ton ha⁻¹).

O Ceará contribuiu na safra 2013/2014 com 0,1 mil toneladas em uma área de 0,2 mil hectares plantados obtendo um rendimento de 456 kg ha⁻¹. Na safra 2013/2014 foram produzidos 15,54 Mt de óleo de Girassol no mundo (BRASIL MAPA, 2015).

2.2 A irrigação

É fato que a população mundial depende de alimentos produzidos em áreas irrigadas. Entretanto, a expansão da agricultura irrigada vem provocando alto consumo do recurso hídrico. O manejo inadequado da irrigação pelo agricultor ou trabalhador rural gera ineficiência dos métodos e sistemas, resultando em um elevado desperdício do insumo que se perde antes mesmo de ser absorvido pelas plantas (PAZ; TEODORO; MENDONÇA, 2000).

Por outro lado, é importante considerar o mérito da agricultura irrigada no momento em que apresenta benefícios, tais como a maior produção de alimentos, elevada produtividade e geração de empregos e renda fixando o trabalhador na área rural (MANTOVANI; BERNARDO; PALARETTI, 2009).

Dentre os recursos utilizados pelas plantas a água é o mais fundamental ao metabolismo vegetal. Indispensável no processo de absorção de nutrientes do solo, bem como no sistema de fotossíntese (TELLES, 2008). Entretanto a indisponibilidade hídrica pode afetar o desenvolvimento dos vegetais de modo significativo e por isso a água tem sido um recurso-

chave na prática da irrigação de modo a não limitar a produtividade agrícola (TAIZ; ZEIGER, 2009).

Os nutrientes minerais e sais inorgânicos, bem como as demais substâncias de importância biológica necessitam de meio líquido quer para sua solubilização, quer para sua absorção e transporte. O melhor solvente conhecido é a água (EPSTEIN; BLOOM, 2006)

De modo geral, a irrigação traz vantagens indiscutíveis para as culturas, favorecendo ao máximo, a expressão dos seus potenciais produtivos. As chuvas raramente são suficientes para atenderem as necessidades hídricas das culturas durante o ano todo principalmente no Ceará, por haver concentração em apenas quatro meses do ano, denominado quadra chuvosa (AZEVEDO; BEZERRA, 2008).

Plantas sob estresse hídrico apresentam comprometidas: a absorção de nutrientes, a germinação, o processo fotossintético, a transpiração as atividades enzimáticas, vários outros processos metabólicos e fisiológicos. E excesso hídrico diminui a concentração de oxigênio no solo dificultando o processo de respiração radicular entre outros vários problemas (CASTRO; FARIAS, 2005).

Bernardo, Soares e Mantovani (2009), alertam que tanto no planejamento quanto na operação de um projeto de irrigação, deve-se ter pleno conhecimento das interrelações solo-água-planta-atmosfera, bem como de manejo de irrigação. Sendo necessário que se alcance a máxima produção por unidade de água aplicada, principalmente em regiões áridas em que a água é fator limitante.

O desenvolvimento pleno da cultura tem relação íntima com o tipo de solo, com o clima da região e principalmente com a disponibilidade da água (TELLES, 1998).

Assim, um manejo adequado da irrigação, requer conhecimento da necessidade total da água a ser consumida pela cultura em cada uma das fases ao longo do seu ciclo, tanto quanto do método de irrigação e de seu sistema, com atenção especial para as ocorrências meteorológicas do dia ou período de irrigação adequando assim a necessidade ou não de reposição hídrica.

2.3 O tanque Classe A

O tanque Classe A é um dos métodos indiretos mais utilizados para a determinação da quantidade de água a ser disponibilizada para as culturas. É empregado por ser um custo relativamente baixo e ser de fácil manuseio e coleta de dados. Devendo ser instalado próximo ao campo de plantio (BERNARDO, SOARES, MANTOVANI, 2009).

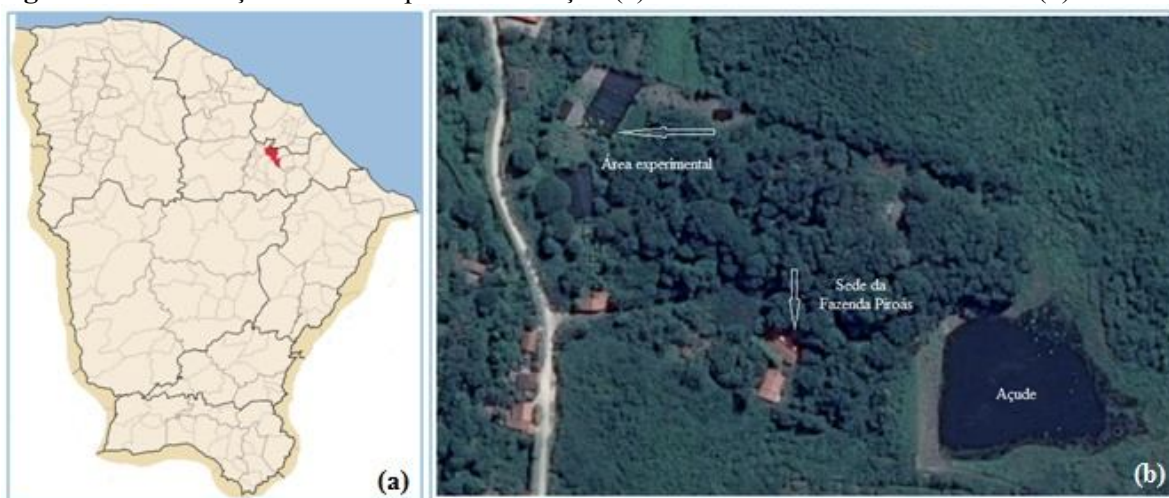
O tanque Classe A é circular, de aço galvanizado, chapa 22, ou de metal monel 0,8 mm, com 121 cm de diâmetro interno e 25,4 cm de profundidade. Deve ser instalado sobre estrado de madeira de 15 cm de altura. A evaporação é medida com um micrômetro de gancho colocado sobre um poço tranquilizador ou por régua especialmente graduada colocada de forma inclinada, ou ainda, com uso de mangueira transparente conectada à parede lateral do tanque. Um pluviômetro deve ser instalado próximo ao tanque, porque as chuvas também são consideradas no controle da irrigação. Quando estas ocorrerem, se o tanque estiver com o nível acima do indicado, deve-se esvaziá-lo até que o nível da água volte local correto. A evaporação do tanque é calculada multiplicando-se o valor diário medido da evaporação, pelo coeficiente do tanque, que é função da distância da bordadura ao redor do tanque, da velocidade do vento e da umidade relativa do ar (STONE e SILVA, 2004).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização e caracterização da área experimental

O ensaio foi conduzido na Fazenda Experimental Piroás (FEP) pertencente à Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB), localizada em Piroás, distrito de Barra Nova em Redenção - CE, nas coordenadas geográficas de latitude $04^{\circ}15'55''$ sul e longitude $38^{\circ}79'37''$ oeste e altitude de 240 metros (FIGURA 1).

Figura 1 - Localização do município de Redenção (a) e vista aérea da Fazenda Piroás (b).



Fonte: Elaborado pela autora

O clima da região, segundo a classificação de Köppen, pertence ao grupo BSh caracterizado pelo clima semiárido quente, seco, apresentando baixa nebulosidade, com padrão elevado de evaporação e forte insolação. Há concentração de chuvas entre Janeiro e Abril sendo a precipitação anual total média entre 380 e 760 mm distribuídos irregularmente. A temperatura anual média do ar é de 27°C .

O solo utilizado na área experimental possui textura arenosa.

A caracterização química do solo envasado foi realizada antes da implantação do experimento, com amostragem de solo da camada de 0,0 - 0,20 m. Foram feitas as análises de carbono orgânico, matéria orgânica, pH, nutrientes, acidez potencial, soma de bases, capacidade de troca catiônica, saturação de bases, porcentagem de sódio trocável, condutividade elétrica e relação carbono orgânico e nitrogênio (TABELA 1).

Tabela 1 - Atributos químicos do substrato inicial da área experimental, na camada de 0,0 a 0,2 m. FEP, Redenção CE, 2014/2015.

Características químicas															
g kg ⁻¹		mg dm ³			cmol _c kg ⁻¹					%		dS m ⁻¹			
C	M.O.	pH	P	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	H ⁺ +Al ³⁺	SB	CTC	V	PST	CE	C/N	
1,98	3,41	7,3	60	0,11	2,00	1,00	0,08	0,33	3,2	3,5	91	2	0,24	10	

(C)carbono orgânico, (M.O.) matéria orgânica, (H⁺+Al³⁺)acidez potencial, (SB) soma de bases, (CTC) capacidade de troca catiônica,(V) saturação de bases, (PST) porcentagem de sódio trocável,(CE) condutividade elétrica. Fonte: Laboratório de Solos UFC/FUNCEME

Para verificação da evaporação e da precipitação, foram instalados nas imediações da área experimental o tanque Classe A e um pluviômetro para a coleta dos dados durante o período do ensaio. A temperatura foi medida com termômetro digital. Os resultados são as médias dos valores obtidos na fase total do experimento.

3.2 Tratamentos e delineamento experimental

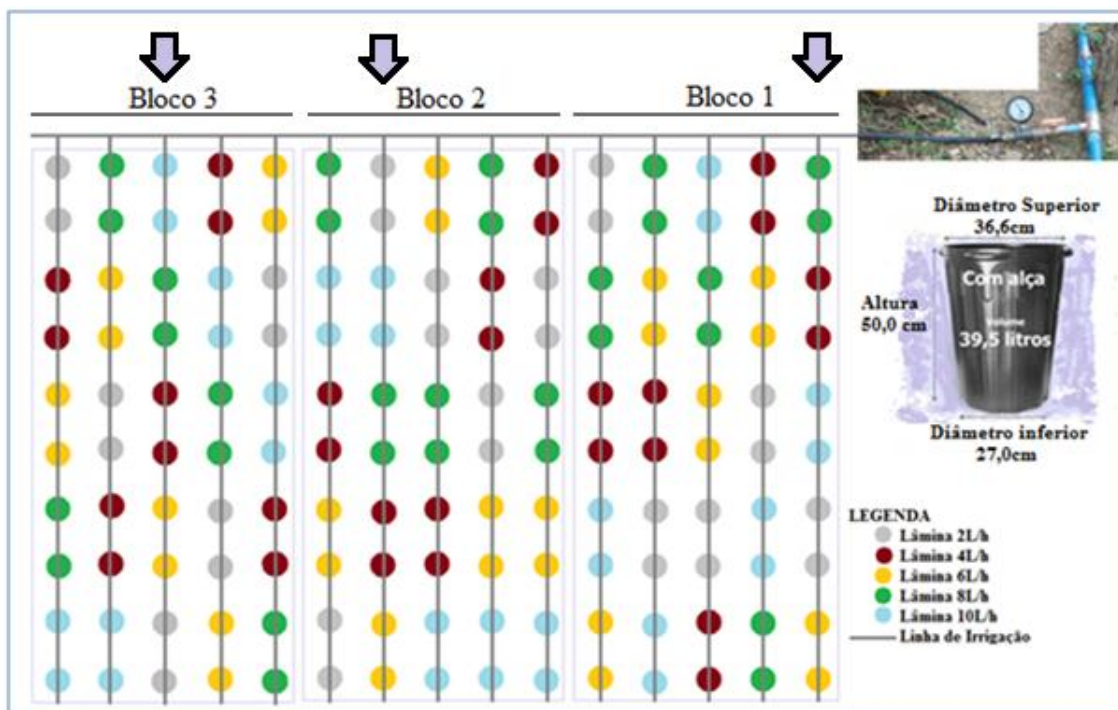
Este trabalho é parte de uma grande pesquisa na qual se estudou o desenvolvimento da variedade de girassol BRS 324, disposto em delineamento em blocos casualizados com arranjo em parcela subdividida com três repetições. Os tratamentos foram compostos por cinco doses de biofertilizante caprino na parcela e cinco níveis de irrigação na subparcela, com três repetições, por 2 ciclos completos. O experimento foi constituído por 75 unidades experimentais, com duas plantas úteis por tratamento, totalizando 150 plantas por ciclo.

O girassol BRS 324, desenvolvido pela Embrapa Soja e demais parceiros é uma variedade que traz o ciclo de cultura completo entre 80 e 100 dias, sendo considerada uma planta precoce. As sementes do tipo aquênio possuem coloração estriada escura com teores de óleo com variação de 45 a 49%, considerados elevados. A altura média das plantas pode oscilar entre 170 a 190 cm e tem ainda como característica para o peso de 1000 aquênios entre 55 e 65 g e por ser uma variedade apresenta menor produtividade com média de 1500 kg ha⁻¹ (CARVALHO *et al.*, 2013).

Isto posto, o presente ensaio se propôs a avaliar a produção desta variedade de girassol em delineamento em blocos casualizados, nos quais o tratamento foi a aplicação de cinco lâminas de irrigação (L₁, L₂, L₃, L₄ e L₅ equivalentes a 33, 66, 100, 133 e 166 % da evaporação medida no tanque Classe A (ECA), no primeiro ciclo do ensaio, sendo analisada a parcela que recebeu a dose semanal D2 de 600 mL planta⁻¹ nas linhas destacadas por setas no croqui (FIGURA 2).

O ensaio foi realizado em vasos de aproximadamente 40 L, dispostos em fileiras simples com espaçamento de 0,5 m entre os vasos na linha num comprimento total da linha de 7,79 m e 0,5 m entre as linhas dos blocos perfazendo uma largura aproximada de 12,10 m. Assim a área total do experimento foi de 94,26 m² dos quais 31,42 m² para cada um dos três blocos (FIGURA 2). A área aproximada por vaso era de 0,08 m². A densidade de plantio para o ensaio foi de 28.570 plantas por hectare.

Figura 2- Croqui da área experimental com três blocos de cinco linhas com cinco tratamentos em cada linha. FEP, Redenção CE, 2014/2015.



Fonte: Elaborado pela autora

O experimento foi implantado em ambiente aberto a pleno sol em terreno plano de duzentos metros quadrados (20 m x 10 m), capinado e completamente livre de vegetação. Os vasos foram instalados diretamente sobre o solo nu, preenchidos inicialmente com uma camada de 0,05 m de brita para melhor drenagem do excesso de água do recipiente e em seguida com substrato composto por solo local peneirado e areia, na proporção 2:1 até que ficasse na borda superior a altura de 0,05 m livre de solo (FIGURA 3). Antes do plantio foi feita uma rega idêntica em todos os vasos até umedecer o solo em sua capacidade de campo. Foram inseridas seis sementes por vaso e no dia seguinte teve início a aplicação das lâminas diferenciadas conforme os respectivos tratamentos. Passados sete dias após a germinação

houve o desbaste manual dos vasos, deixando apenas uma das plantas: a mais vigorosa das germinadas. O período experimental foi de 19/11/2014 a 19/02/2015.

Figura 3 - Materiais utilizados para preenchimento dos vasos: brita (a), mistura homogênea de solo da região e areia (b), vasos prontos para o plantio (c), sementes de girassol da variedade BRS324 (d) e exemplo de planta selecionada (e). FEP, Redenção CE, 2014/2015.



Fonte: Elaborado pela autora

3.3 Sistema e manejo da irrigação

O método de irrigação escolhido foi o localizado por gotejamento utilizando sistema fixo temporário, o qual teve como fonte de alimentação hídrica um reservatório tipo açude em cota sete metros acima da área do experimento. A distribuição da água de irrigação ocorreu por gravidade para um reservatório do qual era bombeada para uma caixa elevada da qual teve origem uma linha principal em tubos de PVC com diâmetro de 32 mm, contendo um filtro de disco de 2" no início desta linha. Na saída da linha de derivação, após o Tê, foi instalado um registro de gaveta por onde foi efetuado o controle da irrigação (que também ocorreu por gravidade). Em seguida a este, um manômetro de glicerina foi inserido para a verificação e ajuste da pressão de serviço. Da linha de derivação saíram as 15 linhas laterais em tubo PELBD com diâmetro nominal de 16 mm. Gotejadores de botão autocompensantes modelo PCJ da marca Netafim[®] com taxas de vazão 2,0 L h⁻¹, 4,0 L h⁻¹ e 8,0 L h⁻¹ foram introduzidos individualmente e combinados entre si nos tubos, para aplicação das lâminas preestabelecidas para cada tratamento em vazões de 2, 4, 6, 8 e 10 L h⁻¹, respectivamente para as lâminas, 33, 66, 100, 133 e 166% da evaporação do tanque Classe A (ECA). A pressão de trabalho se manteve por volta de 20 m.c.a. (FIGURA 4).

Figura 4 - Linha de derivação saindo da linha principal (a), gotejadores combinados (b), linha de derivação com as linhas laterais (c), gotejadores de botão, (d) e gotejador individual (e). FEP, Redenção CE, 2014/2015.



Fonte: Elaborado pela autora

Para a aplicação das lâminas de água foram considerados os índices pluviométricos das 24 h antecedentes à irrigação, assim, quando houve precipitação e esta se mostrou suficiente para suprir a reposição de água nos vasos, a irrigação não era realizada. O tempo de irrigação diário foi calculado a partir da evaporação medida no tanque Classe A, por meio da equação 1:

$$T_i = \frac{F * ECA * A_v * F_c}{E_i * q_g} \quad (1)$$

sendo:

- T_i = o tempo de irrigação, em h;
- F = o fator de ajuste da lâmina d'água a ser aplicada em função da ECA;
- ECA = Evaporação medida no tanque Classe A, em mm dia⁻¹;
- A_v = Área do vaso (0,08 m²);
- F_c = fator de cobertura do solo, adimensional;
- E_i = eficiência de irrigação, adimensional;
- q_g = vazão do gotejador, em L.h⁻¹.

O fator de ajuste da lâmina d'água aplicada para L₁, L₂, L₃, L₄ e L₅ foi de 0,33; 0,66; 1,0; 1,33 e 1,66 respectivamente. A medida de evaporação no tanque Classe A em milímetros equivale a L m⁻² dia⁻¹.

O fator de cobertura do solo foi de 0,4 até os 28 dias após a semeadura (DAS) e passou a ser 0,7 a partir de 29 DAS até o término do ensaio aos 93 DAS.

A frequência de irrigação foi diária, de segunda-feira a sábado. A eficiência de aplicação do sistema de irrigação foi avaliada por intermédio da determinação do coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC) por meio da equação 2, pelo coeficiente de uniformidade de distribuição (CUD) usando equação 3 e pela eficiência de irrigação mediante equação 4 conforme segue:

$$CUC = \left(1 - \frac{\sum |X_i - \bar{X}|}{n \cdot \bar{X}} \right) \cdot 100 \quad (2)$$

$$CUD = 100 \frac{q_{25\%}}{\bar{X}} \quad (3)$$

$$E_f = Tr \cdot CUC \quad (4)$$

Sendo:

CUC = coeficiente de uniformidade de Christiansen (%);

CUD = Coeficiente de Uniformidade de Distribuição (%);

E_f = eficiência de irrigação (%);

X_i = vazão do coletor de ordem i ($L h^{-1}$);

\bar{X} = média das vazões dos coletores ($L h^{-1}$);

n = número de coletores;

$q_{25\%}$ = vazão média dos 25% menores valores dos gotejadores ($L h^{-1}$);

Tr = coeficiente de transmissividade ou coeficiente de transpiração (TABELA 2).

O coeficiente de transmissividade foi estimado em função da textura do solo e da profundidade das raízes da cultura (TABELA 2).

Tabela 2 - Coeficiente de transmissividade (Tr) conforme o clima, a profundidade da raiz e a textura do solo.

Clima	Profundidade das raízes (m)	Textura do solo			
		Muito arenosa	Arenosa	Média	Fina
Árido	< 0,75	0,85	0,90	0,95	1,00
	0,75 a 1,50	0,90	0,95	1,00	1,00
	> 1,50	0,95	1,00	1,00	1,00
Úmido	< 0,75	0,75	0,80	0,85	0,90
	0,75 a 1,50	0,80	0,85	0,90	0,95
	> 1,50	0,85	0,90	0,95	1,00

Fonte: Keller e Karmeli (1974)

O teste realizado no início do experimento teve a duração de três minutos para cada uma das vazões de 2, 4, 6, 8 e 10L h⁻¹ aplicadas. Para coleta do volume foi usado um coletor plástico e o volume recolhido foi transferido para uma proveta plástica graduada em mililitros, sendo posteriormente convertido o valor em volume para vazão, em litros por hora.

3.4 Adubação e Controle Fitossanitário

O adubo utilizado foi o biofertilizante líquido de esterco caprino curtido e peneirado, preparado em caixas d'água em polietileno com capacidade de 500 L. Foi diluído em 210 L de água potável 100 L de esterco caprino fresco e 10 L de cinza de madeira. A cura se deu após um mês do preparo.

A adubação teve início aos 15 dias após a germinação (DAG) e foi realizada uma vez por semana em dose de 600 mL por vaso, via sistema pressurizado (parte integrante do experimento completo), num total aproximado de 12 aplicações ao longo do ciclo.

Os atributos químicos do biofertilizante líquido caprino são apresentados na TABELA 3.

Tabela 3 - Atributos químicos do biofertilizante líquido peneirado de esterco caprino. FEP, Redenção CE, 2014/2015.

Características Químicas								
g kg ⁻¹								
N	P	K	Ca ²⁺	Mg ²⁺	S	Zn	Cu	Mn
0,4	0,1	3,6	1,3	1,6	-	2,5	0,8	4,6

Fonte: Laboratório de Solo e Água da Universidade Federal do Ceará.

O controle fitossanitário da área experimental seguiu a norma da Fazenda, na qual só é feito uso de produtos ecologicamente corretos. Para o controle de formigas, cochonilhas e

pulgões foi utilizado um produto natural a base de castanha de caju imersa em álcool o qual foi diluído nas proporções indicadas de 5 mL por litro de água e aplicados sobre as plantas com o uso de pulverizador costal de 20 L quando necessário. O controle de plantas invasoras ocorria semanalmente por meio de capina manual.

3.5 Colheita e beneficiamento

A colheita ocorreu de forma manual sendo utilizada a tesoura de poda. Foram utilizados sacos em papel craft devidamente identificados para o armazenamento do capítulo, parte aérea e raiz os quais foram submetidos ao processo de secagem natural em casa de vegetação na UFC Campus do Pici, Fortaleza CE.

O beneficiamento das sementes foi realizado por processo manual separando-se os aquênios do capítulo. As sementes foram acondicionadas em sacos de papel tipo craft devidamente identificadas.

3.6 Parâmetros avaliados

3.6.1 Diâmetro interno do capítulo

Após a colheita, o capítulo foi medido em sua extensão com o auxílio de uma régua graduada no ponto de maior distância entre as duas extremidades na transversal. O valor obtido foi expresso em centímetros (cm).

3.6.2 Massa de 1000 aquênios

A massa de mil aquênios dos tratamentos foi determinada conforme as orientações prescritas nas Regras para Análises de Sementes – RAS (BRASIL, 2009), por meio de contagem direta dos aquênios e posterior pesagem de sua massa. Os valores foram obtidos por balança digital de precisão com quatro casas decimais e os valores foram expressos em gramas (g).

3.6.3 Produtividade de aquênios por planta

A produção de aquênios de girassol se deu pela soma da pesagem das sementes beneficiadas de todas as plantas do mesmo tratamento dividido pelo número de plantas, obtendo-se assim a média de produção do tratamento em gramas por planta (g planta^{-1}).

3.6.4 Produtividade de aquênios por hectare

A produtividade de aquênios foi estimada multiplicando-se a produção (em quilos por planta) de aquênios pela densidade de plantio de 28.570 plantas hectare⁻¹.

3.6.5 Teor de óleo

Para realizar a determinação do teor de óleo foi feito uso de um extrator, segundo a metodologia proposta por Silva e Queiroz (2004) com modificações.

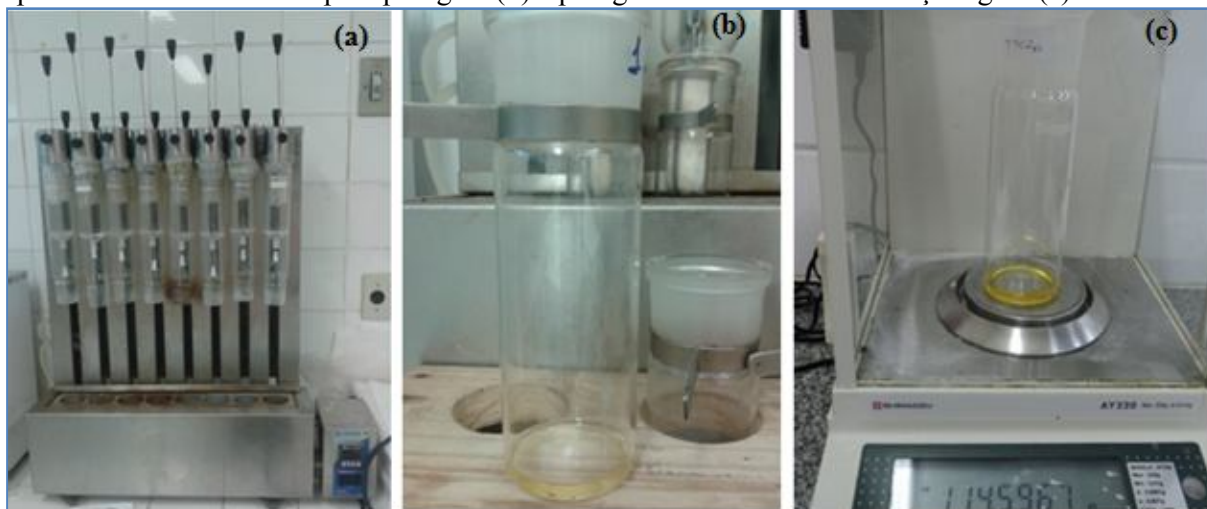
Em laboratório, inicialmente foram pesados os tubos coletores com o auxílio de uma balança digital. Em seguida com a ajuda de um almofariz com pistilo cada amostra de sementes do girassol foi maceradas uma a uma e dessa massa foi retirada a alíquota de 5 g de cada e depositadas em cartucho extrator preparado com filtro de papel o qual foi inserido no tubo coletor que foi inserido no aparelho extrator de gordura da TECNAL[®]TE-044 sendo adicionado a este, em seguida, 125 mL do solvente Hexano [$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}_3$] de maneira que o cartucho ficasse totalmente submerso. O aparelho foi ligado. Por uma hora as amostras ficaram submersas no solvente na temperatura de 130 °C para a extração do óleo. Nas quatro horas seguintes foram suspensas para a volatilização do hexano. Para finalizar o processo a passagem do condensador foi fechada e a temperatura ajustada para 160 °C para dar início ao processo de recuperação do extrator por uma hora. Na etapa seguinte os tubos coletores foram inseridos na estufa com circulação forçada de ar na temperatura de 65 °C, a fim de promover a evaporação completa de qualquer resquício de solvente por cerca de dezesseis horas. Em seguida os tubos foram levados ao dessecador até o resfriamento total para serem em seguida pesados (FIGURA 5).

O teor de óleo foi encontrado multiplicando-se a massa do óleo por 100 e o resultado dividido pela massa da amostra de sementes (sendo o peso do óleo igual à subtração do peso do tubo após o processo, da tara do tubo).

3.6.6 Produtividade de Óleo

A produtividade de óleo de girassol foi estimada multiplicando-se a produção de óleo (em % por planta) pela densidade de plantio de 28.570 plantas hectare⁻¹.

Figura 5 - Aparelho extrator de gordura TECNAL[®] TE – 044 (a), amostra de óleo de girassol após ser retirada da estufa para pesagem (b) e pesagem da amostra em balança digital (c).



Fonte: Elaborado pela autora

3.6.7 Teor de Proteína

O teor de proteína bruta das amostras do ensaio foi obtido por meio do Método Kjeldahl, o qual está dividido nas etapas de Digestão, Destilação e Titulação (FIGURA 6).

Cada amostra de semente seca teve uma parcela moída em micro moinho de facas tipo Willye. Usando uma balança de precisão foram pesadas de cada uma a alíquota de 0,100 g as quais foram colocadas em seguida em tubos micro com orla para receberem em seguida 2 mL da solução digestora de ácido sulfúrico (H₂SO₄). Permaneceram na estante protegidas por filme plástico por 24 h. Após esse prazo, foram encaminhadas para o bloco digestor na temperatura de 350 °C (FIGURA 6a). Após aproximadamente 6 horas no bloco as amostras digeridas se tornaram sulfato de amônio e apresentaram cor esverdeada, prontas assim para a segunda etapa. Na destilação foi usado o aparelho destilador de nitrogênio/proteína da Tecnal[®] TE-0364, no qual o sulfato de amônio foi tratado com hidróxido de sódio (NaOH) para que houvesse a liberação da amônia que ocorria na outra ponta, em que, um Erlenmeyer com solução de ácido bórico de cor rósea que se tornava esverdeada (FIGURA 6b) conforme

recebia a amônia. Foram recolhidos 50 mL dessa solução. Na terceira etapa, a de titulação, foi feita a determinação quantitativa dessa amônia contida na solução receptora. A solução recebia gota a gota o ácido sulfúrico até ocorrer a viragem da cor esverdeada pra a cor rósea (FIGURA 6c). O mesmo procedimento foi adotado para o teste em branco.

O cálculo da proteína bruta contida nas amostras foi feito com o auxílio da equação 5 e o resultado apresentado em percentual.

$$PBruta\% = \left[\frac{(0,014 \cdot N \cdot 100)}{P} \right] \cdot (Va - Vb) \cdot 6,25 \quad (5)$$

sendo:

0,014 = miliequivalente grama de nitrogênio;

N = Normalidade padronizada 0,02N;

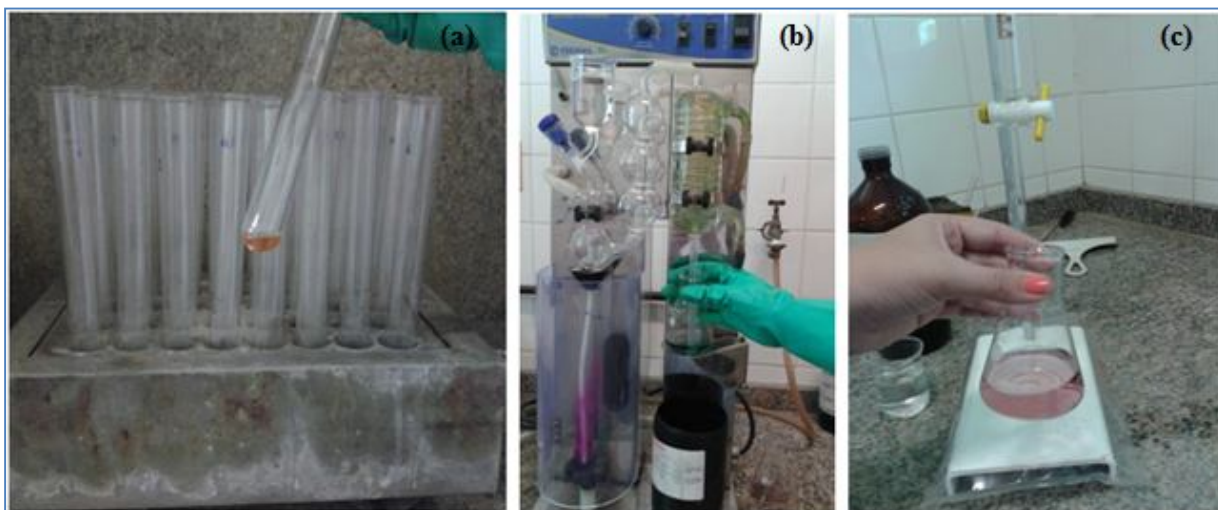
P = massa da amostra (g);

Va = volume de H₂SO₄ gasto na titulação (mL);

Vb= volume de H₂SO₄ gasto na prova em branco (mL);

6,25 = fator de transformação de nitrogênio em proteína.

Figura 6 - Processos de Digestão (a), Destilação (b) e titulação da Amostra (c) para análise de Nitrogênio.



Fonte: Elaborado pela autora

3.7 Análise estatística

A análise estatística, para todas as variáveis observadas, foi realizada pelo método de análise de variância, utilizando o valor máximo a 5% de significância para o Teste F. Quando significativas procede-se a análise de regressão. O software utilizado foi o ASSISTAT – Assistência Estatística, versão 7.7 beta (2016) da Universidade Federal de Campina Grande – Brasil.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Características meteorológicas do período de cultivo experimental

O ciclo completo da cultura teve a duração de 93 dias. A quantidade de água calculada para aplicação durante o ensaio, correspondente aos níveis de irrigação de 33%, 66%, 100%, 133% e 166% da ECA foram respectivamente lâminas de 73,95 mm, 147,90 mm, 221,85 mm, 295,80 mm e 369,75 mm.

As médias mensais de temperatura do ar, precipitação (PPT) e evaporação do tanque Classe A (ECA) coletados no período em que foi realizado o ensaio estão apresentadas na Tabela 4. Durante esse período a precipitação foi elevada, acumulando 224,8 mm, enquanto a evaporação do período foi de 221,9 mm.

Tabela 4 - Valores médios de temperatura do ar, evaporação do tanque Classe A (ECA) e precipitação (PPT) no período experimental. FEP, Redenção CE, 2014/2015.

Mês	Nº de dias	Temperatura (°C)	ECA (mm mês ⁻¹)	PPT (mm mês ⁻¹)
Novembro	12	25,82	38,80	7,90
Dezembro	31	26,60	131,20	26,90
Janeiro	31	26,50	33,60	113,20
Fevereiro	19	26,20	18,30	76,80
Total/Média	93	26,28	221,90	224,80

Fonte: Elaborada pela autora

Diante disso, a quantidade real de água aplicada durante o ensaio passou a ser a lâmina d'água calculada pela ECA mais a precipitação ocorrida no período do ensaio, o que correspondeu às lâminas L₁, L₂, L₃, L₄ e L₅ passando a ser de 298,77 mm; 372,72 mm; 446,67 mm; 520,62 mm e 594,57 mm, respectivamente.

Os valores mostram que as lâminas aplicadas nos tratamentos L₁, L₂, L₃, L₄ e L₅ que deveriam ser 200%, 300%, 400% e 500% maiores que a lamina aplicada em L₁, com o advento da precipitação tal diferença na lamina L₅ não chegou a 200%, ficando então o intervalo compreendido para L₂, L₃, L₄ e L₅ entre 124,75%, 149,5%, 174,25% e 199% maiores que L₁ respectivamente.

Castro e Farias (2005) argumentam que a necessidade hídrica do girassol ainda não se apresenta bem definida. Entretanto, é possível obter os rendimentos próximos ao potencial máximo na maioria dos casos com uma disponibilidade hídrica de 400 a 600 mm de água bem distribuídos durante o ciclo (GAZZOLA, 2012), intervalo observado nesse ensaio.

4.2 Indicadores de desempenho do sistema de irrigação

Os resultados obtidos nos testes de uniformidade CUC e CUD, bem como a avaliação da eficiência de aplicação de irrigação (Ef), realizados para cada vazão do sistema de irrigação podem ser visualizados na Tabela 5.

Tabela 5 - Indicadores de desempenho (CUC, CUD, Ef) do sistema de irrigação por gotejamento da cultura do girassol para as diferentes vazões dos emissores (2,4,6,8 e 10 L h⁻¹). FEP, Redenção CE,2014/2015.

Vazão do emissor	CUC (%)	CUD (%)	Ef (%)
2 L h ⁻¹	92,69	89,28	88,06
4 L h ⁻¹	91,55	90,71	86,97
6 L h ⁻¹	96,18	94,31	91,37
8 L h ⁻¹	93,76	88,17	89,08
10 L h ⁻¹	91,20	86,25	86,64
Valor médio para o sistema de irrigação	93,08	89,74	88,42

O sistema de irrigação apresentou o valor médio de CUC 93,08% que é considerado como excelente (90 a 100%) segundo a classificação de valores de Mantovani (2002) para sistemas de irrigação por gotejamento, confirmando a realidade de este ser um sistema inteiramente novo.

O sistema apresentou uma uniformidade de distribuição média de 89,74% que conforme a classificação de Mantovani (2002) é considerada como bom (80 a 89%). Sendo entendida como a diferença entre a quantidade de água que se aplica (liberada do equipamento) e a quantidade de água efetivamente aproveitada pela planta (consumida), o resultado para a eficiência de aplicação foi de 88,42% na média sendo considerado bom. A uniformidade de distribuição de água é uma medida frequentemente utilizada como indicador dos problemas de distribuição da irrigação. Um baixo valor de CUD indica perda excessiva de água por percolação profunda (EVANGELISTA *et al.*,2015) o que não foi observado no sistema em estudo.

4.3 Parâmetros avaliados

As análises de variância para os parâmetros de diâmetro do capítulo (DC), massa de 1000 aquênios (MMA), produtividade de aquênios por planta (PR), produtividade de aquênios por hectare (PRV), teor de óleo (TO), produtividade de óleo (PO) e proteína bruta

(PROT) não apresentaram efeito significativo ($p < 0,05$) para as lâminas de irrigação aplicadas, sendo uma provável explicação que as chuvas influenciaram tal resultado por diminuir o percentual existente entre as lâminas aplicadas. Na Tabela 6 é possível acompanhar o resumo do resultado destas análises.

Tabela 6 - Resumo das análises de variância de diâmetro do capítulo (DC), massa de 1000 aquênios (MMA), produtividade de aquênios por planta (PR), produtividade de aquênios por hectare (PRV), teor de óleo (TO), produtividade de óleo (PO) e proteína bruta (PROT) da variedade de Girassol BRS324 submetida a lâminas de irrigação. FEP, Redenção - CE, 2014/2015.

Fonte de Variação	Quadrados médios							
	GL	DC (cm)	MMA (g)	PRD (g)	PRV (kg ha ⁻¹)	TO (%)	PO (kg ha ⁻¹)	PROT (%)
Bloco	2	52,86 ^{**}	378,90 ^{ns}	598,32 ^{**}	488414,23 ^{**}	17,68 ^{ns}	95009,63 [*]	0,01 [*]
Lâminas de irrigação	4	8,62 ^{ns}	14,90 ^{ns}	131,25 ^{ns}	107135,56 ^{ns}	21,08 ^{ns}	22839,47 ^{ns}	2,93 ^{ns}
Resíduo	8	5,25	99,27	60,78	49615,01	39,49	14190,30	1,90
Total	14	-	-	-	-	-	-	-
CV (%)	-	16,78	16,88	23,35	23,35	14,13	28,04	12,90

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

Na Tabela 7 são apresentados os valores médios obtidos para os parâmetros de diâmetro do capítulo (DC), massa de 1000 aquênios (MMA), produtividade de aquênios (PR), produtividade por hectare (PRV), teor de óleo (TO), produtividade de óleo (PO) e proteína bruta (PROT) para os cinco tratamentos aplicados.

Tabela 7 - Valores médios de diâmetro do capítulo (DC), massa de 1000 aquênios (MMA), produtividade por planta (PR), produtividade por hectare (PRV), teor de óleo (TO) produtividade de óleo (PO) e proteína bruta (PROT) da variedade de Girassol BRS324 submetida a lâminas de irrigação. FEP, Redenção - CE, 2014/2015.

Lâminas de irrigação (mm)	DC (cm)	MMA (g)	PRD (g planta ⁻¹)	PRV (kg ha ⁻¹)	TO (%)	PO (kg ha ⁻¹)	PROT (%)
298,77	11,85	57,09	31,95	912,98	46,74	418,96	10,75
372,72	12,93	58,71	39,67	1133,5	46,24	535,83	10,56
446,67	14,23	59,41	29,58	845,32	46,11	390,71	9,34
520,62	16,28	62,58	40,55	1158,6	41,02	474,28	11,56
594,57	12,96	57,23	25,16	718,94	42,19	304,46	11,86
Média geral	13,65	59,00	33,38	953,88	44,46	424,85	10,82

Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

4.3.1 Diâmetro do capítulo

Observando a Tabela 7 é possível verificar que em termos absolutos o maior diâmetro do capítulo foi o apresentado no tratamento L₄ (133% ECA), o qual expressou 16,28 cm de comprimento ao receber a lâmina de 520,62 mm de água. Por outro lado, o menor diâmetro 11,85 cm é confirmado no tratamento que recebeu também o menor volume de água L₁ (33% ECA) com 298,77 mm. O diâmetro médio dos capítulos obtidos no ensaio foi de 13,65 cm.

Nobre *et al.* (2010) em ensaio da produção do girassol sob diferentes lâminas com efluentes domésticos e adubação orgânica observaram um diâmetro médio menor do capítulo, sendo de 7,2 cm, com lâmina de 130% da ECA.

Silva *et al.* (2007) observaram aumento relativo linear no diâmetro dos capítulos em função da lâmina de água aplicada, obtendo um resultado melhor, em que o maior diâmetro dos capítulos de girassol (17,95 cm) qual foi proporcionado com a aplicação de uma lâmina de 522,14 mm.,

Observa-se que o incremento hídrico favoreceu o crescimento do capítulo até a lâmina de 520,62 mm (133%). Em termos absolutos o maior diâmetro do capítulo obtido em 133% em conformidade com os autores citados.

4.3.2 Massa de mil aquênios

Em conformidade com as especificações técnicas para a variedade BRS 324, nota-se que a melhor média do ensaio em termos absolutos foi obtida no tratamento L₄ (133% ECA), a qual apresentou a massa de 62,58 g, quando a lâmina de irrigação aplicada foi de 520,62 mm. Por outro lado, o menor peso em termos absolutos é confirmado no tratamento que recebeu também o menor volume de água, L₁ (33% ECA) com 57,09 g. A massa média de mil aquênios obtidos no ensaio foi de 59,0 g colocando todo o estande na faixa esperada para a cultivar entre 50 a 65 g.

Bessa (2010) estudando a variedade Catissol 01 em Pentecoste - CE também verificou não ocorrer efeito significativo das diferentes lâminas de irrigação sobre a massa de mil aquênios sendo a lâmina com 762,10mm representando 150%ECA a que apresentou a maior média 63,86g.

Já Araújo *et al.*, (2012) trabalhando com a variedade Catissol no Perímetro Irrigado Tabuleiros de Russas - CE, obtiveram aumentos lineares em função do aumento das

lâminas aplicadas, com efeito significativo ($p < 0,05$) e coeficientes de determinação de 0,977. Sendo a lâmina de 807,1 mm a que proporcionou os maiores valores da característica avaliada, 48,23 g, (125 % da ECA) e os menores 38,49 g a lâmina de 378 mm, equivalente a 25 % da ECA, com média experimental de 43,58 g.

A disponibilidade hídrica do solo condicionada pelas aplicações de maiores lâminas de irrigação durante todo o ciclo da cultura, possivelmente, possibilitou a demanda hídrica necessária para o enchimento dos aquênios durante a fase de pós-floração (BESSA 2010).

4.3.3 Produtividade de aquênios por planta

Segundo dados expostos na tabela 7, em termos absolutos, o tratamento que melhor resultado apresentou para a variável em estudo foi o tratamento L₄ (133% ECA), o qual apontou 40,55 g planta⁻¹ com a lâmina de irrigação aplicada de 520,62 mm. Por outro lado, a menor média de produção 25,46 g planta⁻¹ observada no tratamento L₅ (166%ECA), o de maior quantidade de água 594,27 mm. A produção média de aquênios por planta para o ensaio foi de 33,38 g planta⁻¹.

Taiz e Zeiger (2009) explicam o fato de se constar menores potenciais de produção de aquênios naqueles tratamentos submetidos às aplicações das menores lâminas de irrigação, o que não foi observado neste ensaio, e que em condições de deficiência hídrica as plantas utilizam o mecanismo de fechamento dos estômatos no intuito de restringir a perda de água reduzindo a transpiração, sacrificando a absorção de CO₂, acarretando como consequência reduções nas taxas fotossintéticas, fatos que reduzem a acumulação de fotossintatos e que, por conseguinte afetam a produção de aquênios.

4.3.4 Produtividade de aquênios por hectare

A produtividade média de aquênios para o ensaio foi de 953,88 kg ha⁻¹, segundo dados expostos na Tabela 7, o tratamento que melhor resultado apresentou em termos absolutos para a variável em estudo foi o tratamento L₄ (133% ECA), o qual apontou 1.158,6 kg ha⁻¹ com a lâmina de irrigação aplicada de 520,62 mm. Por outro lado, a menor produção 718,9 kg ha⁻¹ foi observada no tratamento L₅ (166% ECA) sendo o de maior quantidade de água aplicada 594,27 mm.

Araújo *et al.* (2012) observaram valores a ocorrência de aumentos lineares da produtividade do girassol em função do aumento das lâminas aplicadas, com efeito significativo ($p < 0,05$) e coeficiente de determinação de 0,96. A lâmina que proporcionou o maior valor da característica avaliada foi de 807,1 mm (125% da ECA) com uma produtividade de 1.634,38 kg ha⁻¹.

Bessa (2010) relatou em seu trabalho realizado com a cultivar Catissol 01 nas condições edafoclimáticas do Vale do Curu, no Município de Pentecoste, CE, que a maior lâmina de irrigação 762,1 mm, (150% da ECA) proporcionou a maior produtividade 1.807,88 kg ha⁻¹.

Resultados semelhantes também foram encontrados por Martins *et al.*(2008) analisando a cultivar Embrapa 122 V-2000 sob regime de irrigação também no município de Pentecoste - CE, com uma produtividade média de 1.825,00 kg ha⁻¹.

Ao analisar o efeito das lâminas de irrigação sobre o potencial de produção de aquênios por meio a análise de regressão Silva *et al.* (2011) observaram que o modelo matemático que melhor se ajustou aos dados para ambas cultivares foi do tipo linear, com efeito significativo ($P < 0,01$) e coeficiente de determinação de 0,951 e 0,841, para as cultivares Catissol 01 e Embrapa122 V-2000, respectivamente. Para a lâmina de irrigação referente a 150% da ECA (533,7 mm) o potencial produtivo alcançou 4.222,76 e 3.948,02 kg ha⁻¹ para as cultivares Catissol e Embrapa 122, respectivamente, demonstrando valores muito superiores aos encontrados nesse ensaio.

Esta elevada produtividade das cultivares obtida nesses estudos pode estar relacionada às condições climáticas favoráveis ao cultivo do girassol e à disponibilidade hídrica por meio da irrigação. Temperaturas entre 20 e 28 °C são consideradas ideais para o desenvolvimento do cultivo da espécie, não sendo apresentado nos resultados desse ensaio provavelmente por algum erro experimental.

4.3.5 Teor de Óleo

Observando a Tabela 7 é possível verificar que a melhor média em termos absolutos foi de 46,74% expressa no tratamento L₁ (33% ECA) de 298,77 mm de água aplicada. A média dos tratamentos foi de 44,46% ficando um pouco abaixo do rendimento esperado para a cultivar que seria entre 45 a 49% (CARVALHO *et al.*, 2013).

Avaliando o efeito de diferentes doses de nitrogênio em cobertura no cultivo do girassol (*Helianthus annuus* L.) em sistema plantio direto na palha Carvalho e Pissaia (2002)

observaram uma média inferior de 41,68%, sendo considerada normal para o híbrido semeado. Lobo e Grassi Filho (2007) ao avaliarem a eficiência do lodo de esgoto em fornecer N para a cultura do girassol em substituição ao N mineral notaram um teor médio de óleo dos tratamentos de 40,8%.

Segundo a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), o fruto do girassol tem 24% de proteínas e 47,3% de óleo, sendo rico em ácido linoléico (GAZZOLA *et al.*, 2012).

4.3.6 Produtividade de óleo

Segundo dados expostos na tabela 7, o tratamento que melhor resultado apresentou em termos absolutos para a variável em estudo foi o tratamento L₂ (66% ECA), o qual apontou 535,83 kg ha⁻¹ com a lâmina de irrigação aplicada de 372,72 mm. Por outro lado, a menor produção em termos absolutos de 304,46 kg ha⁻¹ foi observada no tratamento L₅ (166% ECA) sendo o de maior quantidade de água aplicada 594,27 mm. A produtividade média de sementes por hectare para o ensaio foi de 424,85 kg ha⁻¹.

Silva *et al.* (2007) avaliando o crescimento e produtividade do girassol cultivado na entressafra com diferentes lâminas de irrigação, constataram uma maior produtividade média de óleo nos grãos, para a cultivar H250 de 663,47 kg ha⁻¹ e para a cultivar H251 de 467,42 kg ha⁻¹.

Entre as características agrônômicas, o rendimento de óleo é um parâmetro importante na cultura do girassol, quer pelo seu alto conteúdo bem como em função de sua elevada concentração de ácidos graxos insaturados (LOBO; GRASSI FILHO, 2007).

4.3.7 Teor de proteína bruta

Conforme os dados apresentados na Tabela 7 pode-se observar que a melhor média em termos absolutos de 11,86% foi expressa no tratamento L₅ (33% ECA) de 594,57 mm. O teor médio de proteína foi de 10,82%.

Santos *et al.*, (2011) avaliando o desempenho de genótipos de girassol sob irrigação nas condições do semiárido observaram de forma semelhante a média para a variável proteína bruta em 11,9%. Valores superiores foram encontrados por Mello *et al.*, (2006) ao avaliarem as características fenológicas, produtivas e qualitativas de híbridos de

girassol em diferentes épocas de semeadura para produção de silagem com valores médios detectados de 12,5%.

No ensaio para a verificação da composição bromatológica da silagem de quatro genótipos de girassol ensilados em cinco diferentes idades de cortes, Souza *et al.*, (2005) encontraram percentuais mais baixos de 10,5% de proteína bruta média.

Já Possenti *et al.*, (2005) avaliando os parâmetros bromatológicos e fermentativos das silagens de milho e girassol encontraram uma média de 11,6% de proteína bruta, sendo a mesma média encontrada por Evangelista *et al.*, (2001) ao pesquisarem sobre a utilização de silagem de girassol na alimentação animal.

5 CONCLUSÃO

Com a ocorrência da precipitação ao longo do período experimental, houve momentos de excesso de água para a cultura em todos os tratamentos, reduzindo os percentuais estimados para as lâminas de irrigação.

As lâminas aplicadas (calculadas adicionadas da precipitação) foram de 298,77 mm a 594,57 mm e não influenciaram os parâmetros de avaliação de produção e pós-colheita da cultivar de girassol variedade BRS 234.

Os melhores resultados em valores absolutos para as variáveis de pós-colheita foram encontrados com 135% da ECA correspondendo a 520,62 mm. Os melhores resultados absolutos para teor e produtividade de óleo foram obtidos com 298,77 mm, sendo que o teor e a produtividade de óleo diminuíram com o aumento da lâmina de irrigação.

Torna-se importante a realização de novas pesquisas com lâminas inferiores as aplicadas nesse ensaio, como modo de reavaliar as variáveis para obter uma melhor resposta da cultura ao déficit ou disponibilidade hídrica.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, T. V. O. *et al.*, (2012). Lâminas de irrigação e coberturas do solo na cultura do girassol, sob condições semiáridas. **Irriga**, 17(2), 126.
- AZEVEDO NETTO, J.M. **Manual de Hidraulica** , 8ª edição, 13ª reimpressão(2013) – São Paulo , Blucher, 1998 669p.
- AZEVEDO. J. H. O.; BEZERRA, F. M. L. Resposta de dois cultivares de bananeira diferentes lâminas de irrigação. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 39, n. 01, p. 28-33, jan-mar. 2008.
- BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de Irrigação**. 8 ed. 2º reimpressão. Viçosa -MG: Editora UFV, 2009. 625p.
- BESSA, M. C. **Crescimento e produtividade do girassol sob diferentes lâminas de irrigação**. 2010, 76p. Monografia. Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza
- BRASIL. Ministério da Agricultura, pecuária e abastecimento – **Anuário estatístico da agroenergia 2014**: statistical yearbook of agrienergy 2014/ Ministério da Agricultura, pecuária e abastecimento, Secretaria de produção e agroenergia. Bilingue. – Brasília: MAPA/ACS,2015. 205p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes** / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. – Brasília : Mapa/ACS, 2009.399 p.
- CARVALHO, C.G.P. ; *et al.* Cultivar de girassol BRS 324 – Variedade com alto teor de óleo e produtividade. Londrina: Embrapa Soja, 2013. Folder. Disponível em, <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/97816/1/folder-BRS-324-copy.pdf> acesso em 31/08/2015.
- CARVALHO, D. B. e PISSAIA, A. (2002). Cobertura nitrogenada em girassol sob plantio direto na palha: I-Rendimento de grãos e seus componentes, índice de colheita e teor de óleo. **Scientia agraria**, 3(1), 41-45.
- CASTRO, C. de *et al.* A cultura do girassol. Londrina, EMBRAPA- CNPSo.1996. 38p. (EMBRAPA-CNPSo. Circular técnica. 13).
- CASTRO, C.de e FARIAS, J.R.B. Ecofisiologia do girassol.163-218. In: LEITE, R.M.B.C.; BRIGHENTI, A.M.; CASTRO,C.**Girassol no Brasil**. Empresa Brasileira de pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Soja, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Londrina: Embrapa Soja, PR, 2005
- CHRISTIANSEN, J. E. **Irrigation by sprinkling**. Berkeley, University of California: Agricultural Experiment Station, 1942. 124p. (Bulletin, 670).
- DALL'AGNOL, A., VIEIRA, O. e LEITE, R. (2005). Origem e histórico do girassol. *Girassol no Brasil*, 1, 1-14. In: LEITE, R.M.B.C.; BRIGHENTI, A.M.; CASTRO,C.Girassol

no Brasil. Empresa Brasileira de pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Soja, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Londrina: Embrapa Soja, PR, 2005

DENÍCULI, W.; BERNARDO, S.; THIÁBAUT, J. T. L.; SEDYAMA, G. C. Uniformidade de distribuição de água, em condições de campo num sistema de irrigação por gotejamento. **Revista Ceres**, v. 27, n. 50, p. 155-162, 1980.

EMBRAPA, Empresa brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa Soja – 2015 disponível em <https://www.embrapa.br/soja/cultivos/girassol> acesso em 31/08/15

EVANGELISTA, A.R.; LIMA, J.A. Utilização de silagem de girassol na alimentação animal. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, 2001. Maringá. **Anais..** Maringá : UEM/CCA/DZO, 2001. p.177-217.

EPSTEIN, E. e BLOOM, A. **Nutrição Mineral de Plantas: Princípios e Perspectivas** / Emanuel Epstein e Arnold J. Bloom. trad. Maria Edna Tenório Nunes – Londrina: Editora Planta - 2006

EVANGELISTA, J.S.B. *et al.*, **Avaliação do desempenho do sistema de irrigação por gotejamento na cultura do meloeiro**, III INOVAGRI INTERNATIONAL MEETING, 2015 disponível em <http://www.bibliotekevirtual.org/simposios/III-INOVAGRI-2015/02.09.2015/a199.pdf> acesso em 12 jan 2016.

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

GAZZOLA, A., *et al.*, (2012). **A cultura do girassol**. Piracicaba–SP. Disponível em <http://www.lpv.esalq.usp.br/lpv506/LPV-0506%20-%20GIRASSOL%20APOSTILA%202012.pdf> acesso em 23/08/2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE **Levant. Sistem. Prod. Agríc. Rio de Janeiro** v.29 n.6 p.1-81 Junho.2015 disponível em ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Levantamento_Sistematico_da_Producao_Agricola_%5Bmensal%5D/Fasciculo/lspa_201506.pdf acesso em 23/08/2015

KELLER, J.; KARMELI, D. Trickle irrigation desing. Glendora: Rain Bird Sprinkler Manufacturing, 1975.133 p

KÖPPEN, W. 1948. **Climatologia: conunestudio de los climas de latierra**. Fondo de Cultura Econômica. México. 479p

LEITE, R.M.B.C.; BRIGHENTI, A.M.; CASTRO, C. Girassol no Brasil. Empresa Brasileira de pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Soja, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Londrina: Embrapa Soja, PR, 2005

LIRA, M. A. et al, Avaliação das potencialidades da cultura do girassol, como alternativa de cultivo no semiárido nordestino / Marcelo Abdon Lira et al.; Revisado por Maria de Fátima Pinto Barreto. Natal- RN: **EMPARN**, 2011. 40 p.;Il. (Documentos, 40)

- LOBO, T. F.; GRASSI F.H. Níveis de lodo de esgoto na produtividade do girassol. **Revista Ciencia del Suelo e Nutrición Vegetal**, v.7, n.3, p.16-25, 2007
- MANTOVANI, E.C. **Avalia: manual do usuário**. Viçosa: DEA/UFV–PNP&D/café Embrapa, 2002.
- MANTOVANI, E. C.; BERNARDO, S.; PALARETTI, L. F. **Irrigação: princípios e métodos**. 2. ed., atual. e ampl.: Viçosa: Ed. UFV, 2009. 358p.
- MARTINS, Y. R. C.; LESSA, T. N. U.; PITOMBEIRA, J. B. Competição de genótipos de girassol sob condições de irrigação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE BIOCMBUSTÍVEIS E BIOENERGIA; SIMPÓSIO NACIONAL DE BIOCMBUSTÍVEIS, 2008, Uberlândia. **Anais...** Uberlândia: Sociedade Brasileira de biocombustíveis e bioenergia, 2008. 1 CD- ROM.
- MELLO PRADO, R. de, e LEAL, R.M. Desordens nutricionais por deficiência em girassol var. CATISSOL-01 **Pesquisa Agropecuária Tropical**, vol. 36, núm. 3, 2006, pp. 187-193 Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos Goiânia, Brasil.
- MELLO, R. *et al.*, Características fenológicas, produtivas e qualitativas de híbridos de girassol em diferentes épocas de semeadura para produção de silagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.3,p.672-682, 2006.
- NOBRE, R. G., Gheyi, H. R., Soares, F. A., Andrade, L. D., & Nascimento, E. C. (2010). Produção do girassol sob diferentes lâminas com efluentes domésticos e adubação orgânica. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 14(7), 747-754.
- PAZ, V.P.S., TEODORO, R.E.F., MENDONÇA, F.C. (2000) Recursos hídricos, agricultura irrigada e meio ambiente. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, 4 (3): 465-473
- POSSENTI, R.A. *et al.*, Parâmetros bromatológicos e fermentativos das silagens de milho e girassol. **Ciência Rural**, v.35, n.5, p.1185-1189, 2005
- SANTOS, A. R. D., *et al.*, (2011). Desempenho de genótipos de girassol sob irrigação nas condições do semiárido. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, 12(3).
- SEILER, G.J.; RIESEBERG, L.H.. Systematics, origin, and germplasm resources of the wild and domesticated sunflower. **Sunflower technology and production**, n. sunflowertechno, p. 21-65, 1997.
- SILVA, A. R. A. da; *et al.*, Desempenho de cultivares de girassol sob diferentes lâminas de irrigação no Vale do Curu, CE. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, CE, v. 42, n. 1, p. 57-64, jan-mar, 2011
- SILVA, D. J. ; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3.ed. Viçosa: UFV, 2004. 235p.

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

SOUZA, B.P.S. *et al.*, Composição bromatológica da silagem de quatro genótipos de girassol ensilados em cinco diferentes idades de cortes. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.57, p.204-211, 2005. Supl.2.

STONE, L. F. e SILVA, S. C.da, (2004). Uso do tanque classe A no controle da irrigação do arroz de terras altas cultivado sob plantio direto. **Embrapa Arroz e Feijão. Circular Técnica**.

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

TELLES, D.D., Hidráulica aplicada à irrigação. In: AZEVEDO NETTO, J.M. **Manual de Hidráulica**, 8ª edição, 13ª reimpressão(2013) – São Paulo, Blucher, 1998 669p.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ. Biblioteca Universitária. **Guia de normalização de trabalhos acadêmicos da Universidade Federal do Ceará**. Fortaleza, 2014.