



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS**



**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA**

**TESE DE DOUTORADO**

**ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: IRRIGAÇÃO E DRENAGEM**

**CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DO GIRASSOL EM CONSÓRCIO COM FEIJÃO E  
MILHO SOB DIFERENTES LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO**

**CLAUDINETE LÍGIA LOPES COSTA**

**CAMPINA GRANDE - PB**

**FEVEREIRO DE 2017**

**CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DO GIRASSOL EM CONSÓRCIO COM FEIJÃO E  
MILHO SOB DIFERENTES LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO**

**DOUTORANDA: CLAUDINETE LÍGIA LOPES COSTA**  
**ORIENTADOR: Ph.D. HUGO ORLANDO CARVALLO GUERRA**

Tese apresentada em cumprimento as exigências para obtenção do título de doutora do Programa de Pós Graduação em Engenharia Agrícola na Área de Irrigação e Drenagem CTRN – UFCG, Campina Grande – Paraíba.

**CAMPINA GRANDE-PB**  
**FEVEREIRO DE 2017**

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFCG

- C834c Costa, Claudinete Lígia Lopes.  
Crescimento e produção do girassol em consórcio com feijão e milho sob diferentes lâminas de irrigação / Claudinete Lígia Lopes Costa. – Campina Grande, 2017.  
80 f. : il. color.
- Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, 2017.  
"Orientação: Prof. Dr. Hugo Orlando Carvalho Guerra".  
Referências.
1. *Helianthus annuus* L. 2. Manejo de Água. 3. Sistema de Cultivo. I. Guerra, Hugo Orlando Carvalho. II. Título.

CDU 633.494(043)



PARECER FINAL DO JULGAMENTO DA TESE

**CLAUDINETE LÍGIA LOPES COSTA**

**CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DO GIRASSOL EM CONSÓRCIO COM  
FEIJÃO E MILHO SOB DIFERENTES LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO**

APROVADA: 24 de fevereiro de 2017

**BANCA EXAMINADORA**

**Dr. Hugo Orlando Carvalho Guerra**  
Orientador – UAEA/CTRN/UFCC

**Dr. Lúcia Helena Garófalo Chaves**  
Examinadora – UAEA/CTRN/UFCC

**Dr. Evandro Franklin de Mesquita**  
Examinador – CCHA/UEPB

**Dr. Jorge Alves de Sousa**  
Examinador – CES/UFCC

**Dr. Rogério Dantas de Lacerda**  
Examinador – IFRN (CAMPUS APODI)

## **Dedico**

Aos meus avós, que hoje já não se encontram entre nós, Maria de Lourdes Lopes de Lima, Sinfrônio Gonçalves Neto e Iracema Maia de Oliveira (*in memória*), pelo amor, dedicação, apoio e ensinamentos de vida, transmitindo da forma mais exemplar a busca e concretização da minha formação pessoal e profissional.

## **Agradecimentos**

A Deus, pela vida, pela fé e por sempre está ao meu lado, conduzindo-me no caminho certo a seguir. A Ele toda honra e toda glória.

Ao meu esposo, Raimundo Gonçalves da Costa Filho, pela força e incentivo, sendo um verdadeiro companheiro de todas as horas, ajudando-me a superar obstáculos e sempre pronto a apoiar-me.

A minha filha Laura Gonçalves da Costa, que me trouxe mais incentivo e força para viver e buscar meus objetivos.

A minha mãe, Luzinete Lopes de Lima, pelo amor, dedicação e esforço, transmitindo-me força para a realização deste sonho.

Aos Professores, Ph. D Hugo Orlando Carvalho Guerra e Dr. Evandro Franklin de Mesquita, pela orientação, paciência e amizade e por estarem sempre prontos a ajudar-me, principalmente, nos momentos em que mais precisei.

A meu irmão, Cláudio Júnior, por fazer parte dessa caminhada, sempre transmitindo força e me mostrando a capacidade que eu tinha de chegar até aqui.

Aos meus familiares, Aquino Manoel de Lima, Maíza Dantas, Nair Ferreira, Terezinha Dantas e Vinícius Gonçalves, por me ajudarem de diversas formas, por todo incentivo e encorajamento para realização este trabalho.

A Banca examinadora pela contribuição imprescindível para este trabalho.

Ao Curso de Pós- graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande pela oportunidade de aprendizado e crescimento, contribuindo para minha qualificação profissional.

A CAPES pela concessão da bolsa de estudos durante o curso.

Aos colegas e amigos, Aline de Lima, Belchior Dantas, Elaine Priscila, Cídia Cilene e Alexandra Dantas, pessoas que sempre estiveram dispostos a me ajudar e pelo apoio imprescindível durante a pesquisa.

A todos que de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho.

***Obrigada!***

## ÍNDICE

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	11
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	13
<b>2.1 Objetivo Geral</b> .....	13
<b>2.2 Objetivos Específicos</b> .....	13
<b>3. REVISÃO DA LITERATURA</b> .....	14
<b>3.1 Origem da cultura do girassol</b> .....	14
<b>3.2 Importância da cultura do girassol</b> .....	16
<b>3.3 Classificação botânica</b> .....	18
<b>3.4 Descrição botânica</b> .....	18
<b>3.5 Exigências edafoclimáticas</b> .....	21
3.5.1 Temperatura do solo e do ar.....	21
3.5.2 Necessidades hídricas do girassol.....	23
3.5.3 Solo.....	25
<b>3.6 Manejo da irrigação</b> .....	26
<b>3.7 Consórcio de culturas</b> .....	29
<b>4. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	32
<b>4.1 Localização do experimento</b> .....	32
<b>4.2 Delineamento experimental</b> .....	33
<b>4.3 Caracterização do solo do experimento</b> .....	34
<b>4.4 Variedades das culturas utilizadas</b> .....	35
4.4.1 Girassol.....	35
4.4.2 Feijão caupi.....	35
4.4.3 Milho.....	36
<b>4.5 Instalação e condução do experimento</b> .....	36
<b>4.6 Manejo da irrigação</b> .....	36
<b>4.7 Tratos culturais</b> .....	38
<b>4.8 Adubação</b> .....	38
<b>4.9 Variáveis analisadas</b> .....	39
4.9.1 Variáveis de crescimento.....	39
4.9.1.1 Altura de plantas.....	39
4.9.1.2 Diâmetro do caule.....	39
4.9.1.3 Área foliar.....	40

4.9.1.4 Número de folhas.....	41
4.9.1.5 Diâmetro interno e externo do capítulo de girassol.....	41
<b>4.10 Componentes de produção.....</b>	<b>41</b>
4.10.1 Número de sementes por planta de girassol.....	41
4.10.2 Peso de sementes por planta.....	42
4.10.3 Peso de 100 sementes.....	42
4.10.4 Produção por parcela do girassol.....	42
<b>4.11 Índices de eficiência dos sistemas.....</b>	<b>43</b>
4.11.1 Eficiência do uso da terra.....	43
4.11.2 Eficiência do uso da água.....	43
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>44</b>
5.1 Altura da planta.....	45
5.2 Diâmetro do caule.....	47
5.3 Área foliar.....	49
5.4 Diâmetro interno e externo do capítulo de girassol.....	51
5.5 Número de sementes por planta de girassol.....	54
5.6 Peso de sementes por planta.....	56
5.7 Peso de 100 sementes.....	58
5.8 Produção por parcela do girassol.....	60
5.9 Eficiência do uso da terra.....	62
5.10 Eficiência do uso da água.....	65
<b>6. CONCLUSÕES.....</b>	<b>67</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>68</b>



## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Experimento de girassol em Catolé do Rocha PB.....	17
<b>Figura 2.</b> Valores de precipitação pluviométrica no ano de 2015, em Catolé do Rocha-PB.....	32
<b>Figura 3.</b> Consórcio de girassol com milho e feijão na área experimental em Catolé do Rocha-PB.....	33
<b>Figura 4.</b> Desbaste do girassol.....	36
<b>Figura 5.</b> Mensuração da altura da planta de girassol.....	39
<b>Figura 6.</b> Mensuração do diâmetro do caule.....	40
<b>Figura 7.</b> Mensuração da largura do limbo foliar.....	40
<b>Figura 8.</b> Debulha manual de aquênios de plantas de girassol.....	42
<b>Figura 9.</b> Altura da planta do girassol Hélio 253 cultivado no sistema solteiro, consorciado com feijão e consorciado com milho, em função dos níveis de água do solo.....	47
<b>Figura 10.</b> Diâmetro caulinar do girassol Hélio 253 cultivados no sistema solteiro, consorciado com feijão e consorciado com milho, em função dos níveis de água do solo.....	49
<b>Figura 11.</b> Área foliar por planta do girassol Hélio 253 cultivados no sistema solteiro, consorciado com feijão e consorciado com milho em função dos níveis de água do solo.....	51
<b>Figura 12.</b> Diâmetro interno do capítulo do girassol Hélio 253 cultivados no sistema solteiro, consorciado com feijão e consorciado com milho em função dos níveis de água do solo.....	53
<b>Figura 13.</b> Diâmetro externo do capítulo do girassol Hélio 253 cultivados no sistema solteiro, consorciado com feijão e consorciado com milho em função dos níveis de água do solo.....	54
<b>Figura 14.</b> Número de sementes por planta do girassol Hélio 253 cultivados no sistema solteiro, consorciado com feijão e consorciado com milho em função dos níveis de água do solo.....	56
<b>Figura 15.</b> Peso de sementes por planta do girassol Hélio 253 cultivados no sistema solteiro, consorciado com feijão e consorciado com milho em função dos níveis de água do solo.....	58
<b>Figura 16.</b> Peso de 100 sementes por planta do girassol Hélio 253 em função	

dos níveis de água do solo.....	60
<b>Figura 17.</b> Peso de 100 sementes por planta de girassol em função dos sistemas de cultivos.....	60
<b>Figura 18.</b> Produção de sementes por parcela (8,4 m <sup>2</sup> ) do girassol Hélio 253 cultivados no sistema solteiro, consorciado com feijão e consorciado com milho em função dos níveis de água do solo.....	62
<b>Figura 19.</b> Uso e eficiência do uso da terra (UET) por planta do girassol Hélio 253 em função dos sistemas de cultivos em consorcio com milho e com feijão.....	64
<b>Figura 20.</b> Eficiência do uso da água em função dos sistemas de cultivos e níveis de água do solo.....	66

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Principais países produtores de girassol.....	15
<b>Tabela 2.</b> Comparativo da área, produtividade e produção do girassol no Brasil .....	16
<b>Tabela 3.</b> Características físicas e químicas dos solos utilizados no experimento.....	34
<b>Tabela 4.</b> Características agronômicas do genótipo do girassol estudado.....	35
<b>Tabela 5.</b> Características químicas da água utilizada para irrigação .....	37
<b>Tabela 6.</b> Lâmina de irrigação aplicada no ciclo da cultura .....	38
<b>Tabela 7.</b> Resumo das análises de variância referente às variáveis: altura da planta (AP), diâmetro caulinar (DC), Área Foliar (AF), diâmetro interno do capítulo (DIC), diâmetro externo do capítulo (DEC), número de sementes por planta (NSP), peso de sementes por planta (PSP), peso de 100 sementes (P100s), (Prod.) e eficiência do uso da água (EUA) em sistema solteiro e consorciado.....	44
<b>Tabela 8.</b> Produção do girassol solteiro, girassol consorciado com milho (G+M), girassol consorciado com feijão (G+F), do milho (M) e feijão (F) solteiros e consorciados com o girassol (M+G, F+G).....	63

## **CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DO GIRASSOL EM CONSÓRCIO COM FEIJÃO E MILHO SOB DIFERENTES LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO**

**RESUMO:** Um manejo adequado da água e do solo é recomendado para aumentar a produção das culturas e viabilizar a agricultura. Sob condições de semiárido, a irrigação e consórcio de culturas são técnicas que apresentam importantes vantagens produtivas, econômicas e ambientais, além de aumentar a renda da propriedade. No entanto, resultados sobre a irrigação do consórcio do girassol com culturas alimentícias no semiárido brasileiro são escassos. Desse modo, objetivou-se com este trabalho avaliar o comportamento do girassol em relação à níveis de reposição de água e arranjos do consórcio entre o girassol híbrido Hélio 253 e plantas alimentícias. O experimento foi desenvolvido *in situ* no Centro de Ciências Humanas e Agrárias, da Universidade Estadual da Paraíba, Campus IV, Catolé do Rocha, Paraíba, adotando para isto um delineamento estatístico em blocos casualizados com três repetições, no esquema fatorial 4 x 3, constituídos por quatro níveis da água disponível do solo (60%, 80%, 100% e 120%) e três sistemas de cultivo (girassol; girassol + feijão caupi e girassol + milho), totalizando 12 tratamentos e 36 parcelas experimentais. As variáveis analisadas foram altura da planta, diâmetro caulinar, área foliar, produção das culturas e eficiência do uso da água e da terra. Independentemente do sistema de cultivo utilizado, o conteúdo de água disponível no solo aumentou o crescimento e produção do girassol sendo maiores, no arranjo solteiro em comparação aos sistemas consorciados. Nos sistemas de cultivo consorciados, o milho competiu mais por recursos que o feijão. A Eficiência do Uso da Terra, nos consórcios, mostrou viabilidade do consórcio para agricultura familiar local. A irrigação com volumes de água entre 90 a 93% da água disponível do solo resultou na máxima eficiência do uso da água, para todos os sistemas de cultivo avaliados.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Helianthus annuus* L., manejo de água, sistema de cultivo.

## **GROWTH AND PRODUCTION OF SUNFLOWER IN ASSOCIATION WITH BEANS AND CORN UNDER DIFFERENT IRRIGATION LEVELS**

**ABSTRACT:** An adequate water and soil management is necessary to increase plant production and make feasible the agriculture. Under semiarid conditions, the irrigation and the culture intercropping presents important productive, economic and environmental advantages. However, results related with the irrigation of the sunflower intercropped with feeding cultures, in the semiarid, are scarce. Thus, the purpose of this work was to evaluate the behavior of the sunflower in relation to the levels of water replacement and arrangements of the Hélio 253 hybrid sunflower and food plants. The experiment was conducted in the field of the Human and Agrarian Sciences Center of the Paraíba State University, Campus IV, Catolé do Rocha, Paraíba, adopting a 4 x 3 factorial randomized blocks statistical design with four levels of available soil water capacity of the soil (60, 80, 100 and 120%) and three cultivation systems (isolated sunflower, sunflower + caupi bean and sunflower + corn) with, three replications, totalizing 36 experimental units. The analyzed variables were plant height, stem diameter, leaf area, crop production and water and soil use efficiency. Independently of the crop arrangement utilized, the available soil water content increased the growth and the production of sunflower being these greater when sunflower was cultivated isolated. On the intercropping arrangements, apparently, the corn competed more for resources than the beans. The land use efficiency in the intercropping arrangements, evaluated by the Efficient Use of the Land Index, showed the viability of this technique for the local farming. Irrigation with 90 to 93 % of the available soil water capacity provided the maximum water use efficiency for all crop systems evaluated.

**KEY-WORDS:** *Helianthus annuus* L., Irrigation management, Crop systems.

## 1. INTRODUÇÃO

A produção de girassol (*Helianthus annuus* L.) desponta como alternativa interessante, pois a cultura apresenta características desejáveis do ponto de vista agrônomo, como ciclo curto, alta qualidade e quantidade de óleo produzido; alto grau de adaptabilidade e possui custo de produção menor que outras oleaginosas, antevendo-se uma boa e nova opção de renda aos produtores brasileiros (SILVA et al., 2007).

O girassol vem a se tornar uma das mais promissoras culturas, principalmente em se tratando de nordeste brasileiro, pela sua fácil adaptação às características ambientais locais sem perdas expressivas de rendimento. Outra grande vantagem da cultura frente a outras plantas agroenergéticas está na sua versatilidade, uma vez que pode atuar em vários outros segmentos do mercado como alimentício, pecuária e paisagismo.

O girassol é considerada uma espécie produtora de grãos e forragem de fácil adaptação aos diversos ambientes, apesar de não ter a mesma tradição de cultivo no Brasil como o algodão, o milho e a soja, dentre outras culturas. Produz um óleo com excelente qualidade industrial e nutricional, sendo sua principal utilização como óleo comestível. Além disso, a torta produzida como subproduto da extração do óleo é uma excelente ração animal; associações do cultivo de girassol com a apicultura aumentam tanto a produção do mel como o próprio óleo, pela ação polinizadora e o seu óleo vem ganhando espaço no mercado do biocombustível por sua excelente qualidade físico-química (LIRA et al., 2011).

A baixa sensibilidade fotoperiódica da planta do girassol permite que, no Brasil, o seu cultivo possa ser realizado durante o ano todo, em todas as regiões produtoras de grãos, permitindo o melhor aproveitamento das áreas agrícolas, com mais de um ciclo de produção na mesma área e no mesmo ano agrícola. Porém, altas temperaturas do ar verificadas nos períodos de florescimento, enchimento de aquênios e colheita, têm sido um dos maiores condicionantes para o sucesso da exploração agrícola (LEITE et al., 2007).

A região semiárida do Brasil é comumente afetada por um regime irregular de precipitações, devido à insuficiência e má distribuição das mesmas ao longo do ano, de tal forma que tais fatos constituem um dos fatores mais limitantes às produtividades agrícolas, comprometendo significativamente o rendimento das

culturas. Tais fatos justificam a necessidade de recorrer à prática da irrigação, objetivando amenizar e corrigir os problemas oriundos do suprimento hídrico inadequado na agricultura (GARCIA et al., 2007).

A determinação do consumo hídrico, por meio da estimativa da evapotranspiração, é de fundamental importância para o correto manejo da irrigação (SILVA e FOLEGATTI, 2001). A evapotranspiração pode ser obtida de diferentes maneiras: de forma indireta, a partir de fórmulas teóricas ou empíricas baseadas em dados meteorológicos; ou de forma direta, por meio de lisímetros e balanço hídrico do solo.

O estudo de diferentes lâminas de irrigação constitui uma maneira bastante prática para se determinar as necessidades hídricas de uma espécie, estimando-se a quantidade de água que a cultura necessita para o seu crescimento, desenvolvimento e produção dentro dos limites impostos por seu potencial genético (AZEVEDO e BEZERRA, 2008).

O consórcio de culturas alimentícias com plantas oleaginosas, por exemplo, o girassol, pode se transformar em uma prática de grande importância para a agricultura de subsistência local. Segundo Maciel et al. (2004), grande parte da produção de alimentos básicos é oriunda de pequenas propriedades e, por isso, é importante a introdução de técnicas de baixo custo, objetivando o aumento do rendimento.

Estudos são necessários para que se possa determinar a quantidade de água a ser aplicada em uma cultura, para que esta produza satisfatoriamente com o menor consumo de água e energia possíveis.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

Avaliar em condições de campo a cultura do girassol em relação ao manejo da irrigação e arranjos do consórcio do girassol.

### **2.2 Objetivos Específicos**

- ❖ Avaliar o crescimento, desenvolvimento e produção da cultura do girassol solteiro e consorciado com feijão e milho, quando submetidos a diferentes níveis de água do solo;
- ❖ Identificar o nível de água do solo e sistema de cultivo que proporcione o melhor crescimento, desenvolvimento e produção do girassol;
- ❖ Avaliar a eficiência do uso da água e da terra para os consórcios;
- ❖ Identificar a viabilidade do consórcio entre girassol, feijão e milho sob diferentes níveis de água do solo e sistemas de cultivo.



### 3. REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 Origem da cultura do girassol

Planta originária das Américas, o girassol (*Helianthus annuus* L) foi levado à Europa pelos colonizadores espanhóis e portugueses, passando a ser cultivado como planta ornamental. As propriedades oleaginosas dos frutos foram descobertas na Rússia, sendo então reintroduzido na América do Norte, via Canadá (GONÇALVES et al., 1999). Estudos indicam que a domesticação do girassol ocorreu principalmente, na região do México e sudoeste dos EUA, mas podia ser encontrado por todo continente americano devido à disseminação feita pelos aborígenes, os quais selecionavam plantas com apenas uma haste e as usavam com propósitos de alimentação, além de medicinais e decorativas (GAZZOLA et al., 2012).

No Brasil, a primeira constatação do plantio de girassol, ocorreu em São Paulo, em 1902, quando houve a distribuição de sementes pelo governo estadual aos agricultores (UNGARO, 1986). Até o ano de 1996, a cultura do girassol era pouco expressiva no cenário nacional; os cultivares eram suscetíveis a doenças, além da pequena produtividade, baixos teores de óleo e problemas de comercialização (CARVALHO, 2006). Com avanços no melhoramento genético e adoção de modernas e eficientes tecnologias, a produção vem crescendo consideravelmente (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO, 2009). O estímulo do cultivo se deu pela facilidade da cultura em se adaptar as condições climáticas adversas, como maior tolerância à seca, ao frio e ao calor, quando comparado à maioria das espécies normalmente cultivadas no Brasil (CASTRO et al., 1997).

O girassol é cultivado com sucesso nos cinco continentes e figura entre as quatro principais culturas oleaginosas produtoras de óleo comestível no mundo, com grande importância na economia global (CASTRO et al., 2010). No Brasil, o girassol demonstra um grande potencial de expansão. Isso se deve à diversidade de aplicações em diferentes áreas como produção de ração, silagem, óleo para consumo humano, floricultura, alimentação animal, além de ser uma excelente alternativa de matéria prima para a produção de biodiesel (PEREIRA et al., 2008).

Os principais países produtores de girassol para as safras 2015/2016 foram, respectivamente, Ucrânia, com 11,288 milhões de toneladas; Rússia, com uma

produção de 9,173 milhões de toneladas; União Europeia, com, 7,7 milhões de toneladas; Argentina, 2,5 milhões de toneladas e Turquia, com 1,0 milhão de toneladas (tabela 1). A previsão é que haja um aumento para a safra mundial do ano 2016/2017 comparado a safra anterior (CONAB, 2016).

No Brasil, a produção de girassol atingiu 62,3 mil toneladas para a safra agrícola de 2015/2016. Os principais produtores nacionais de girassol são Mato Grosso (35,6 mil t), seguido por Goiás (14,0 mil t), Minas Gerais (6,7 mil t), Rio Grande do Sul (4,4 mil t) e Mato Grosso do Sul (1,6 mil t), dados apresentados na (tabela 2). As diferenças mais marcantes entre os estados produtores ficam a cargo do nível tecnológico empregado: sistema de manejo, sementes utilizadas, dosagens de fertilizantes aplicados e época de semeadura (CONAB, 2016).

No Nordeste a cultura do girassol começou a ser implantada em nível experimental a partir de 2005 em alguns estados, tais como: Ceará, Paraíba, Rio Grande do Norte, Piauí e Bahia. Na Bahia foram plantadas aproximadamente 502 ha com rendimento médio de 960 Kg.ha<sup>-1</sup>, sendo encontrado o rendimento máximo de até 1.000 Kg.ha<sup>-1</sup>, nos municípios de Ibipeba, Irecê e João Dourado (IBGE/PAM, 2010).

Atualmente, no Nordeste, o maior produtor é o Ceará com uma produção de 2,1 mil toneladas representando 2,0% da área plantada em todo o Brasil (CONAB, 2010). Na região Nordeste, uma das principais limitações à expansão de áreas agrícolas é a escassez de recursos hídricos superficiais de qualidade e disponíveis para a irrigação; no caso específico da cultura do girassol (SILVA et al., 2011).

**Tabela 1.** Principais Países Produtores de Girassol (mil toneladas).

País	Grão (Períodos)		
	2014/2015	2015/2016	2016/2017
Ucrânia	10.200	11.288	13.000
Rússia	8.374	9.173	9.500
União Européia	9.000	7.550	6.400
Argentina	3.160	2.500	2.800
Turquia	1.200	1.000	1.000
Outros	7.652	7.674	7.491
<b>Total Mundial</b>	<b>39.588</b>	<b>39.185</b>	<b>42.191</b>

Fonte: USDA, 2016

**Tabela 2.** Comparativo de área, produtividade e produção do girassol no Brasil.

REGIÃO/UF	Área (Em mil ha) Safr 15/16	Produtividade (Em Kg/ha) Safr 15/16	Produção (Em mil t) Safr 15/16
CENTRO			
OESTE	40,9	1.252	51,2
MT	25,6	1.390	35,6
MS	1,3	1.236	1,6
GO	14,0	1.000	14,0
SUDESTE	7,0	952	6,7
MG	7,0	952	6,7
SUL	3,3	1.355	4,4
RS	3,3	1.339	4,4
CENTRO-SUL	51,2	1.216	62,3
<b>BRASIL</b>	<b>51,2</b>	<b>1.216</b>	<b>62,3</b>

Fonte: CONAB, 2016.

### 3.2 Importância da cultura do girassol

O girassol é uma cultura de grande importância entre as principais oleaginosas produzidas mundialmente, porém ainda necessita de expansão em alguns países. Para Shah et al. (2005), é preciso incentivar uma maior adoção da cultura do girassol por todos os agricultores, especialmente os médios e pequenos.

O girassol (*Helianthus annuus* L) apresenta características agrônômicas importantes, com maior tolerância à seca, ao frio e ao calor, quando comparado com a maioria das espécies cultivadas no Brasil (LEITE et al., 2005). Entretanto, sabe-se que ocorre interação entre genótipos e ambiente, havendo a variação do comportamento de cultivares em função da variação e época de plantio (PORTO et al., 2007). Aliado a isso, possui ainda excelente qualidade de óleo comestível, bom aproveitamento dos subprodutos da extração, como tortas ou farinhas para rações animais, bem como, da sua utilização na produção de biocombustível e, também, como planta ornamental (SOUZA et al., 2011). Devido a essas particularidades e à crescente demanda do setor industrial e comercial, a cultura do girassol se tornou uma alternativa econômica no sistema de rotação, consórcio e sucessão de culturas em diversas regiões do Brasil.



**Figura 1.** Experimento de girassol em Catolé do Rocha-PB.

A figura acima trata-se, da imagem o girassol cultivado em Catolé do Rocha-PB, uma planta robusta e muito resistente, que produz flores na primavera e no verão, mas pode florescer o ano todo, especialmente, sob temperaturas entre 18º e 30ºC. O girassol vem sendo utilizado, principalmente, para extração do óleo, além disso, também pode ser utilizada como flor ornamental que tem garantido bons lucros ao pequeno produtor, sobretudo, quando é associado à apicultura. O mel originário do girassol além de ser um excelente produto alimentício é o mais apropriado para se combater o colesterol (SANTANA, 2008).

O óleo de girassol possui uma ótima qualidade nutricional e organoléptica (aroma e sabor), sendo essencial na prevenção de diferentes doenças cardiovasculares e no controle do nível de colesterol no sangue. Além disso, entre os óleos vegetais comestíveis, este óleo possui o maior teor percentual de ácidos graxos poliinsaturados, principalmente, o ácido linoléico, essencial ao organismo humano e não sintetizado pelo mesmo, devendo ser ingerido através dos alimentos (QUEIROGA, 2011). O girassol responde por cerca de aproximadamente 13% de todo o óleo vegetal produzido mundialmente, ocupando posição de destaque entre as cinco maiores culturas de óleo vegetal comestível (PRADO e LEAL, 2006).

Além dos usos anteriormente citados, como: consumo humano, apicultura, biodiesel e ração animal, o óleo de girassol também pode ser utilizado nas indústrias farmacêuticas, de cosméticos, de tintas e de limpeza. Suas sementes podem ser torradas e usadas como aperitivo, na composição de barras de cereais, biscoitos, papas de bebês, alimento de pássaros e ração para cães e gatos. O girassol

também pode servir de adubação verde, além de que suas cascas podem ser prensadas na forma de aglomerado para a indústria de móveis, e o caule pode ser utilizado na indústria civil como isolante térmico e acústico. Nos países eslavos, as sementes de girassol são torradas, moídas e utilizadas como sucedâneo do café. Na área de floricultura e ornamentação, sua utilização pode ser ampliada com a criação de girassóis coloridos (VIEIRA, 2005).

Segundo Lopes et al. (2009), o girassol está inserido 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.

### 3.3 Classificação botânica

O girassol (*Helianthus annuus* L.) é uma dicotiledônea anual, pertencente à ordem *Asterales* e família *Asteraceae*. O gênero deriva do grego *hélíos*, que significa sol, e de *anthus*, que significa flor, ou "flor do sol", que gira seguindo o movimento do sol. É um gênero complexo, compreendendo 49 espécies e 19 subespécies, sendo 12 espécies anuais e 37 perenes (CAVASIN JÚNIOR, 2001).

De acordo com Leite et al. (2005 a), o girassol possui a seguinte classificação botânica:

Reino: Plantae;

Divisão: Magnoliophyta;

Classe: Magnoliopsida;

Ordem: Asterales;

Família: Asteraceae;

Gênero: *Helianthus* L.

Espécie: *Heliantus annuus*

### 3.4 Descrição botânica

As características morfológicas do girassol, como ciclo curto, polinização cruzada, espécie anual herbácea, adaptação a diferentes climas e solos (PAIVA SOBRINHO et al., 2011), sistema radicular profundo, capaz de extrair água a

maiores profundidades, com capacidade de manutenção da fotossíntese, mesmo em condições adversas, permitem tolerar curtos períodos de seca (DUTRA et al., 2012).

A duração do ciclo vegetativo pode variar de 90 a 130 dias, dependendo do cultivo, da data de semeadura e das condições ambientais características de cada região e ano. Características da planta, com altura, tamanho do capítulo e circunferência do caule, variam segundo o genótipo e as condições edafoclimáticas (CASTIGLIONI et al., 1994), além da época de semeadura (MELLO et al., 2006).

O girassol cultivado é uma planta anual que apresenta sistema radicular do tipo pivotante, denominado explorativo, o que significa que grande volume de solo pode ser explorado com uma combinação entre as raízes grossas e finas. Não havendo impedimentos químicos ou físicos, a raiz principal pode atingir com facilidade dois metros ou mais de profundidade, absorvendo água e nutrientes onde outras plantas normalmente não alcançam. Entretanto, o girassol é sensível a solos compactados, apresentando baixa capacidade de penetração, o que pode inibir seu crescimento em profundidade (UNGARO, 2000). Silva e Tillmann (2008), tratando das características agrônômicas do girassol disseram que suas raízes pivotantes promovem a reciclagem de nutrientes e o aumento da matéria orgânica do solo quando deixados após a colheita e beneficiam o desenvolvimento e a melhoria do estado nutricional das culturas subsequentes.

É uma planta de haste única, não ramificada, ereta, pubescente e áspera, vigorosa, cilíndrica e com o interior do caule maciço. Em períodos de frio podem aparecer ramificações laterais que terminam em inflorescências, característica indesejável para a produção de óleo ou sementes. É de cor verde até o final do florescimento, passando à coloração amarelada e pardacenta no momento da colheita. Sua altura varia de 60 a 220 cm, e seu diâmetro de 1,8 e 5 cm, sendo a porção mais próxima à superfície do solo mais grossa e com pouca ou nenhuma pilosidade. Os pecíolos são compridos e elásticos, permitindo o movimento das folhas com o vento, possuem um canal que facilita o transporte de água da chuva que cai sobre parte das folhas, sendo dirigida ao colmo e deste à raiz (ROSSI, 1998). De acordo com Vrânceanu (1977) os pecíolos têm papel muito importante no estabelecimento da cultura e no fornecimento de nutrientes durante os estádios iniciais. Tem pecíolos curtos, carnosos, ovalados e grandes, com aproximadamente 3 cm de comprimento e 2 cm de largura. Durante o dia apresentam uma posição

horizontal e durante a noite colocam-se numa posição suavemente oblíqua (ROSSI, 1998).

O caule do girassol é ereto, geralmente não ramificado, com altura variando entre 1,0 a 2,5 m e com cerca de 20 a 40 folhas por planta. Geralmente a altura para variedades voltadas a produção de óleo estão entre 0,6 a 2 metros. A inflorescência do girassol é um capítulo, características da família Asteraceae que é formado por inúmeras flores dispostas em círculos (EMBRAPA, 2013). Conforme Viana (2008), o fruto do girassol, que também é chamado de aquênio, é constituído de pericarpo (casca), mesocarpo e endocarpo (amêndoa).

O crescimento em altura da planta se deve à atividade da gema apical vegetativa, localizada no ápice do caule. Após certo período de crescimento, ocorre uma diferenciação na gema apical, que se torna reprodutiva, repleta de primórdios florais, originando a inflorescência do girassol (CÂMARA, 2003).

O girassol tem como característica o movimento heliotrópico que tem como capacidade de girar no sentido do movimento aparente do sol, o que deu à planta de girassol seu nome botânico e comum. Esse movimento ocorre durante todo o período da floração plena, sendo resultado de dois movimentos complementares, um de rotação espiralada do caule, e outro de ereção das folhas e do capítulo. Ao amanhecer, o caule se encontra em posição normal, de frente para o leste; bem com o aparecimento do sol, começa a girar e faz uma volta de mais de 90º, para chegar, ao entardecer, de frente para o oeste. Além disso, um segundo movimento, que o capítulo e as folhas superiores realizam: passam de caídas no início do dia, para eretas durante o meio dia e caídas novamente durante o entardecer. O movimento contrário ocorre durante a noite, sendo que à meia noite os capítulos chegam a uma posição ereta, e quando se encerra o florescimento, os capítulos permanecem virados para o leste (ROSSI, 1998).

A inflorescência do girassol, chamada capítulo, é a parte mais valorizada na comercialização desta espécie. Os capítulos têm diâmetros de 6 a 50 cm, contendo de 100 a 8000 flores, sendo mais frequente um número de flores variando entre 800 e 1700 por capítulo. O caule e o capítulo são os componentes de maior participação na produção de massa do girassol (ACOSTA, 2009).

### 3.5 Exigências Edafoclimáticas

#### 3.5.1 Temperatura do solo e do ar

Grande parte do território brasileiro é considerado apto climaticamente para o cultivo do girassol (UNGARO, 1986). De acordo com Mota (1983), o girassol pode suportar grande intensidade luminosa, devido a sua alta saturação, e com umidade suficiente disponível, ainda tolera temperaturas acima de 40°C.

Segundo Balastreire (1987), a temperatura do solo tem efeito direto sobre outros fatores que afetam a germinação da semente, tais como a permeabilidade das paredes celulares e atividade celular. As temperaturas mínimas de solo ótimas nas quais a germinação das sementes ocorre rapidamente, resultando em emergência de plantas sem problemas, oscilam entre 10 e 12°C. Em valores abaixo desses e até 6°C, a germinação é mais lenta e os riscos por danos de insetos e fungos são maiores (BRAGACHINI et al., 2002).

Temperaturas do solo muito altas, também podem afetar a germinação e o desenvolvimento da plântula. A elevação da temperatura do solo aumenta a razão de respiração nas raízes e prejudica o desenvolvimento fisiológico da plântula. A profundidade de deposição da semente de girassol dependerá da temperatura, tipo e teor de umidade do solo. Recomenda-se semear girassol quando a temperatura do solo, a 5 cm apresentar sede 7 a 10°C, enquanto que a melhor temperatura está em torno de 26°C (LEITE et al., 2005).

Em solos com aeração e disponibilidade hídrica adequada, a temperatura é o fator mais limitante à germinação de sementes de girassol; temperaturas menores que 3 a 4°C e acima de 37 a 40°C, respectivamente, inibem ou prejudicam, sensivelmente, a germinação das sementes. As plantas podem suportar temperaturas baixas por curto período, principalmente, nas fases iniciais de desenvolvimento até quatro ou oito folhas (CASTRO e FARIAS, 2005).

De acordo com Castro et al. (1997), o girassol adapta-se bem a regiões onde a umidade é um fator limitante, apresenta tolerância a temperaturas altas e o seu cultivo é minimamente influenciado pela latitude, altitude e fotoperíodo. Dessa forma, as temperaturas altas prejudicam o desenvolvimento da planta principalmente em condições de baixa disponibilidade hídrica. Já as temperaturas elevadas durante toda a formação dos grãos afetam mais seriamente a composição de ácidos graxos



que o conteúdo de óleo. Verifica-se uma forte correlação negativa entre o teor de ácido linoléico e o aumento de temperatura. Temperaturas acima de 35°C reduzem o teor de óleo (TECNOLOGIAS DE PRODUÇÃO DO GIRASSOL, 2013).

No Brasil, a influência do clima na duração do ciclo e dos subperíodos do girassol está relacionada, principalmente, com a temperatura do ar (MASSIGMAN e ANGELOCCI, 1993).

Francielli e Dourado-Neto (1997) relatam que o método mais satisfatório para determinar as etapas de desenvolvimento da cultura leva em consideração as exigências calóricas ou térmicas, designadas como unidades calóricas, unidades térmicas de desenvolvimento ou graus-dia. O conceito dos graus-dia pressupõe a existência de uma temperatura-base, abaixo da qual a planta não se desenvolve, e se o fizer, será a taxas muito reduzidas. Cada grau de temperatura acima dessa temperatura, conhecida como temperatura-base, corresponde a um grau-dia. Cada espécie vegetal ou cultivar possui uma temperatura base característica, que pode variar em função do estágio fenológico da planta, sendo comum, no entanto, a adoção de um valor médio único para todo o ciclo da cultura, por ser mais fácil sua aplicação (PEREIRA et al., 2002).

Massignam e Angelocci (1993) avaliaram a exigência em graus-dia para três cultivares de girassol e encontraram um intervalo médio entre 655 e 865 graus-dia, para que as cultivares completasse o subperíodo emergência-floração (considerando uma temperatura base entre 8 e 9°C) e entre 852 e 1232 graus-dia para concluírem o subperíodo floração-colheita (considerando uma temperatura base entre 2 e 7°C).

Temperaturas baixas também aumentam o ciclo da cultura, atrasando a floração e a maturação. Quando estas ocorrem após o início da floração, podem afetar significativamente o rendimento. Por outro lado, altas temperaturas, durante a formação do botão floral até o final do florescimento, associadas ao estresse hídrico, afetam a polinização e a fecundação, resultando em sementes chochas (BARNI, 1994), cuja intensidade de dano varia entre genótipo.

A temperatura também exerce influência sobre o teor e a composição de óleo das sementes. Segundo Harris et al. (1978), em condições controladas, quando as temperaturas máxima e mínima se elevaram no período entre o florescimento e a maturação, houve decréscimo no teor total de óleo e no teor de ácido linoléico dos aquênios. No entanto, o efeito da temperatura do ar no teor e composição de óleos

pode ser distinto entre cultivares, sendo que em alguns o teor de óleo diminui com a queda da temperatura média diária após a antese (CHOLAKY et al., 1985).

### 3.5.2 Necessidades hídricas do girassol

O fator água é limitante à produção agrícola, sendo necessária ao pleno crescimento e desenvolvimento das culturas. Muitas vezes, a água proveniente de precipitação pluviométrica é suficiente para a obtenção de uma produtividade adequada, todavia, em locais onde a precipitação é deficitária, ou irregular, a necessidade hídrica é complementada por meio de irrigação. Como a necessidade hídrica varia entre as espécies, e ao longo do seu ciclo, conhecer as respostas das espécies é de grande importância para a elaboração de planos de manejo adequados, considerando-se o uso racional dos recursos disponíveis, de maneira a se obter rendimentos econômicos mais altos. (LIMA et al., 2012).

As necessidades hídricas do girassol ainda não estão perfeitamente definidas existindo, no entanto, informações que indicam desde 200 até 900 mm por ciclo, entretanto, na maioria dos casos 500 a 700 mm de água, bem distribuídos ao longo do ciclo, resultam em rendimentos próximos ao máximo (ACOSTA, 2009). Segundo Gazzola et al. (2012) a exigência hídrica varia de acordo com a fase de desenvolvimento da planta, ficando o total entre 600 e 1000 mm, dependendo do clima e do cultivar.

Pesquisas comprovam a importância da disponibilidade hídrica no desenvolvimento vegetativo do girassol, como a realizada por Silva et al. (2007), que observaram incremento significativo e linear da altura das plantas de girassol em função das lâminas de irrigação, com altura máxima da planta de 1,51 m, obtida com a lâmina de irrigação de 522,1 mm por ciclo.

O consumo de água da cultura varia em função das condições climáticas, da duração do ciclo e do manejo do solo e da cultura. Solos bem preparados ou com alta capacidade, de armazenamento de água, permitem à planta tolerar maiores períodos sem chuva ou irrigação. O girassol tem baixa eficiência no uso da água, cada litro de água consumido produz menos de dois gramas de matéria seca. Porém, em condições de déficit hídrico, esta eficiência aumenta em torno de 20% a 50%. Seu sistema radicular profundo e bem desenvolvido lateralmente e sua capacidade de manutenção da fotossíntese, mesmo em condições adversas,

permitem tolerar curtos períodos de seca, assegurando alguns rendimentos em condições onde outras espécies nada produzem (CASTRO et al, 1997).

Para a cultura do girassol, a ocorrência de déficit hídrico, principalmente durante a floração e o enchimento dos aquênios, prejudica o rendimento e o teor de óleo. Na maioria dos casos, 400 a 500 mm de água, bem distribuídos ao longo do ciclo, resultam em rendimentos próximos ao potencial máximo. As fases de desenvolvimento da planta mais sensíveis à deficiência hídrica são do início da formação do capítulo ao início da floração, seguida da formação e do enchimento de grãos, que são as fases de maior consumo de água pela cultura (CASTRO e FARIAS, 2005).

Bona et al. (2000) relatam que o girassol é tolerante ao estresse hídrico comparado a outras culturas, devido às características morfológicas e fisiológicas, ao sistema radicular profundo, e também a algumas modificações metabólicas induzidas pela redução da disponibilidade da água do solo. A taxa de transpiração pode ser utilizada como um indicador do metabolismo, que está intimamente ligada ao processo fisiológico da planta. Eles verificaram, sob condições de clima temperado, que um dos efeitos morfológicos causados pelo estresse hídrico é a redução da área foliar e conseqüente redução do potencial fotossintético.

Com relação ao consumo de água, o girassol não apresenta regulação adequada, extraindo quantidades consideráveis do solo. Isso ocorre devido à baixa resistência à difusão de água pelos estômatos e ao fato dos estômatos serem grandes e numerosos, principalmente, na face inferior do limbo, além de uma baixa eficiência no uso da água, no qual cada litro consumido produz menos de 2 g de matéria seca.

Autores como Acosta (2009) afirma que a boa distribuição de água na faixa de 400 a 700 mm ao longo do ciclo vegetativo do girassol favorece rendimentos próximos ao potencial máximo da cultura. Avaliando a aplicação de diferentes lâminas de irrigação na cultura do girassol, na região de Lavras - MG, Silva et al. (2007) concluíram que a lâmina total de 522,14 mm proporcionou a maior produtividade de grãos, de óleo e uma maior altura das plantas.

Segundo Embrapa (2010), as necessidades hídricas do girassol ainda não estão perfeitamente definidas, existindo informações que indicam desde menos de 200 mm até mais de 900 mm por ciclo. Entretanto, na maioria dos casos, 500 a 700 mm de água, bem distribuídos ao longo do ciclo, resultam em rendimentos próximos

ao máximo. O mesmo autor ressalta que o consumo de água pela cultura do girassol varia em função das condições climáticas, da duração do ciclo e do manejo do solo e da cultura. Solos bem preparados e/ou com alta capacidade de armazenamento de água permitem à planta tolerar maiores períodos sem chuva e/ou irrigação.

A alta eficiência em explorar a água disponível no solo para seu desenvolvimento é uma característica que faz com que esta cultura seja capaz de produzir grande quantidade de matéria seca, em condições de déficit hídrico, sem redução significativa da produção (CASTRO e FARIAS, 2005).

### 3.5.3 Solo

O girassol destaca-se ainda por ser cultivado em vários países sobre os chamados solos marginais, muitas vezes em condições semiáridas onde quase todos os anos um estresse abiótico está presente, atuando como um fator limitante na produção agrícola (SKORIC, 2009).

Assim como para qualquer outra cultura comercial para o girassol, o solo não deve apresentar restrições ao desenvolvimento radicular, sejam elas físicas, químicas ou biológicas. O girassol é uma espécie sensível à acidez do solo, geralmente apresentando sintomas de toxidez de Al em pH em  $\text{CaCl}_2$  0,1 M menor que 5,2, valor comum encontrado nos solos do Cerrado brasileiro. Tolerância à acidez do solo torna-se, portanto, uma característica importante no melhoramento genético dessa espécie para os Cerrados (CASTIGLIONI, 1992).

Para o plantio de girassol são indicados os solos de textura média, profunda com boa drenagem, razoável fertilidade e pH variável de ácido a neutro (superior a pH 5,2) (LIRA et al., 2011).

O girassol pode ter boa produtividade tanto em solos arenosos quanto em solos argilosos, desde que estes últimos apresentem boa drenagem e os arenosos tenham controle de acidez, já que são naturalmente férteis. A textura do solo deve ser considerada para se determinar a profundidade de semeadura, pois um bom estabelecimento da cultura é imprescindível para a produção de sementes. Em solos argilosos a semeadura não deve ser muito profunda ou, então, poderá haver atraso e desuniformidade de emergência. A má drenagem desse tipo de solo leva a um crescimento superficial das raízes, dificultando a sustentação mecânica da planta (GAZZOLA et al., 2012).

A profundidade de semeadura para a cultura do girassol oscila de 2 a 8 cm, dependendo do sistema de cultivo e do tipo de solo. Profundidades de semeadura maiores que 5 cm, temperaturas abaixo de 10°C ou ausência de água na camada de 10 a 15 cm de solo podem prolongar o período de emergência em até 15 dias. Problemas encontrados na germinação e emergência perduram até a colheita (CASTIGLIONI et al. 1994).

Com relação ao relevo, declividades maiores que 8% comprometem a conservação do solo contra erosão e a mecanização, sendo, então, terrenos mais suaves ideais para implantação e condução da cultura do girassol (GAZZOLA et al., 2012).

A alta eficiência em explorar a água disponível do solo para seu desenvolvimento é uma característica que faz com que esta cultura seja capaz de produzir grande quantidade de matéria seca, em condições de déficit hídrico, sem redução significativa da produção (CASTRO e FARIAS, 2005). Assim, têm-se que os solos mais indicados para a produção do girassol são os de textura média, profundos, com boa drenagem, razoável fertilidade e pH de moderadamente ácido a neutro; superior a 5,2 (determinação em CaCl<sub>2</sub>), com menos de 8% de declividade.

O sucesso da cultura também depende da ausência de pragas, agentes fitopatogênicos e nematoides do solo. Nematóides causadores de galhas (gênero *Meloidogyne*) foram constatados como os principais parasitas do girassol e fatores limitantes à produção em diversos estados brasileiros (SHARMA e AMABILE, 2004).

De maneira geral, as condições da fertilidade do solo adequadas ao girassol não diferem das exigências para a soja ou para o milho, havendo, no entanto, uma maior necessidade de monitoramento da compactação e da acidez dos solos (LEITE et al., 2007).

### **3.6 Manejo da irrigação**

A região semiárida do Brasil enfrenta, ao longo dos tempos, problemas relacionados ao manejo da água de chuva e à conservação do solo, com baixa ocorrência de chuvas e distribuição irregular no espaço e no tempo, havendo alta intensidade em períodos curtos. Configurando-se como fator limitante para atividades agrícolas, havendo-se a necessidade da utilização da irrigação nesta região (OLIVEIRA et al., 2012).

Para o manejo adequado da água de irrigação, é necessário o controle da umidade do solo e/ou da evapotranspiração durante todo o ciclo da cultura. Para tanto, é indispensável o conhecimento de parâmetros relacionados às plantas, ao solo e ao clima, para determinar o momento oportuno de irrigar e a quantidade de água a ser aplicada (SILVA e MAROUELLI, 1998).

A irrigação é uma prática essencial e quando não utilizada de maneira adequada afeta significativamente a produtividade. Porém, o seu manejo é feito na maioria dos casos sem a utilização de métodos racionais de controle da quantidade de água aplicada (MEDEIROS et al., 2008).

O estudo de diferentes lâminas de irrigação constitui uma maneira bastante prática para se determinar as necessidades hídricas de uma espécie, em certa região para se estimar a quantidade de água que a cultura necessita para crescer e produzir dentro dos limites impostos por seu potencial genético (AZEVEDO e BEZERRA, 2008).

Por isso, as lâminas de irrigação têm sido objetos de estudo de vários pesquisadores nas mais diversas espécies, podendo se mencionar Garcia et al. (2007) e Moraes et al. (2008).

Dentre as atividades de investimento na irrigação que exige mais cuidado é o manejo da mesma, que são definidos pela lâmina e momento mais adequado de realizar a irrigação (MANTOVANI et al., 2009). A lâmina adequada é aquela aplicada aos cultivos de forma a obter produtividades satisfatórias. Essa lâmina é definida quando se conhece o consumo hídrico que, por sua vez, é tido como evapotranspiração (KISI, 2010).

O conhecimento da evapotranspiração de culturas é fundamental para que se realize o manejo da irrigação, principalmente, em regiões em que a escassez e a irregularidade pluviométrica são fatores limitantes da produção agrícola (OLIVEIRA et al., 2011).

A literatura tem comprovado que a cultura do girassol responde de maneira significativa à disponibilidade hídrica do solo em decorrência da irrigação, e, dentre eles Acosta (2009) e Silva et al. (2007) que averiguaram a ampla relação entre irrigação e produtividade nesta cultura.

Silva (2009), avaliando duas cultivares de girassol, em função de seis níveis de irrigação, correspondentes a 25; 50; 75; 100; 125 e 150% da ECA (Evapotranspiração do Tanque Classe A) no município de Pentecoste, observou que

a massa de 1000 aquênios, o potencial de produção de aquênios, o teor de óleo dos aquênios, o potencial de produção de óleo, a eficiência do uso da água na produção de aquênios e o óleo das cultivares foram influenciadas significativamente pelas diferentes lâminas de irrigação.

Guedes Filho (2013), estudando o crescimento do girassol em resposta às lâminas de irrigação, observou que o crescimento do girassol aumenta com a água disponível do solo. De forma similar Silva et al. (2007) e Viana et al. (2012) constataram que a altura das plantas de girassol aumentou com a disponibilidade de água do solo. O mesmo foi observado por Campos et al. (2010), onde a reposição de 100% da capacidade de retenção de água foi responsável pelo maior crescimento das plantas de girassol.

Freitas et al. (2012) utilizando as mesmas lâminas de água que no presente estudo, constataram que ocorreu um crescimento linear da altura da planta, em função das lâminas de irrigação.

Já no sistema de gotejamento a água é aplicada diretamente sobre o solo, na região radicular em pequenas intensidades e alta frequência, ou seja, em turnos de rega diário e semanais, de modo que mantenha a capacidade do solo próxima da capacidade de campo (BERNADO et al., 2009). Uma desvantagem de se utilizar esse sistema é o seu maior investimento inicial, mais em suas vantagens estão a economia de água e a diminuição da mão de obra.

Uma das razões de se obter maiores produtividades em irrigação por gotejamento se deve à capacidade deste sistema em irrigar uma parte do solo onde estão às raízes da planta de forma muito precisa, constante e sem expulsar todo o ar deste solo. Assim, as raízes têm sempre água facilmente disponível, nutrientes (fertirrigação) e oxigênio, uma vez que estas respiram para realizar seus processos metabólicos e de crescimento. No local da faixa úmida/bulbo, há então um grande aumento do volume e atividade das radículas, raízes finas cuja única função é absorver água e nutrientes. O gotejamento, praticamente, não afeta as raízes de sustentação, que são grossas e suberinizadas, ou seja, são impermeáveis e não absorvem água e nutrientes (SÁ, 2014).

Dessa forma, estudos entre cultivares e diferentes lâminas de irrigação permitem avaliar o desempenho das culturas, bem como torna possível obter informações acerca de suas necessidades hídricas dentro das especificações edafoclimáticas de cada região, no intuito de aprimorar o manejo da irrigação,

aperfeiçoando o rendimento agrônômico e financeiro das culturas agrícolas (SILVA et al., 2004).

### **3.7 Consórcio de culturas**

Entende-se por consórcio de culturas o sistema de cultivo em que são plantados duas ou mais espécies numa mesma área do terreno, de modo que uma das culturas conviva com a outra, proporcionando uma otimização da força de trabalho disponível, maiores safras, maior produção de biomassa, quando comparado com o cultivo solteiro e, conseqüentemente maior lucratividade aos agricultores (MACHADO, 2008; APOLARI, 2009). Esta prática é secular, principalmente por pequenos agricultores das regiões tropicais que visavam obter o máximo aproveitamento dos recursos disponíveis e maior rendimento das culturas (SULLIVAN, 2003).

Nos sistemas de consórcio, duas ou mais culturas com diferentes ciclos e arquiteturas vegetativas, são exploradas, no mesmo terreno. Elas não são, necessariamente, semeadas ao mesmo tempo, entretanto, durante apreciável parte de seus períodos de desenvolvimento há uma simultaneidade, forçando interação entre elas. No entanto, a eficiência dessa prática depende da complementaridade entre as culturas envolvidas. Esta complementaridade pode ser temporal quando as utilizações dos recursos produtivos são realizados em períodos diferentes e espacial quando as culturas exploram diferentes espaços em função das diferenças no dossel e na dispersão de raízes das plantas consorciadas (BEZERRA NETO et al., 2003). Ao se plantar espécies distintas quanto ao ciclo, porte e diferentes sistemas radiculares, haverá melhor aproveitamento dos nutrientes do solo.

O consórcio de culturas é uma prática amplamente difundida em diversas partes do mundo, primeiramente devido à possibilidade de produção diversificada de alimentos em uma mesma área, a proteção do solo e a maior regularidade de suprimentos alimentícios ao longo do período produtivo. Acrescentado a isso, o consórcio permite melhorar o aproveitamento de mão de obra, reduzir os riscos de perdas devido às irregularidades climáticas e, finalmente, melhorar a distribuição de renda entre os produtores (ZHANG e LI, 2003; BLAISE et al., 2005; SCHADER et al., 2005).



Para Viana et al. (2009) o consórcio pode ser uma ótima opção de cultivo para a produção de grãos ou até mesmo forragens. Esses sistemas são muito utilizados nas regiões onde a mecanização é muito difícil, ou em pequenas propriedades agrícolas em que os agricultores têm limitação no uso da área para o cultivo.

De acordo com Santos (2008) a utilização de consórcio, aliado a diferentes arranjos espaciais, permite acréscimo no rendimento das culturas, principalmente da agricultura de autoconsumo, pois, com o aumento da população por área, ocorre acréscimo no rendimento de grãos, até atingir um patamar ideal, que é pré-determinado pelo genótipo das culturas, bem como pelas condições edafoclimáticas.

Nos cultivos consorciados, pode ocorrer uma ou mais competição das culturas envolvidas por nutrientes, por água, pelas trocas gasosas provenientes do processo fotossintético, concorrência, principalmente da luminosidade, podendo haver ainda redução dos ventos, aumentando a temperatura ambiente (PORTES, 1996), todavia o balanço das interações, positivo e negativo, entre as várias culturas devam ser estudados caso a caso, determinando um melhor sistema de plantio ou com mudanças no espaçamento (PINAZZA et al., 1994).

As vantagens do sistema consorciado quando comparado ao cultivo solteiro são: aumento na produtividade por unidade de área (MATTOS et al., 2005), proteção vegetativa do solo contra a erosão, controle de plantas daninhas (DEVIDE et al., 2009), redução da incidência de pragas e doenças, proporciona maior lucro ao pequeno produtor, além de diversificar as fontes de renda e oferecer diversidade de produtos para o agricultor (ALVES et al., 2009).

O cultivo consorciado de culturas torna-se uma alternativa promissora para os produtores que buscam otimizar a rentabilidade e preservar a capacidade produtiva do solo a longo prazo, sem agredir o meio ambiente, aproveitando o máximo dos recursos ambientais disponíveis, reduzindo assim os custos de produção (MONTEZANO e PEIL, 2006).

No Brasil é prática comum, principalmente o consórcio da agricultura de subsistência como o milho e o feijão, assim como o consorcio de tais culturas ao café e a mandioca, mamona, entre outras. Sangoi et al. (1993) relatam que o sistema de consórcio entre estas culturas tem maior eficiência perante ao sistema de monocultivo, por propiciar a eficiência no uso de recursos ambientais disponíveis e melhor cobertura do solo, pelo fato de haver crescimento inicial sem a competição por água, luz e nutrientes. Menezes et al. (2011) obtiveram produtividades próximas

e até mesmo superiores quando analisaram o consorciamento de 20 diferentes cultivares de girassol com a variedade de mandioca BRS Kiriris em relação ao sistema de monocultivo. Rodrigues et al. (2011) que ao estudar a adaptabilidade no agreste sergipano de 20 cultivares de girassol ao cultivo consorciado observaram que estava associado às culturas de feijão e/ou milho sem maiores perdas de rentabilidade.

Entre os fatores que influenciam a eficiência do cultivo consorciado, a época de estabelecimento do consórcio é um dos principais, pois afeta não somente o período de convivência das espécies, mas o momento dos ciclos em que isto ocorre (CECÍLIO FILHO e MAY, 2002). Assim, a importância em estudar a época do estabelecimento do consórcio visa minimizar a competição entre as espécies e, maximizar a complementaridade temporal ou espacial entre as culturas (REZENDE et al., 2010). A eficiência agrônômica de um sistema consorciado pode ser determinada por vários índices (BELTRÃO, 1984).

Para avaliar a eficiência dos consórcios, vários modelos podem ser utilizados e um deles, o mais importante e interessante para os agricultores, é a quantidade de alimento produzida por unidade de área e o lucro gerado pelo sistema por meio da análise econômica. Entretanto, os pesquisadores, comumente, utilizam para avaliar a eficiência dos consórcios em relação aos monocultivos, o índice de uso eficiente da terra (UET), definido como a área relativa de terra em cultivo solteiro, necessária para ter os mesmos rendimentos que o cultivo consorciado (TEIXEIRA et al., 2012).

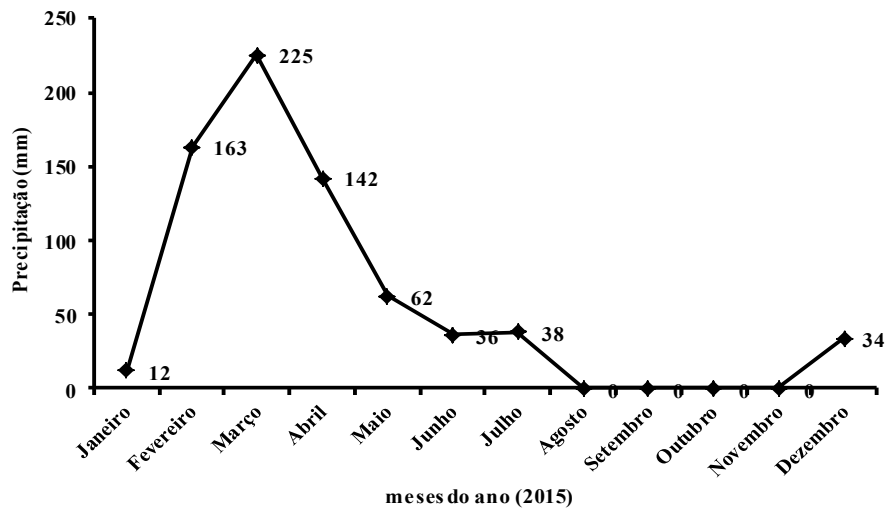
O uso eficiente da terra (UET) foi o primeiro índice usado na avaliação dos sistemas consorciados em relação aos monocultivos, o qual se estudou as culturas de amendoim e sorgo (NIQUEUX, 1959). Vale destacar que, o UET continua sendo o índice mais usado pelos pesquisadores na avaliação dos sistemas consorciados (BELTRÃO et al., 2010).

O uso eficiente da terra possibilita comparar os rendimentos das culturas no consórcio em relação ao cultivo solteiro, sendo representado pela área de terra necessária com as culturas em monocultivo para proporcionar rendimento equivalente ao obtido com as culturas consorciadas (CARVALHO, 1988).

## 4. MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 Localização do experimento

O experimento foi conduzido no município de Catolé do Rocha, Paraíba, localizado pelas coordenadas geográficas 6°20'38" latitude Sul e 37°44'48" longitude Oeste e uma altitude de 275m. O clima da região é quente e seco caracterizado por temperatura média de 28°C, máximas e mínimas médias de 35 a 23°C, respectivamente. A pluviosidade histórica média oscila em torno de 700 mm, dos quais mais de 65% são precipitados nos meses de fevereiro a maio; a umidade relativa media do ar nos meses de estiagem é inferior a 50%.



**Figura 2.** Valores de precipitação pluviométrica no ano de 2015, em Catolé do Rocha-PB.

O experimento foi conduzido em condições de campo, no Centro de Ciências Humanas e Agrárias, da Universidade Estadual da Paraíba, Campus IV, no período compreendido entre os meses de agosto a novembro de 2015.

## 4.2 Delineamento experimental

O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial 4x3, referentes a quatro níveis de água (60, 80, 100 e 120% de água disponível do solo) e três sistemas de cultivo: girassol, girassol consorciado com milho e girassol consorciado com feijão, em três blocos, totalizando 36 parcelas.

Lâminas de Água Disponível do solo:

$AD_1=60\%$  da Água disponível do solo;

$AD_2=80\%$  da Água disponível do solo;

$AD_3=100\%$  da Água disponível do solo;

$AD_4=120\%$  da Água disponível do solo.

Sistemas:

T1- girassol no espaçamento de 0,70m x 0,30m;

T2- girassol + milho;

T3- girassol +feijão caupi.



**Figura 3.** Consórcio de girassol com milho e feijão na área experimental em Catolé do Rocha-PB.

Cada unidade experimental mediu 4 m de comprimento por 2,1 m de largura, totalizando 8,4 m<sup>2</sup>. No caso das culturas isoladas, cada parcela foi constituída de

quatro fileira de cada uma das culturas. No que diz respeito ao consórcio, cada parcela foi constituída de quatro fileiras de girassol, intercaladas com três fileiras de milho e/ou feijão, obedecendo ao mesmo espaçamento do girassol, sendo as fileiras centrais (02 de girassol e 01 da cultura consorciada) consideradas como área útil para todos os tratamentos, onde foram feitas todas as mensurações.

### 4.3 Caracterização do solo do experimento

O solo da área experimental foi classificado como Neossolo Flúvico Eutrófico (SANTOS et al., 2013), não salino, relevo suavemente plano, sendo o solo de maior ocorrência em toda a mesorregião de Catolé do Rocha no Estado da Paraíba, sendo considerados solos de maior expressão agrícola. As amostras foram coletadas na camada de 0-20 cm de profundidade, secadas ao ar, peneiradas em peneira de malha de 2,0 mm de diâmetro e enviadas para análise no Laboratório de Irrigação e Salinidade (LIS) do Departamento de Engenharia Agrícola, seguindo os métodos adotados pela Embrapa (1997), onde os resultados podem ser observados na Tabela 3.

**Tabela 3.** Características físicas e químicas dos solos utilizados no experimento.

<b>Características Físicas</b>		<b>Valores</b>
Granulometria (g kg <sup>-1</sup> )	Areia	640,00
	Silte	206,00
	Argila	154,00
Densidade do solo		1,54
Densidade das partículas		2,68
Porosidade total (%)		42,54
Capacidade de campo (% em volume)		17,00
Ponto de murcha Permanente (% em volume)		5,83
Água disponível (% em volume)		11,17
<b>Características Químicas</b>		
pH		6,00
Cálcio (cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> )		2,30
Magnésio (cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> )		2,41
Sódio (cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> )		0,02

Potássio (cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> )	0,33
Hidrogênio((cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> )	0,69
Alumínio (cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> )	0,00
Matéria orgânica (g kg <sup>-1</sup> )	8,10
Fósforo (mgkg <sup>-1</sup> )	18,3
CTC total (cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> )	5,16

Análises realizadas no Laboratório de Irrigação e Salinidade (LIS/DEA/CTRN/UFCG), Campina Grande-PB 2015.

#### 4.4 Variedades das culturas utilizadas

##### 4.4.1 Girassol

A variedade de girassol utilizada foi o Híbrido Hélio 253, recomendada para cultivo na região Nordeste do Brasil, e que obteve os melhores resultados em pesquisas de seleção de cultivares em Catolé do Rocha, conforme Barbosa (2013), cujas características agronômicas encontram-se na tabela 4.

**Tabela 4.** Características agronômicas do genótipo de girassol estudado.

Genótipo	Hélio 253
Tipo de Híbrido	Simples
Teor de óleo	42% - 46%
Tipo de aquênios	Estriado
Ciclo	Precoce
Florescimento	50 - 63 dias
Altura da planta (cm)	165 - 175
Densidade	35.000 – 40.000
Sementes t há	50.000

##### 4.4.2 Feijão caupi

O feijão caupi (*Vigna unguiculata* L.) é uma leguminosa, fonte de proteína e elevado valor nutritivo, além disso, ele é considerado uma das principais fontes alimentares das regiões tropicais e subtropicais, principalmente no nordeste brasileiro, onde representa praticamente metade de todo o feijão produzido (BEZERRA et al., 2014), sendo também a variedade mais cultivada na região de Catolé do Rocha-PB.

#### 4.4.3 Milho

O milho (*Zeamays* L.) é considerado uma fonte de alimento muito utilizada pelos antigos povos da América e ganhou espaço devido à sua importância na produção agrícola em todo o mundo (CARNEIRO, 2003). Sua exploração é basicamente para a produção de mini milho, milho verde, grãos secos e forragem.

#### 4.5 Instalação e condução do experimento

O preparo do solo foi realizado através de uma aração e posteriormente uma gradagem, sendo o plantio efetuado no início da estiagem, correspondente ao mês de agosto de 2015. A semeadura foi feita diretamente no campo, utilizando cinco sementes de girassol do Híbrido Hélio 253, milho e feijão caupi. O desbaste foi realizado aos dez dias após a emergência (DAE), deixando apenas uma planta de girassol e duas plantas de milho e feijão por cova, mantendo-se a planta mais vigorosa.



**Figura 4.** Desbaste do girassol, deixando uma planta por cova.

#### 4.6 Manejo da irrigação

A água utilizada para a irrigação das plantas foi proveniente de um poço amazônico, cujas características químicas e físicas são apresentadas na tabela 5.

**Tabela 5.** Características químicas da água utilizada para irrigação.

<b>CARACTERÍSTICAS</b>	<b>VALORES</b>
PH	7,53
Condutividade Elétrica (dS/m <sup>-1</sup> )	0,80
<b>Cátions (mmol<sub>c</sub> L<sup>-1</sup>)</b>	
Cálcio	2,30
Magnésio	1,56
Sódio	4,00
Potássio	0,02
<b>Ânions (mmol<sub>c</sub> L<sup>-1</sup>)</b>	
Cloreto	3,90
Carbonato	0,57
Bicarbonato	3,85
Sulfato	Ausente
RAS (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> ) <sup>1/2</sup>	2,88
Classificação Richards (1954)	C <sub>3</sub> S <sub>1</sub>

Análises realizadas no Laboratório de Irrigação e Salinidade (LIS/DEAg/CTRN/UFCG), Campina Grande-PB 2015.

O sistema de irrigação foi constituído por um conjunto de eletrobomba, que realizou a captação e a condução da água pressurizada até a área experimental, onde a distribuição das parcelas foi controlada por registros e fornecida às plantas através de fitas gotejadoras de 16 mm, com gotejadores a cada 40 cm e a vazão 1,7 l/h.

As irrigações foram realizadas de acordo com os respectivos tratamentos (60; 80; 100 e 120% da água disponível), no qual o volume de água foi calculado em função do conteúdo de água presente do solo, determinado através de medições realizadas por sondas de TDR, Modelo PR2 (Reflectometria no Domínio do Tempo) em quatro intervalos de profundidade: 0-10; 10-20; 20-30 e 30-40 cm.

Estes valores foram processados em uma planilha eletrônica do Excel da Microsoft, que contabilizou diariamente o conteúdo de água de cada unidade



experimental nas quatro camadas do perfil do solo. O cálculo da água disponível para as plantas de cada tratamento foi baseado na equação 1 por Albuquerque (2010), onde o conteúdo de água do solo seco foi expressa em volume:

$$L = (CC-UA) \times Prof \quad (1)$$

em que,

L = lâmina de irrigação (cm);

CC = conteúdo de água do solo na capacidade de campo (em volume);

UA = conteúdo de água do solo no dia da irrigação (em volume);

Prof. = Profundidade do solo (cm).

A irrigação para cada tratamento de água pode ser observado na Tabela 6.

**Tabela 6.** Lâmina de irrigação aplicada no ciclo da cultura.

Água disponível do solo	Irrigação (mm)
60% em volume	234
80% em volume	297
100% em volume	371
120% em volume	478

Fonte: Próprio autor (área molhada= 100%, área da parcela= 8,4 m<sup>2</sup>)

#### 4.7 Tratos culturais

As plantas invasoras foram controladas através de capinas realizadas a cada quinze dias. O controle fitossanitário feito de acordo com o aparecimento de doenças e pragas, tendo sido realizado o controle contra a cochonilha de escama (*Diaspisechinocacti*).

#### 4.8 Adubação

A adubação para a cultura do girassol foi feita em fundação com superfosfato simples (20% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), colocando 3 g/planta. A adubação em cobertura foi feita com nitrogênio e com potássio, em função da produtividade da cultura e análise do solo,

aos 20, 40 e 60 dias após a semeadura seguindo recomendações de Ribeiro et al. (1999). O nitrogênio foi fornecido na dose de 4 g cova<sup>-1</sup> e o potássio, na dose de 3 g cova<sup>-1</sup>, utilizando como fontes o sulfato de amônio (21% N) e o cloreto de potássio (60% K<sub>2</sub>O), respectivamente. A quantidade foi 30-30-40 kg/ha de N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O.

## 4.9 Variáveis analisadas

### 4.9.1 Variáveis de crescimento

Aos 100 dias após o semeio (DAS), foram mensurados: Altura de planta (AP), Diâmetro do caule (DC), Área foliar (AF), Número de folhas (NF) e Diâmetro interno e externo do capítulo de girassol.

#### 4.9.1.1 *Altura das plantas*

A altura de planta (AP) foi obtida com o auxílio de uma trena tomando como base a distância entre o colo da planta (superfície do solo), até a inserção da última folha ou do capítulo, conforme metodologia proposta por Floss (2006).



**Figura 5.** Mensuração da altura da planta de girassol.

#### 4.9.1.2 *Diâmetro do caule*

O diâmetro do caule (DC) foi mensurado por meio de um paquímetro digital, medindo a região do colo da planta a uma altura de 5 cm do solo.



**Figura 6.** Mensuração do diâmetro do caule.

#### 4.9.1.3 Área foliar das plantas

A área foliar (AF) foi calculada por meio da medição da maior largura de todas as folhas, seguindo modelo proposto por Maldaner et al. (2009), conforme equação 2, representada a seguir:

$$AF = 1,7582 L^{1,7067} \quad (2)$$

Em que,

AF = área foliar (cm<sup>2</sup>);

L = largura do limbo foliar (cm)



**Figura 7.** Mensuração da largura do limbo foliar. Fonte: Costa (2016).

#### *4.9.1.4 Número de folhas*

O número de folhas (NF) foi obtido a partir da quantificação direta de todas as folhas fotossinteticamente ativas que apresentassem comprimento mínimo de 3 cm.

#### *4.9.1.5 Diâmetro interno e externo do capítulo do girassol*

Os valores para diâmetro interno e externo do capítulo foram mensurados ao se medir a parte interna e externa com o auxílio de fita métrica, no período de maturação fisiológica e levando em consideração a convexidade do capítulo conforme metodologia proposta por Castiglione et al. (1994).

### **4.10 Componentes de produção**

Número de sementes por planta de girassol, Peso de sementes por planta, Peso de 100 sementes e Produção por parcela do girassol.

À medida que as plantas atingiram a maturação fisiológica, foram seccionadas, divididas em capítulos e aquênios, sendo acondicionadas em saco de papel, identificadas, sendo os capítulos colocados em estufa com circulação de ar forçado a 65°C até atingirem massa constante, e a secagem dos aquênios ao ar livre.

#### **4.10.1 Número de sementes por planta de girassol**

Para esta etapa procedeu-se a colheita manual dos capítulos, posteriormente, efetuou-se à secagem dos capítulos colhidos, em ambiente protegido, e a contagem dos grãos foi realizada, também, manualmente, determinando o número de sementes presentes no capítulo do girassol.



**Figura 8.** Debulha manual de aquênios de plantas de girassol.  
Fonte: Costa (2016).

#### 4.10.2 Peso de sementes por planta (g)

Após a separação dos grãos, o peso de sementes por planta de girassol foi obtido através do número total de sementes produzidos por cada capítulo.

#### 4.10.3 Peso de 100 sementes (g)

O peso de 100 sementes foi obtido a partir da contagem manual de três amostras contendo cem (100) sementes por capítulo. Estas foram pesadas individualmente, sendo o peso final determinado através da média das três amostras.

#### 4.10.4 Produção por parcela do girassol

Nesta fase multiplicou-se a massa de sementes por planta de girassol, feijão e milho, pela densidade de plantas por parcela, sendo os resultados expressos em kg.

## 4.11 Índices de eficiência dos sistemas

### 4.11.1 Eficiência do uso da terra

Para avaliar a eficiência do uso da terra para cada cultura consorciada com o girassol foi utilizado o índice Uso Eficiente da Terra (UET), conforme equação 3 (Carvalho, 1988):

$$UET = \left[ \left( \frac{Y_{ab}}{Y_{aa}} \right) + \left( \frac{Y_{ba}}{Y_{bb}} \right) \right] \quad (3)$$

Em que,

$Y_{ab}$  = rendimento do girassol (a) em consórcio com outra cultura (b);

$Y_{aa}$  = rendimento do girassol isolado;

$Y_{bb}$  = rendimento da outra cultura isolada;

$Y_{ba}$  = rendimento da outra cultura (b) em consórcio com o girassol (a).

Segundo Liebman (2012), um consórcio tem maior produção que as monoculturas de sua espécie componentes sempre que o índice Uso Eficiente da Terra (UET) seja maior que 1.

### 4.11.2 Eficiência do uso da água

A eficiência do uso da água (EUA) foi determinada pela relação entre produção e volume aplicado (Silva et al., 2012), conforme equação 4 a seguir:

$$EUA = \frac{\text{produção por parcela (g)}}{\text{Lâmina aplicada (mm)}} = gmm^{-1} \quad (4)$$

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os resultados de análise de variância contidos na tabela 7, observa-se que as variáveis de crescimento e produção do girassol responderam significativamente aos efeitos das lâminas de irrigação e sistema de cultivo, envolvendo o consórcio com o feijão e milho, bem como, a interação entre as lâminas de irrigação versus sistemas de cultivo, exceto para o peso de 100 sementes que houve efeito da interação. Os resultados da pesquisa referente às lâminas de irrigação corroboram aos encontrados por Nobre et al. (2010) e Silva et al. (2011) ao estudarem o desempenho de cultivares de girassol sob diferentes lâminas de irrigação, onde observaram efeito significativo das lâminas de água no crescimento e produção do girassol.

**Tabela 7.** Resumo das análises de variância referente às variáveis: altura da planta (AP), diâmetro caulinar (DC), Área Foliar (AF), diâmetro interno do capítulo (DIC), diâmetro externo do capítulo (DEC), número de sementes por planta (NSP), peso de sementes por planta (PSP), peso de 100 sementes (P100s), (Prod.) e eficiência do uso da água (EUA) em sistema solteiro e consorciado.

Fonte de variação	GL	SIGNIFICÂNCIA DOS QUADRADOS MÉDIOS									
		AP	DC	AF	DIC	DEC	NSP	PSP	P100s	Prod.	EUA.
Bloco	2	ns	ns	Ns	Ns	ns	Ns	ns	ns	ns	Ns
Lâminas	3	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
Sistemas	2	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
Interação	6	**	**	*	**	**	**	**	ns	**	**
Resíduo	22	0,006	1,26	1288964,24	4,24	7,51	10339,68	23,76	0,24	0,05	0,015
CV(%)		6,95	8,30	35,72	12,76	12,33	9,74	10,29	11,15	10,28	9,49
Média		m	mm	cm <sup>2</sup>	Cm	Cm	N <sup>U</sup>	g	g	t/ha	g/mm
		1,32	13,5	3178,48	16,15	22,22	1044	47,25	4,44	2,25	1,29

GL - Grau de liberdade; significativo a 0,01 (\*\*) e (\*) a 0,05 de probabilidade; (ns) não significativo pelo teste F; CV - coeficiente de variação.

## 5.1 Altura da Planta

A análise de regressão para o fator quantitativo dos níveis de água disponível do solo, referente à altura da planta (Figura 9) apresentam efeitos lineares e quadrático com valores máximos de 1,72 e 1,36 m. Para cada aumento unitário no nível de água disponível do solo, houve um incremento de 0,0058 m e 0,0087 m na altura de plantas de girassol solteiro e em consórcio com o milho. Já para o consórcio do girassol com feijão, os dados de altura de planta ajustaram ao modelo quadrático com alturas máximas estimadas de 1,32 m, alcançada no nível de 95% de água disponível do solo.

Para os resultados da altura de plantas de girassol verificou-se o aumento em função da lâmina aplicada, em que a lâmina que proporcionou maior altura de plantas foi a de 120% de água disponível do solo, exceto para o consórcio com o feijão. Resultados semelhantes foram encontrados por Paiva Sobrinho et al. (2011), Viana et al. (2012), Guedes Filho (2013) e Soares et al. (2015), onde verificaram que plantas de girassol tem incremento na altura quando há um aumento na quantidade de água disponível do solo.

Em conformidade com os resultados deste experimento, Silva et al. (2007) avaliando o crescimento e produtividade do girassol cultivado com diferentes níveis de irrigação, encontraram resultados semelhantes aos do presente estudo com incrementos na altura de plantas de 18,75%, além de maior conteúdo de água do solo.

Os autores corroboram também com os relatos de Freitas et al. (2012) que, ao estudar o crescimento da cultura do girassol irrigado com diferentes lâminas de água, constataram que ocorreu um incremento linear da altura da planta com o conteúdo de água do solo.

A menor altura de plantas com teores de água disponíveis baixos podem estar relacionados ao nível de ácido abscísico que é aumentado em plantas estressadas devido à falta de água. Esse ácido é considerado um hormônio que retarda o crescimento vegetal e, assim, um sinalizador para a raiz, promovendo a redução da transpiração da planta pelo fechamento estomático (TAIZ e ZEIGER, 2004).

Provavelmente, a variação da disponibilidade de água no solo, ocasionou a redução do potencial de água nas células do caule, fazendo com que ocorresse um



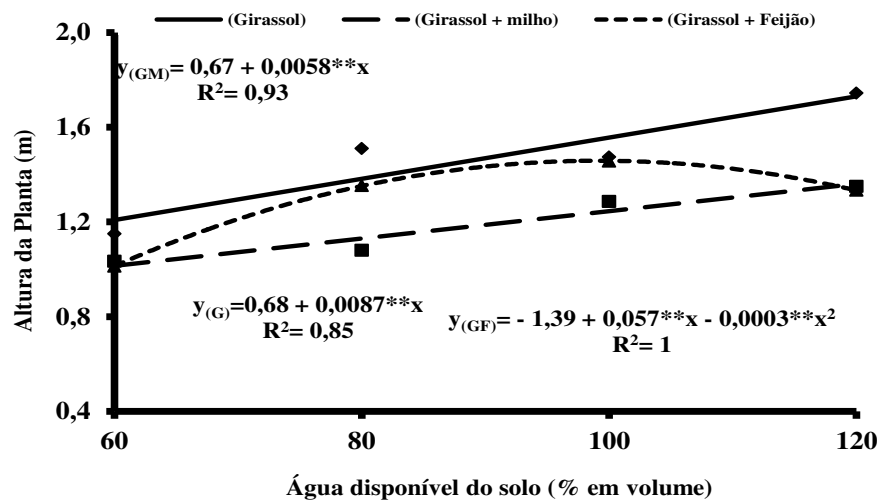
menor alongamento celular e dos entrenós, culminando em menor crescimento das plantas (NEZAMI et al., 2008).

Em girassol, características morfológicas como a altura das plantas é considerada um importante parâmetro na análise de quantificação da diversidade genética da cultura (AMORIM et al., 2007).

Com relação aos sistemas de cultivos, também se observa que o sistema solteiro se sobressaiu aos sistemas consorciados, com uma superioridade em média de 26,64%. Para o girassol fica evidente o efeito de competitividade em relação ao consórcio, nas quais as menores alturas de plantas de girassol estão no sistema consorciado. Esta redução na altura de girassol pode ser associada a uma maior competição interespecífica com uma interferência maior de uma, no ambiente da outra, devido a proximidade das plantas do consórcio, fato confirmado por Pinto et al. (2013), ao avaliar o resultado de trabalhos sobre consórcio de girassol e mamona. Essas informações indicam que as alterações na altura de planta em sistemas de consórcio dependem das culturas envolvidas.

Para o sistema de consórcio com feijão, as alturas de plantas de girassol foram superiores quando comparadas ao consórcio com milho, uma vez que essas culturas diferem no padrão de crescimento radicular e, conseqüentemente, na utilização do solo pelas raízes e na duração do ciclo de vida. Segundo Bayu et al. (2007), a maioria dos consórcios de sucesso envolve uma leguminosa e uma não leguminosa.

Diferente deste trabalho, Saleem et al. (2003) encontraram respostas na qual a altura de planta de girassol não foi significativamente afetada pelo consórcio. Os autores argumentam que o comportamento do crescimento da planta é mais controlado, por fatores genético, do que por mudanças no arranjo do sistema de consorciação.



**Figura 9.** Altura da planta do girassol Hélio 253 cultivado no sistema solteiro, consorciado com feijão e consorciado com milho, em função dos níveis de água do solo.

## 5.2 Diâmetro do caule

Quanto ao diâmetro caulinar das plantas de girassol, verificou-se que para o sistema solteiro, houve efeito dos níveis de água disponíveis do solo, apresentando comportamento linear crescente com incremento de 0,19 mm para cada aumento unitário do nível de água do solo, atingindo valor máximo de 23,13 mm, alcançando maior diâmetro com 120% de água disponível do solo. Dessa forma, conclui-se que as plantas cultivadas com maior disponibilidade hídrica, apresentaram maior diâmetro de caule (Figura 10).

O maior diâmetro do caule pode estar relacionado à produção de etileno pela planta, pois, quando há excesso de água, este hormônio é produzido em maior quantidade, o que leva ao menor crescimento da raiz principal, e, conseqüentemente, o aumento das raízes laterais e axilares, bem como o aumento do diâmetro do caule. O diâmetro do caule é uma característica importante no girassol, pois confere à cultura menor vulnerabilidade ao acamamento, favorecendo a execução de práticas de manejo e tratos culturais (Biscaro et al., 2008).

Concordando com esta informação, Bilibio et al. (2010), estudando o comportamento do girassol e a variação dos níveis de irrigação, observaram que a

redução do armazenamento de água do solo levou a um menor desenvolvimento do diâmetro do caule. Resultados semelhantes foram encontradas por Dutra et al. (2012) quando constataram que as plantas de girassol cultivadas com maior disponibilidade hídrica apresentaram maior diâmetro do caule.

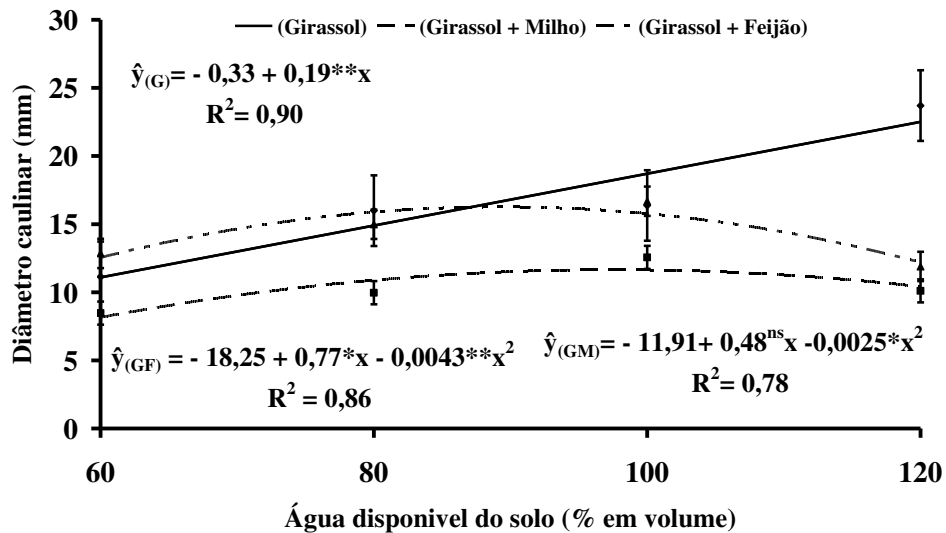
Tais resultados corroboram com os de Freitas et al. (2012) que também encontraram resultados lineares com diâmetro máximo no maior nível de irrigação e, com Viana et al. (2012) que também verificaram crescimento linear ao efeito significativo das lâminas de irrigação, como também os resultados encontrados por Gomes et al. (2010) que trabalhando com a cultura do girassol, observou comportamento linear para a variável do diâmetro do caule à medida que se aumentava as lâminas de irrigação na cultura.

Contradizendo os dados encontrados na presente pesquisa, em que o diâmetro do caule aumentou de forma linear em função da disponibilidade hídrica, Silva et al. (2007) trabalhando com o girassol atribuíram a ausência de efeito significativo da disponibilidade hídrica do solo sobre o diâmetro do caule devido à sua própria estrutura, que funciona como verdadeiros drenos de água e nutrientes para as folhas e os capítulos.

Já nos sistemas consorciados com feijão e milho, o diâmetro caulinar do girassol ajustou-se melhor, por meio da análise de regressão, ao modelo matemático polinomial quadrático, com efeito significativo ( $P < 0,01$ ) e coeficientes de determinação de 0,86 e 0,78, obtendo-se valores máximos de 16,22 e 11,13 mm, alcançadas teoricamente com as doses estimadas de 89,5% e 96% de água disponível, respectivamente (Figura 10).

Os maiores diâmetros de caule nos sistemas consorciados com feijão caupi podem ser justificados pelo fato dessa espécie ter um crescimento rasteiro e pouco competitiva, não restringindo de forma expressiva o crescimento do girassol pela falta de exposição ao sol. Já o milho apresenta um crescimento ereto mais propício à captação de luz, tornando-se mais competitiva, induzindo, assim, a um menor diâmetro caulinar da cultura do girassol.

Ceccon et al. (2013), estudando o milho safrinha em sistema solteiro e consorciado com braquiária, encontraram resultados semelhantes para diâmetro do caule, podendo a menor redução para o consórcio ser uma competição por recursos do meio (água, luz e nutrientes).



**Figura 10.** Diâmetro caulinar do girassol Hélio 253 cultivados no sistema solteiro, consorciado com feijão e consorciado com milho, em função dos níveis de água do solo.

### 5.3 Área foliar

A área foliar do girassol no sistema solteiro teve o mesmo comportamento da altura e do diâmetro caulinar. Como pode-se observar a área foliar foi crescente em relação a lâmina de irrigação, isto é, quanto maiores foram os níveis de irrigação, maiores foram os valores encontrados, com aumento de área foliar de 103,09 cm<sup>2</sup> para cada incremento unitário do nível de água do solo, alcançando maior área foliar de 7660 cm<sup>2</sup>, no nível de 120% de água disponível do solo (ADS).

A restrição de água do solo provoca redução em absorção pelas plantas e com isso, as células destas têm menor pressão e turgor, levando a menor expansão da área foliar (Taiz e Zeiger, 2009). Assim, presume-se que a área foliar é uma das principais características a ser favorecida pelo adequado suprimento hídrico (Carvalho et al., 2012).

Corroborando com os dados encontrados no presente trabalho, Maia Júnior et al. (2016), estudando cultivares de girassol sob diferentes regimes hídricos, observaram que a área foliar cresceu linearmente em função do acréscimo hídrico, concordando também com Dutra et al. (2012), que constataram que as plantas submetidas a maiores teores de água produziram o maior número de folhas e, por consequência, aumento da área foliar.

A interpretação dos resultados dos trabalhos de Soriano et al. (2004) mostra que as plantas de girassol sob condições de irrigação, também apresentaram índices de área foliar maiores do que os obtidos sob limitação de água. A expansão foliar é muito sensível à deficiência hídrica, podendo ser completamente inibida sob níveis moderados de estresse (BOYER, 1970).

De acordo com Nobre et al. (2010), a expansão foliar é muito sensível à deficiência hídrica sendo completamente inibida sob níveis moderados de estresse, o que afeta severamente as taxas fotossintéticas e, em consequência, a produção de fitomassa da parte aérea.

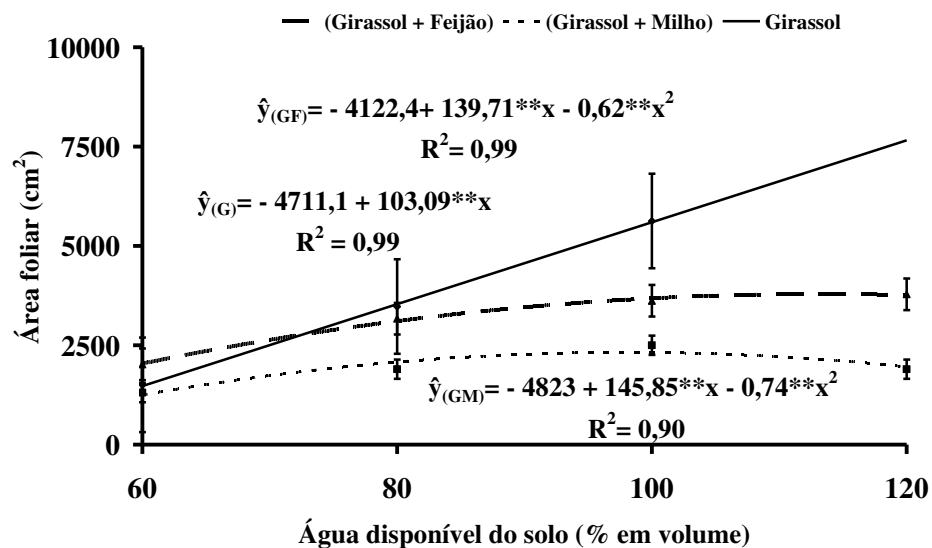
Já os consórcios se ajustam ao modelo quadrático, observando um acréscimo na área foliar até percentuais de 99% e 112% de água disponível do solo (AD), obtendo os maiores valores de 2363,41 e 3747,84 e  $\text{cm}^2$  para os consórcios girassol + milho e girassol + feijão, respectivamente (Figura 11).

A área foliar das plantas de girassol formada no sistema solteiro apresentaram expressiva superioridade de 224% e 104% em comparação aos consórcios de girassol com milho e girassol com feijão, respectivamente. Os dados mostram, ainda, que no consórcio, o milho limita mais o desenvolvimento do girassol em comparação ao feijão, comprometendo o seu crescimento, a área foliar e reduzindo seu potencial vegetativo.

O girassol consorciado com feijão apresentou resultados superiores de área foliar quando comparado ao consórcio com milho, sendo o feijão uma cultura menos competitiva por luz, principalmente, pelo seu hábito de crescimento, proporcionando ao girassol, maior habilidade de competir por recursos ambientais, constituindo-se na cultura dominante nos sistemas consorciados.

Flesch (2002), ao estudar o efeito no consórcio intercalar de milho e feijão, verificou que o sombreamento causado pela cultura mais alta reduz tanto a quantidade de radiação solar à cultura mais baixa, bem como a sua área foliar.

O índice de área foliar tem importância nos sistemas de consórcio, pois permite estimar o grau de desenvolvimento da planta e o seu potencial de interceptação de energia radiante (Fancelli, 2003).



**Figura 11.** Área foliar por planta do girassol Hélio 253 cultivados no sistema solteiro, consorciado com feijão e consorciado com milho em função dos níveis de água do solo.

#### 5.4 Diâmetro interno e externo do capítulo de girassol

Quanto ao diâmetro interno e externo do capítulo do girassol, a análise da variância indicou efeito significativo da interação de doses de níveis de água disponíveis do solo e sistemas de cultivos (Tabela 7). O diâmetro interno do capítulo do girassol respondeu as lâminas de irrigação de maneira polinomial quadrática para o girassol solteiro e consorciado com feijão e milho, com maiores diâmetros de 19,33; 16,72 e 13,49 cm aos níveis de 120, 96 e 94% de água disponível no solo, respectivamente (Figura 12).

Resultados semelhantes foram encontrados por Silva et al. (2007) comparando o crescimento e produtividade do girassol sob níveis de irrigação, observaram diferença significativa do diâmetro interno e externo dos capítulos de girassol, em função dos níveis de água aplicados. Os autores ainda relatam a possibilidade de obtenção de maior produção de grãos em função de maiores tamanhos médios de capítulo.

Silva et al. (2014) também constataram o aumento do diâmetro do capítulo do girassol com os níveis de água disponível, em que o maior diâmetro foi 14,82 cm, obtido com o maior nível, 120% da evapotranspiração de referência. De forma similar Nobre et al. (2010), avaliando o desempenho do girassol sob diferentes

lâminas de irrigação, também afirmaram que o diâmetro do capítulo apresentou incrementos lineares com o favorecimento da disponibilidade hídrica.

Lobo e Grassi Filho (2007) relatam que o diâmetro do capítulo é um componente de produção de grande importância por apresentar associação positiva com a produtividade de grãos, fato confirmado por Azevedo et al. (2016) que observaram máximos diâmetros internos e máximas produções de girassol com os maiores níveis de água disponível do solo.

Embora Silva et al. (2011) tenha observado em seus trabalhos, incrementos do diâmetro do capítulo com aumento da disponibilidade hídrica, até a lâmina de 355,80 mm, os autores não observaram diferença estatística, entre os diâmetros dos capítulos, uma vez que apenas a variação de um dos fatores de produção, como a água, pode não ser suficiente para a obtenção de uma variação expressiva na planta, já que outros fatores, como nutrientes, sanidade e clima, estão em equilíbrio.

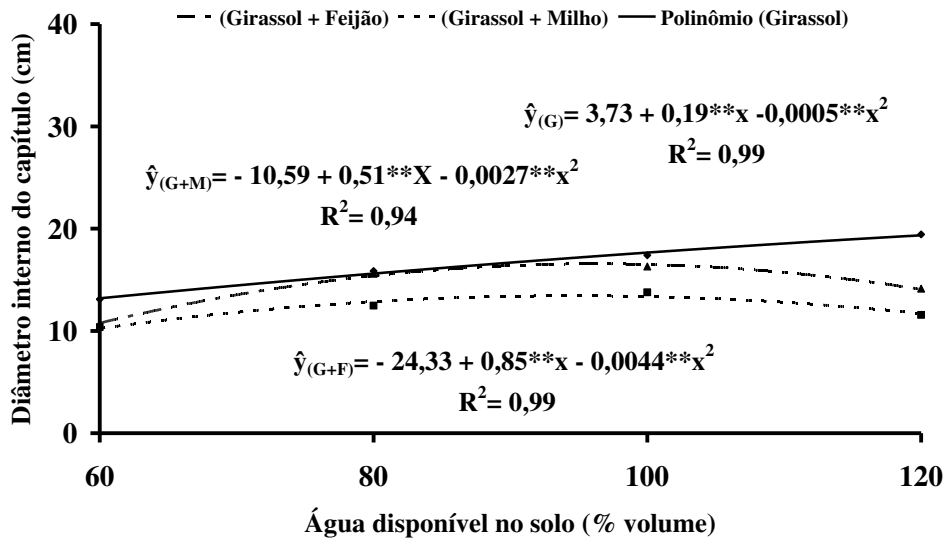
Com relação aos sistemas de cultivos, observa-se que o diâmetro interno do capítulo do girassol solteiro superou àqueles obtidos em sistemas de consórcio de girassol com feijão e com milho com superioridade de 15,61% e 43,29%, respectivamente. A superioridade do sistema solteiro ocorreu devido ao seu crescimento isolado, em que o girassol apresentou maior habilidade no uso dos fatores de produção como água, luz e nutrientes. A maior redução do diâmetro interno do capítulo do girassol no consórcio com milho comparado ao consórcio com feijão é que o milho apresenta hábitos de crescimento e períodos de maturação semelhantes ao do girassol, competindo, assim, durante todo o período de crescimento.

Resultados semelhantes foram obtidos por Vale (2011), em que o sistema de consórcio causou redução no diâmetro interno dos capítulos do girassol consorciado com o feijão caupi em comparação ao sistema solteiro.

Olowe e Adeyemo (2009) estudando o girassol nos sistemas consorciados, também constataram que o sistema solteiro apresentou maior diâmetro interno do capítulo em relação ao consórcio, ocorrendo para o girassol solteiro, apenas a competição intraespecífica o que, possivelmente, beneficia o acúmulo de matéria seca e a partição de assimilados direcionada para o crescimento do capítulo com maior intensidade em relação a outros pontos de crescimento na planta de girassol.

Para Lobo et al. (2012) a importância de ser avaliado esse parâmetro é que existe uma relação com a produtividade da cultura, desde que o capítulo esteja com

uma boa formação de grãos, isto é, sem falhas importantes na formação de sementes que podem ocorrer, principalmente, na parte central do capítulo.



**Figura 12.** Diâmetro interno do capítulo do girassol Hélio 253 cultivados no sistema solteiro, consorciado com feijão e consorciado com milho em função dos níveis de água do solo.

Ao analisar o efeito dos níveis de água disponível do solo sobre o diâmetro externo do capítulo, por meio das análises de regressões (Figura 13), constatou-se que os modelos matemáticos que melhor se ajustaram foram do tipo linear e quadrático, com efeito significativo ( $P < 0,01$ ), mais coeficientes de determinações de 0,94 e 0,95 referentes aos sistemas solteiro e girassol consorciado com feijão, respectivamente. Para as irrigações referente a 120% e 94% de água disponível do solo, a cultura do girassol alcançou máximos diâmetros externos do capítulo, com valores de 28,61 e 24,55 cm, respectivamente. Com relação ao girassol consorciado com milho, os dados não se ajustaram a nenhum modelo matemático com média de 17,42 cm.

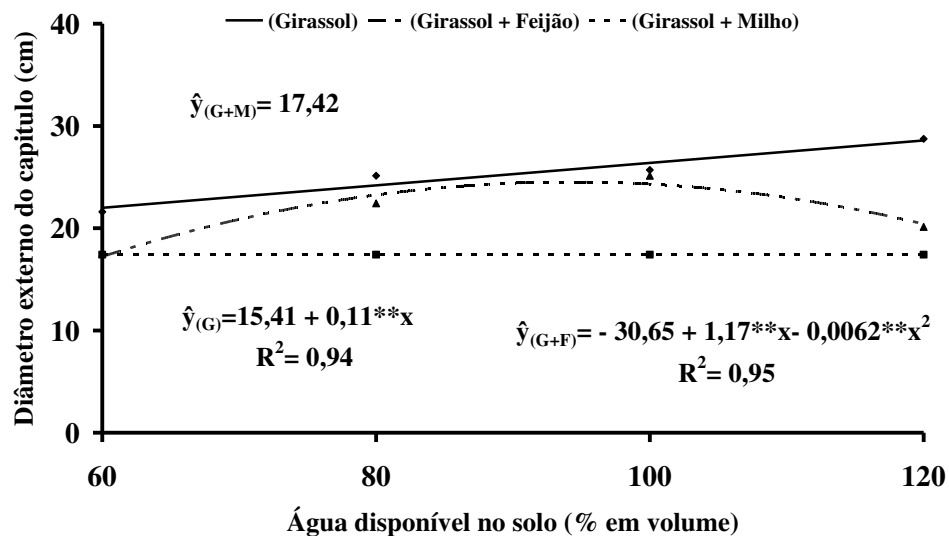
Para o girassol em sistema solteiro, esses resultados indicam que em condições de baixa disponibilidade de água do solo, vários processos metabólicos das plantas podem ser influenciados, afetando negativamente os processos fisiológicos da planta. Para Taiz e Zeiger (2013), os processos fisiológicos como o fechamento estomático, redução da condutância estomática, redução da



fotossíntese e transpiração, levam ao declínio do crescimento, principalmente, quando se relaciona com o crescimento do diâmetro externo do capítulo, já que este reflete a influência de produção da planta.

Corroborando com o resultado do presente estudo, Silva et al. (2011), avaliando a influência de lâminas de irrigação em cultivares de girassol, observaram aumento linear para o diâmetro externo do capítulo com a reposição hídrica.

Khawani et al. (2001) estudando o consórcio do girassol e cana de açúcar, também encontraram respostas semelhantes, no qual o maior o diâmetro externo do capítulo foi observado no sistema solteiro.



**Figura 13.** Diâmetro externo do capítulo do girassol Hélio 253 cultivados no sistema solteiro, consorciado com feijão e consorciado com milho em função dos níveis de água do solo.

### 5.5 Número de sementes por planta de girassol

No resumo da análise de variância para número de sementes, submetidos a diferentes conteúdos de água do solo e sistemas de cultivo (Tabela 7), observa-se efeito significativo na interação, demonstrando, dessa forma, um aumento linear crescente do número de sementes com o aumento da água disponível do solo, indicando que a lâmina de 120% proporcionou o maior número de sementes por planta, obtendo valores de 1475 e 1257 sementes por planta para os sistemas girassol solteiro e o do girassol consorciado com feijão, respectivamente (Figura 14).

Já para o sistema Girassol + milho, os dados ajustaram-se ao modelo polinomial quadrático com valor máximo de 945 sementes por planta.

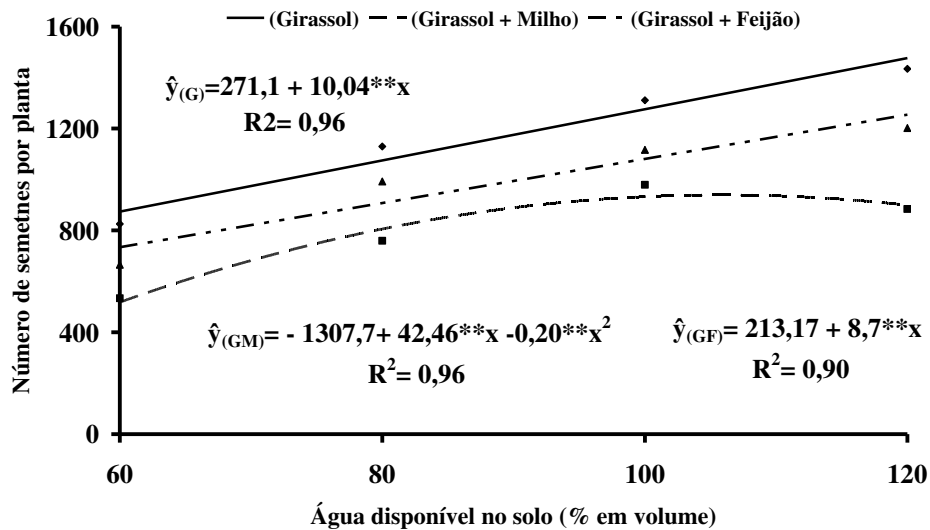
Tais observações também estão condizentes com resultados obtidos por Nobre et al. (2010) e Silva et al. (2011) ao relatarem que houve incremento do número de sementes por planta de girassol com aumento da lâmina de água aplicada ao solo. Estes resultados foram semelhantes às constatações de Darvishzadeh et al. (2010) que observaram maior produção de sementes em plantas de girassol formadas sem stress hídrico, em comparação aos mesmos tratamentos submetidos ao déficit hídrico do solo.

Dados similares também foram encontrados por Guedes Filho (2013) que, estudando o fator água disponível do solo, obteve um aumento no número de sementes de girassol com o aumento da percentagem de água disponível do solo.

Trabalhos realizados por Silva et al. (2007) relataram a obtenção de maior número de sementes de girassol, em função dos maiores tamanhos médios de capítulos com o aumento dos níveis de água aplicados. Dessa forma, a limitação de água do solo proporciona a diminuição no desenvolvimento das plantas de girassol, limitando ao enchimento de aquênios, a partir das reservas acumuladas nas folhas, pecíolos, caule e capítulo (CASTRO e FARIAS, 2005).

Silva et al. (2009) ao estudar o efeito do estresse hídrico na produção de girassol verificaram que as plantas sob estresse hídrico tiveram menor produção de fitomassa total, além de um menor número de sementes. Além disso, a limitação hídrica ocasiona ausência de sementes no centro do capítulo, comprometendo diretamente o número de sementes de girassol (CASTRO et al., 2006).

Os resultados encontrados neste experimento estão de acordo com os resultados obtidos por outros autores, provando que o manejo da irrigação em condições de clima semiárido proporcionou um acréscimo na produção, tornando-se assim uma prática viável, proporcionando retorno ao produtor se bem dimensionados. Tais como, Oliveira Filho et al. (2016), também observaram reduções de produção em grãos da mamoneira quando consorciadas com feijão e milho. Assim, Teixeira et al. (2005) afirmaram que essa redução está relacionada com a maior competição por recursos disponíveis tais como luz, nutriente ou água. À medida que se aumenta o número de plantas em uma mesma área, ocorre redução da disponibilidade desses fatores para cada indivíduo ou planta.



**Figura 14.** Número de sementes por planta do girassol Hélio 253 cultivados no sistema solteiro, consorciado com feijão e consorciado com milho em função dos níveis de água do solo.

### 5.6 Peso de sementes por planta de girassol

Ao analisar o efeito dos níveis de água disponível do solo sobre o peso de sementes por meio das análises de regressões (Figura 15), constatou-se que o modelo matemático que melhor se ajustou foi do tipo polinomial quadrático, com efeito significativo ( $P < 0,01$ ) e coeficientes de determinações de 0,97; 0,94 e 0,99, em que os maiores pesos de sementes por planta de girassol foram de 73; 60 e 44 g obtidos, com os conteúdos de água de 110%, 104% e 113% disponível do solo para os sistemas girassol, girassol consorciado com feijão e girassol em consórcio com milho, respectivamente.

A redução do peso de sementes de girassol em função da diminuição do conteúdo de água disponível do solo (AD) pode ter ocorrido devido ao estresse hídrico ao qual a planta foi submetida, afetando o crescimento e a produção. Esses resultados são corroborados por Barbosa et al. (2013) que, estudando o girassol Híbrido Hélio 253, nas mesmas condições ambientais, verificaram redução de crescimento e produção do girassol quando reduziu o teor de 100% para 50% AD.

As menores reposições hídricas condicionam um esgotamento de água no solo e, nessas condições, as plantas utilizam certos mecanismos fisiológicos como o fechamento estomático no intuito de restringir a perda de água através da transpiração, reduzindo a absorção de  $CO_2$  e, conseqüentemente, as taxas

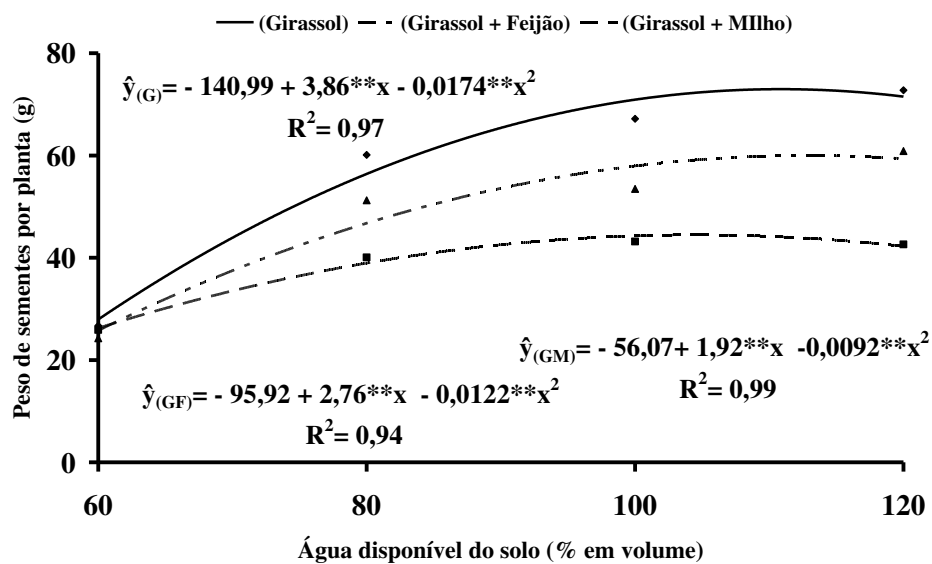
fotossintéticas, reduzindo a acumulação de fotoassimilados (TAIZ e ZEIGER, 2009). Atribui-se, por conseguinte, que a ocorrência desses mecanismos tenha afetado o crescimento dos diferentes órgãos das plantas, o enchimento dos capítulos e o peso de aquênios, configurando menor rendimento produtivo da cultura em menor regime hídrico.

Resultados semelhantes foram obtidos por Santos et al. (2011) e Dutra et al. (2012) que constataram redução do peso de sementes por planta de girassol quando submetidos ao estresse hídrico. Nobre et al. (2010) estudando a produção de girassol, também afirmaram que o aumento da reposição hídrica proporcionou maior peso de sementes em plantas de girassol.

Silva et al. (2009) afirmam que baixos rendimentos em girassol ocorrem em função da redução da disponibilidade hídrica do solo, afetando o crescimento dos capítulos e aquênios.

Ressalta-se, que para todos os sistemas de cultivos, a restrição hídrica provoca falha no enchimento do capítulo, atribuído a maior demanda de fotoassimilados pelos aquênios oriundos das primeiras flores polinizadas (CASTRO et al., 2006). Assim, as reduções ocorridas nos menores fornecimentos de água à cultura, possivelmente estejam relacionadas a esses fatores, uma vez que, após a redução de crescimento das plantas os fotoassimilados produzidos são transferidos para a produção dos aquênios (GOMES et al., 2010).

Para o girassol fica evidente o efeito da competitividade em relação ao consórcio, em que o girassol em sistema solteiro apresentou sementes com maior peso. Olowe et al. (2006), estudando o efeito da soja e do feijão de corda consorciado com o girassol, também observaram que o consórcio causou reduções no peso de sementes de girassol. A diminuição do peso de sementes em consórcio também foi observada na mamoneira consorciada com gergelim, milho e feijão-caupi (PINTO et al., 2011), sendo os rendimentos dessas culturas no consórcio inferior ao obtido em cultivo solteiro.



**Figura 15.** Peso de sementes por planta do girassol Hélio 253 cultivados no sistema solteiro, consorciado com feijão e consorciado com milho em função dos níveis de água do solo.

### 5.7 Peso de 100 sementes

O peso de 100 sementes se ajustou ao modelo polinomial quadrático quanto aos níveis de água disponíveis do solo (AD) apresentada na Figura 16, mostrando que a irrigação contribuiu positivamente para aumentar o peso de 100 sementes de girassol, ressaltando a importância do suprimento de água para a cultura. A maior disponibilidade de água do solo, favorecida pelas maiores lâminas, até o nível de 107%, possibilitou uma maior produção e peso de 100 sementes, com valor máximo de 4,93 g.

Dessa forma, fica evidente que a irrigação contribuiu positivamente para aumentar o peso de 100 sementes de girassol, ressaltando a importância do suprimento de água para a cultura. É possível que a disponibilidade de água do solo, favorecida pelas maiores lâminas, tenha possibilitado uma maior produção e peso de 100 sementes.

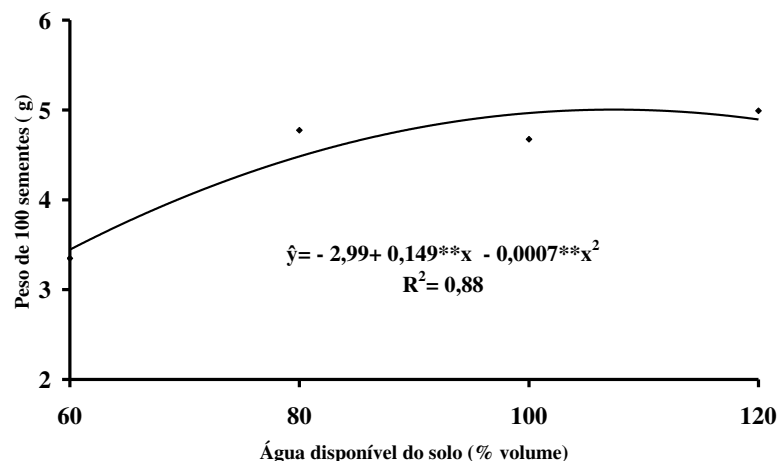
Com relação ao peso de 100 sementes, observou-se uma correlação direta com o diâmetro interno e externo dos capítulos. Assim, plantas com maiores diâmetros de capítulos geraram sementes maiores e mais pesadas.

Corroborando com estes resultados, Viana et al. (2012) verificaram aumentos para o peso de 100 sementes em função do aumento das lâminas aplicadas no cultivar Catissol 01. Resultados semelhantes para o peso de 100 sementes também foram constatados por Silva et al. (2007), que encontraram médias situadas no intervalo de 4,51 a 3,51 g para o genótipo Hélio 250 e 252, já por Silva et al. (2009) encontraram valores de médias variando de 5,6 a 3,6 g.

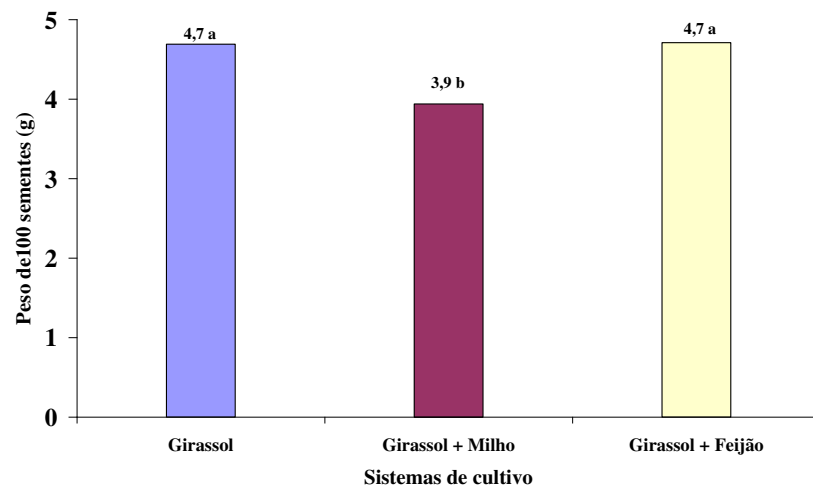
Contrariamente, Gomes et al. (2012), testando diferentes lâminas de irrigação com valores de 50, 100, 150 e 200%, não obtiveram diferença significativa no peso de 100 sementes com valor médio de 6,55g. Para Castro e Farias (2005) a diferença de peso entre as sementes, normalmente ocorre quando a cultura do girassol é submetida a um déficit hídrico permanente.

Resultados encontrados por Soares et al. (2015) discordam dos resultados obtidos no presente trabalho, onde trabalhando com a cultivar Hélio 251 em ambiente protegido, obtiveram efeito linear crescente para o peso de 100 sementes, com o aumento da lâmina de irrigação.

O peso de 100 sementes para o girassol solteiro foi superior aos encontrado no sistema consorciado. No entanto, o peso de 100 sementes não foi significativamente diferente pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ) entre o sistema solteiro e o consorcio com feijão (4,7g) o que mostra que o consórcio com feijão não influenciou essa variável, diferindo do consórcio com milho, cujo valor foi significativamente menor, 3,9 g (Figura17). Para o girassol consorciado com o milho observa-se menores pesos, justificando novamente que este último competiu com o girassol diminuindo o peso de 100 sementes.



**Figura 16.** Peso de 100 sementes por planta do girassol Hélio 253 em função dos níveis de água do solo.



**Figura 17.** Peso de 100 sementes por planta em função dos sistemas de cultivos. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).

### 5.8 Produção de sementes de girassol por parcela

Ao analisar o efeito dos níveis de água disponível do solo sobre a produção de sementes por parcela para o girassol solteiro e consorciado com feijão e com milho por meio de análises de regressão (Figura 18), constatou-se que o modelo matemático que melhor se ajustou foi do tipo polinomial quadrático com efeito significativo ( $P < 0,01$ ) e coeficientes de determinações de 0,97, 0,94 e 0,97, respectivamente.

Os conteúdos de água referentes a 111; 106 e 100 % de água disponível do solo (AD) resultaram na produção máxima de 3,78; 2,77 e 2,18 kg/parcela para o girassol em sistema solteiro, consorciado com feijão e com o milho respectivamente. Os incrementos na produção de sementes com o aumento do nível de água do solo até 111% podem ser atribuídos à disponibilidade hídrica adequada durante todo o período de crescimento e de produção, o que proporciona maior disponibilidade de nutrientes para o sistema radicular das culturas.

Como já informado por Taiz e Zeiger (2009) 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, a absorção de  $CO_2$ , acarretando

reduções nas taxas fotossintéticas, fatos que reduzem a acumulação dos fotossintatos e, por consequência, a produção de sementes.

Dados semelhantes foram encontrados em trabalhos realizados por Nobre et al. (2010), Silva et al. (2011) e Barbosa et al. (2015) que avaliando a produção do girassol cv. Embrapa 122 V-2000, observaram aumento da produção de sementes de girassol com o aumento do conteúdo de água do solo através da irrigação.

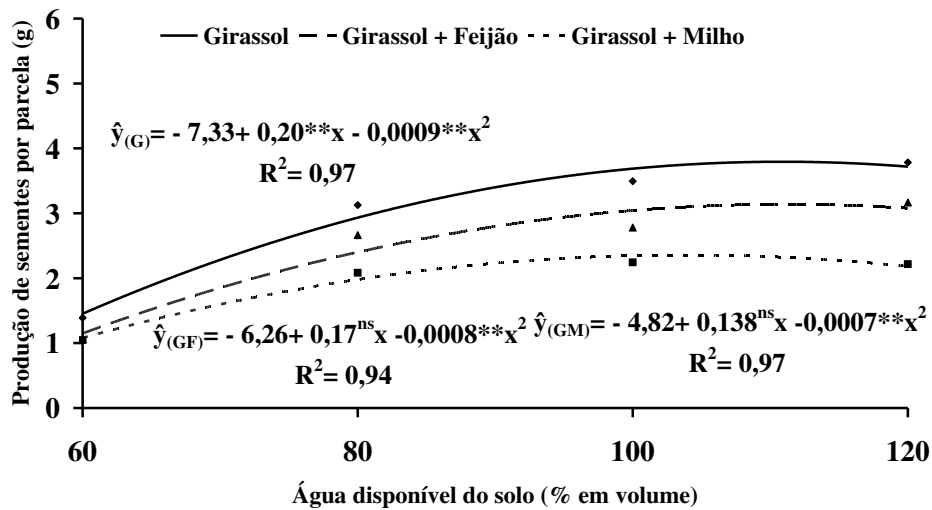
De acordo com Thomaz (2008) na cultura do girassol à reposição de água do solo por meio da prática da irrigação aumenta o diâmetro e o peso dos aquênios, respondendo positivamente com incrementos na produção de grãos. Tais observações também condizem com resultados obtidos por Amorin et al. (2008) e Silva et al. (2011) que relatam que existem correlações significativas entre o diâmetro do capítulo, a massa de mil aquênios com a produção de sementes.

Para o girassol em consórcio fica evidente o efeito de competitividade, onde os maiores rendimentos de grão de girassol foram obtidos com o girassol em sistema solteiro, seguido pelo consórcio com o feijão caupi e posteriormente com o milho. Reduções na produção de grãos do girassol em sistemas consorciados em relação ao cultivo solteiro, também foram detectadas por Rosales e Mora (2009).

Resultados semelhantes foram encontrados por Olowe et al. (2006), que estudando o efeito da soja e do feijão de corda consorciado com o girassol, observaram redução na produção de sementes de girassol quando em consórcio.

Trabalhos realizados por Távora et al. (1988), onde estudaram o comportamento do feijão de corda e o amendoim consorciados com a mamona, constataram que, quando em consórcio, apresentaram reduções nos rendimentos de grãos e vagens em relação aos plantios isolados.





**Figura 18.** Produção de sementes por parcela (8,4 m<sup>2</sup>) do girassol Hélio 253 cultivados no sistema solteiro, consorciado com feijão e consorciado com milho em função dos níveis de água do solo.

### 5.9 Eficiência do uso da terra

A eficiência do uso da terra para a cultura do girassol solteiro e consorciado com culturas alimentícias do feijão-caupi e do milho foi avaliada determinando-se o índice Uso Eficiente da Terra (UET), permitindo avaliar os consórcios entre culturas e assim poder auxiliar na escolha dos sistemas de cultivos e no arranjo das culturas.

Segundo Liebman (2012), um consórcio tem maior produção que as monoculturas de sua espécie componentes sempre que o índice Uso Eficiente da Terra (UET) for maior que 1.

Os valores obtidos na Tabela 8, referentes à produção das culturas isoladas e em consórcio, foram utilizados para calcular os índices de Uso Eficiente da Terra.

**Tabela 8.** Produção do girassol solteiro, girassol consorciado com milho (G+M), girassol consorciado com feijão (G+F), do milho (M) e feijão (F) solteiros e consorciados com o girassol (M+G, F+G).

Níveis	Girassol	G+M	G+F	F	F+G	M	M+G
de água	.....kg/parcela.....						
60	1,38	1,06	1,07	1,37	0,73	1,55	0,61
80	3,12	2,08	2,66	2,11	0,92	2,74	1,24
100	3,49	2,24	2,77	2,88	1,31	2,75	1,12
120	3,78	1,82	3,15	2,14	1,16	3,18	1,81

Fonte: Elaborado pela própria autora, 2016.

A avaliação do consórcio através do Uso Eficiente da Terra (UET) revelou vantagem para os sistemas de consórcio do girassol com feijão e girassol com milho em relação aos cultivos solteiros.

O Índice Uso Eficiente da Terra (UET) para o girassol consorciado com feijão e milho teve valor superior a um, indicando que o consorcio permitiu maior aproveitamento da área de produção do que o cultivo solteiro, sendo, portanto uma técnica vantajosa. Segundo Carvalho et al. (2009), isto, indica que o cultivo solteiro requereu mais área do que o consórcio para fornecer a mesma quantidade de produção.

Em relação à competitividade, observou-se que o girassol foi à cultura dominante nos arranjos, aproveitando melhor os recursos do meio para seu desenvolvimento. O consórcio de girassol com feijão sobressaiu ao consórcio com milho com uma superioridade de 20,90%, com os valores do índice Uso Eficiente da Terra (UET) de 1,33 e 1,10, respectivamente (Figura 19). Essa maior eficiência do girassol com feijão ocorreu devido, à melhor utilização dos recursos ambientais, ocasionado pelas diferenças nos ciclos e taxas de crescimento, arquitetura radicular e da parte aérea e exigências nutricionais e ambientais distintas. A menor eficiência do consórcio com o milho está relacionada à menor disponibilidade de luminosidade, causada pelo sombreamento das plantas de milho, provocando diminuição da taxa fotossintética e conseqüentemente redução de crescimento e produção. Teixeira et al. (2005) afirmam que a competição por fatores de crescimento, tais como água,

nutrientes e luz, afeta o rendimento das culturas consortes, sendo a luz um dos principais, senão o principal fator limitante e que constitui importante empecilho à utilização de consórcios.

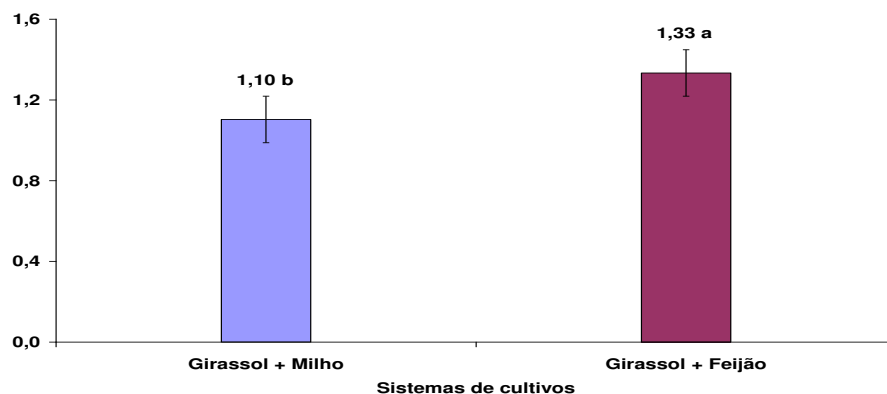
Essas informações são semelhantes às de Priya et al. (2009), que estudando o consórcio de girassol com amendoim observaram que houve uma dominância da cultura do girassol. Akram (2004) também observou que a cultura do girassol foi dominante sobre a cultura do Trevo Egípcio.

Pinto et al. (2011), trabalhando com consórcio de mamona com gergelim, constataram ganhos de produção do sistema consorciado, com UET variando de 1,20 a 1,56, aproximando-se dos valores da presente pesquisa.

Estes resultados indicam que os arranjos utilizados promovem maior viabilidade econômica para agricultura familiar local. Resultados semelhantes também foram observados por Azevedo et al. (2007) e Oliveira Filho et al. (2016), que obtiveram eficiência no uso da terra satisfatório, superior a 1, no consórcio entre mamoneira e feijão-caupi e, com os maiores índices obtidos com as maiores populações da oleaginosa.

Resultados diferentes foram encontrados por Muhammad et al. (2007) que estudando o consórcio de girassol com canola, observaram valores inferiores de UET que chegaram a 0,95.

Para Souza et al. (2011), estudos devem ser realizados para analisar a eficiência dos cultivos consorciados, visando ao conhecimento da viabilidade dos mesmos para as diversas condições ambientais.



**Figura 19.** Uso e eficiência do uso da terra (UET) por planta do girassol Hélio 253 em função dos sistemas de cultivos em consorcio com milho e com feijão. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).

### 5.10 Eficiência do uso da água (EUA)

A eficiência do uso da água pelas plantas de girassol mostrou efeito significativo para a interação entre os sistemas de cultivo. (Tabela 7). Os desdobramentos dos sistemas de cultivos dentro dos níveis de irrigação apresentaram efeito significativo.

Observa-se que a EUA, ajustou-se ao modelo quadrático, na qual a mesma foi crescente até os níveis de água disponível do solo (ADS) de 93, 90 e 92%, declinando com o aumento da lâmina, proporcionando as máximas eficiências do uso da água, com valores de 1,73; 1,44 e 1,39 g L<sup>-1</sup> por parcela para o girassol solteiro, girassol consorciado com feijão e girassol consorciado com milho (Figura 20).

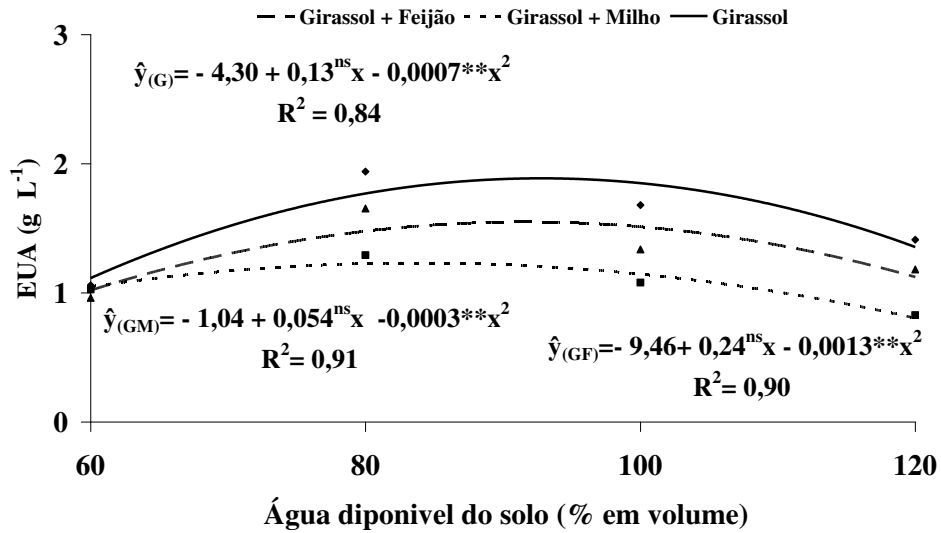
Verifica-se que a eficiência do uso da água seguiu a mesma tendência da produção de grãos, o que significa que o aumento do conteúdo de água do solo, após o teor que proporciona a máxima eficiência do uso da água, amplia excessivamente a competição intraespecífica ocasionando a diminuição do peso de grãos entre as culturas, podendo esse decréscimo ser atribuído também à redução da taxa fotossintética em função da diminuição da aeração do solo e a redução na produtividade de aquênios nas condições experimentais.

Corroborando com estes resultados, Duarte et al. (2012), observaram redução na EUA com aplicação de maiores lâminas de irrigação, quando irrigaram com suspensão hídrica a cultivar Catissol 01. Resultados semelhantes também foram observados por Andrade Júnior et al., (2002) em estudo realizado com feijão em sistema solteiro e consorciado sob quatro diferentes lâminas de irrigação, obtiveram a redução da EUA com as maiores lâminas.

Trabalhos realizados por Campos et al. (2015) afirmam que a cultura do girassol apresenta baixa eficiência do uso da água, uma vez que, cada litro de água consumido produz menos de dois gramas de matéria seca. A eficiência do uso da água (EUA) está relacionada à economia de água, ao uso altamente eficiente da água pela planta e à tolerância ao estresse hídrico (MEI et al., 2013).

A eficiência do uso da água é de grande importância para a sobrevivência das plantas em condições de baixa disponibilidade hídrica. A absorção contínua de água é essencial ao crescimento e desenvolvimento vegetal, pois a maioria das plantas, em clima tropical, pode chegar a perder mais do que seu próprio peso em água, por

dia (PIMENTEL, 2004). A utilização da eficiência do uso de água (EUA) é uma das formas de se analisar a resposta à produção comercial de grãos com a quantidade de água aplicada (PUPPALA et al., 2005).



**Figura 20.** Eficiência do uso da água em função dos níveis de água do solo e sistemas de cultivos.

## 6. CONCLUSÕES

- 1- Para as condições estudadas, o aumento do conteúdo de água disponível do solo proporcionou incremento no crescimento e produção do girassol;
- 2- O crescimento e a produção do girassol foram superiores no sistema solteiro em comparação ao consórcio com milho e o feijão;
- 3- A Eficiência do Uso da Terra avaliada pelo índice Uso Eficiente da Terra foi superior a 1,0, independentemente do arranjo utilizado, mostrando a viabilidade do consórcio para agricultura familiar local;
- 4- O sistema solteiro proporcionou maior eficiência do uso da água em comparação aos sistemas consorciados com milho e feijão.

## REFERÊNCIAS

- ACOSTA, J. F. **Consumo hídrico da cultura do girassol irrigada na região da chapada do Apodi - RN.** 2009. 56 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande, 2009.
- AKRAM, H. M. **Feasibility of Relay Cropping Berseem with Autumn Planted Sunflower.** International Journal of Agriculture and Biology Faisalabad, v. 6, n. 2, p. 281-283, 2004. ,
- ALBUQUERQUE, P.E.P. **Estratégia de manejo de irrigação: exemplos de cálculos.** Sete Lagoas, Embrapa. Circular Técnica 136. 25p., 2010.
- ALVES, J. M. A. et al. **Avaliação agroeconômica da produção de cultivares de feijão caupi em consórcio com cultivares de mandioca em Roraima.** Revista Agroambiente On-line: Boa Vista, v. 3, n. 1, p. 15-30, 2009.
- AMORIM, E. P. et al. **Divergência genética em genótipos de girassol.** Ciência e Agrotecnologia, Lavras, v. 31, n. 6, p. 1637-1644, 2007.
- AMORIM, E. P. et al. **Correlações e análise de trilha em girassol.** Revista Bragantia, Campinas, v. 67, n. 2, p. 307-316, 2008.
- ANDRADE JÚNIOR, A. S. et al. **Níveis de irrigação na cultura do feijão caupi.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 6, p. 17-20, 2002.
- APOLARI, J. P. **Sistema de produção orgânico de milho (Zea Mays L.), feijão (Phaseolus vulgaris L.) e mandioca (Manihot esculenta CRANTZ), consorciado com soqueira de cana de açúcar.** 2009. 83 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) – Universidade Federal de São Carlos, Araras, 2009.
- AZEVEDO, D. M. P. et al. **Rendimento e eficiência agrônômica do consórcio da mamoneira com cereais e feijão caupi no semiárido nordestino.** Revista Brasileira de Fibros: Campina Grande, v. 11, n. 3, p. 154-162, 2007.
- AZEVEDO, J. H. O; BEZERRA, F. M. L. **Resposta de dois cultivares de bananeira a diferentes lâminas de irrigação.** Revista Ciência Agronômica: Fortaleza, v. 39, n. 01, p. 28-33, 2008.
- AZEVEDO, B. M. et al. **Production and yield response factor of sunflower under different irrigation depths.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental Campina Grande: v. 20, n. 05, p. 427-433, 2016.
- BALASTREIRE, L. A. **Máquinas agrícolas.** São Paulo: Editora Manole, 1987. 310p.

BARBOSA, M. A. **Comportamento vegetativo e produtivo de genótipos de girassol sob reposição de água e adubação organomineral.** 2013, 60 f. Monografia (Graduação em Ciências Agrárias) - Universidade Estadual da Paraíba, Catolé do Rocha, 2013.

BARNI, N. A. **Modelos de crescimento, desenvolvimento e rendimento do girassol em função da radiação solar, temperatura e disponibilidade hídrica.** 1994. 249 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1994.

BAYU, W. et al. **Intercropping Tef and Sunflower in semi-arid áreas of Welo, Ethiopia.** Tropical Science, v. 47, p. 16-21, 2007.

BELTRÃO, N. E. M. **Comparação entre indicadores agroecômicos de avaliação de agroecossistemas consorciados e solteiros envolvendo algodão "upland" e feijão "caupi".** Campina Grande: EMBRAPA-CNPA, 1984. 21p. (Boletim de Pesquisa, 15).

BELTRÃO, N. E. M. et al. **Época relativa de plantio no consórcio mamona e gergelim.** Revista Verde de Agricultura e Desenvolvimento Sustentável de Agricultura Alternativa, Mossoró: v. 5, n.4, p.222-227, 2010.

BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de Irrigação.** 8. ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2009.

BEZERRA NETO, F. et al. Desempenho agroecômico do consórcio cenoura x alface lisa em dois sistemas de cultivo em faixa. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 4, p. 635-641, 2003.

BEZERRA, M. A. F. et al. **Cultivo do feijão-caupi em Latossolos sob o efeito residual da adubação fosfatada.** Revista Caatinga: Mossoró, v. 27, n. 1, p. 109-115, 2014.

BILIBIO, C. et al. **Desenvolvimento vegetativo e produtivo da berinjela submetida a diferentes tensões de água do solo.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental: Campina Grande, v. 14, n. 7, p. 730-735, 2010.

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

BLAISE, D.; BONDE, A.; CHAUDHADY, R. **Nutrient uptake and balance of cotton plus pigeon pea strip intercropping on rainfed vertisols of central India.** Nutrient Cycling Agroecosystems, v. 73, p. 135-145, 2005.

BONA, et. al. **Response of sunflower to progressive water stress.** In: INTERNATIONAL SUNFLOWER CONFERENCE, v.1, p. 58-63, 2000.



BOYER, J. S. **Leaf enlargement and metabolic rates in corn, soybean, and sunflower at various leaf water potentials.** Plant Physiology, Illinois, v. 46, n. 2, p. 233-235, 1970.

BRAGACHINI, M.; A.; MÉNDEZ, A. **Eficiência da cosecha de girassol.** In: DÍAZ-ZORITA, M.; DUARTE, G. A., eds. Manual práctico para el cultivo de girassol. Buenos Aires: Hemisférico Sur, 2002.

CÂMARA, G. M. S. Girassol: Tecnologia da Produção, **In: LPV 506: Plantas Oleaginosas. Piracicaba:** ESALQ, Departamento de Produção Vegetal, 2003.

CAMPOS, V.B.; CHAVES, L.H.G.; GUEDES FILHO, D.H.; SANTOS JÚNIOR, J.A. **Reposição da água de irrigação na cultura do girassol.** Embrapa 122/v-2000. In: FERTIBIO, 2010, Viçosa. *Anais...* Viçosa: SBCS, 2010.

CARNEIRO, H. Comida e Sociedade: **Uma história da Alimentação.** Rio de Janeiro: Campus, 2003.

CARVALHO, L. O. **Cultura da mamoneira.** Campinas: CATI, 1988. 3p. (Comunicado Técnico, 73).

CARVALHO, M. P. et al. **Silício melhora produção qualidade do girassol ornamental em vaso.** Ciência Rural: Santa Maria, v. 39, n. 8, p. 2394-2399, 2009.

CARVALHO, M. A. **Girassol:** proposta de preço mínimo safra 2006/2007. Brasília: Conab, 2006. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conabweb/download/preços-mínimos-safra2006/2007>>. Acesso em: 02 jul. 2016.

CARVALHO, D. R. et al. **Comparação de métodos para estimativa da área foliar do *Myrciaria tenella* O. Berg.** Revista Agropecuária Científica no Semi-Árido: Patos, v. 8, n.4, p.01-06, 2012.

CASTIGLIONI, V. B. R. **Cultivo do girassol.** Circular Técnica: Embrapa - CNPSo, n.13, 1992, 4p.

CASTIGLIONI, V. B. R. et al. **Fases de desenvolvimento da planta do girassol.** Documentos, EMBRAPA: CNPSo. n. 58, p. 1994, 24p.

CASTRO, C. et al. **A cultura do girassol.** Documentos, Embrapa: CNPSo, n. 13, 1997. 36p.

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

CASTRO, C. et al. **Boro e estresse hídrico na produção de girassol.** Ciência e Agrotecnologia: Lavras, v. 30, n. 2, p. 214-220, 2006.

CASTRO, A. M. G; LIMA, S. M. V; SILVA, J. F. V. **Complexo Agroindustrial de Biodiesel no Brasil: Competitividade das Cadeias Produtivas de Matérias Primas.** Brasília: Embrapa Agroenergia, 2010.

CAVASIN JÚNIOR, C. P. **A cultura do girassol.** Guaíba: Agropecuária, 2001. 69p.

CECÍLIO FILHO, A. B.; MAY, A. **Produtividade das culturas de alface e rabanete e função da época de estabelecimento do consórcio.** Horticultura Brasileira, Brasília, v. 20, p. 501-501, 2002.

CECCON, G. et al. Milho safrinha solteiro e consorciado com populações de braquiária em semeadura tardia. **In: Seminário Nacional Milho Safrinha**, 12, 2013. 1 CD-ROM.

CHOLAKY, L.; GIAYETTO, O.; NEUMANN, E.C. Épocas de siembra: efectos sobre el desarrollo, morfología, componentes del rendimiento y producción de girasoles de ciclos diferenciados. **In: Conferência internacional de girassol**, 11, 1985, Mar Del Plata. Actas: Mar Del Plata: ASAGIR/ISA, p.155-160, 1985.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Série histórica.** Brasília: CONAB, 2009. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 20 out. 2015.

CONAB – COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Conjuntura Mensal: Novembro de 2010.** Brasília, 2010. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/10-12-13-11-01-39-girassolnovembro2010.pdf>>. Acesso em: 02 jun. 2016.

CONAB – COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO . **Girassol.** Acompanhamento de safra. Conjuntura mensal, novembro de 2016. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 02 dez. 2016.

DARVISHZADEH, R.; MALEKI, H.; SARRAFI, A. **Path analysis of the relationships between yield and some related traits in diallel population of sunflower (*Helianthus annuus*L.) under well-watered and water-stressed conditions.** Australian Journal of Crop Science: Sydney, v. 5, n. 6, p. 647 – 680, 2010.

DEVIDE, A. C. P. et al. **Produtividade de raízes de mandioca consorciada com milho e caupi em sistema orgânico.** Bragantina: Campinas, v. 68, n. 1, p. 145-153, 2009.

DUTRA, C.C. et al. **Desenvolvimento de plantas de girassol sob diferentes condições de fornecimento de água.** Semina: Londrina, v. 7, n. 1, p. 2657-2668, 2012.

DUARTE, J. M. L. et al. **Eficiência no uso da água na produção de óleo de girassol (*Helianthus annuus* L.), sob suspensão hídrica.** Revista Brasileira de Agricultura Irrigada: Fortaleza, v. 6, n. 3, p. 166-175, 2012.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Soja (Londrina, PR). Resultados de pesquisa de girassol-1983. In: LEITE, R.M.V.B.C. Doenças do girassol. **Circular Técnica**, EMBRAPA-CNPSO, n. 19, 1997. 68p.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Embrapa Ajuda Alto Sertão a produzir girassol com alta produtividade**. 2010. Disponível em: <<http://www.cpatc.embrapa.br/index.php.idpagina>>. Acesso em: 02 jan. 2016.

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Tecnologia de produção – Girassol**. 2013. Disponível em: <<http://www.cnpso.embrapa.br/producaogirassol>>. Acesso em: 10 dez. 2013.

FANCELLI, A. L. **Fisiologia, nutrição e adubação do milho para alto rendimento**. Piracicaba: São Paulo, 2003.

FLECH, R.D. Efeitos temporais e espaciais no consórcio intercalar de milho e feijão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 1, p. 51-56, 2002.

FLOSS, E.L. **Fisiologia das Plantas Cultivadas: O Estudo do que está por trás do que se vê**. 3. ed. Passo Fundo: UPF, p. 225-477, 2006.

FRANCELLI, A. L.; DOURADO-NETO, D. Feijão: Ecofisiologia e fenologia. In: FRANCELLI, A. L.; DOURADO-NETO, D. (Org.). **Tecnologia da Produção do Feijão Irrigado**. 1. ed. Piracicaba: São Paulo, 1997.

FREITAS, C. A. S. et al. **Crescimento da cultura do girassol irrigado com diferentes tipos de água e adubação nitrogenada**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental: Campina Grande, v. 6, n. 19, p. 1031-1039, 2012.

GARCIA, F. C. H.; BEZERRA, F. M. L.; FREITAS, C. A. S. **Níveis de irrigação no comportamento produtivo do mamoeiro Formosa na Chapada do Apodi: CE**. Revista Ciência Agronômica, Fortaleza, v. 38, n. 2, p. 136-141, 2007.

GAZZOLA, et. al. **A Cultura do Girassol**. Piracicaba: São Paulo, 2012.

GOMES, E. P. et al. **Desenvolvimento e produtividade do girassol sob lâminas de irrigação em semeadura direta na região do arenito caiué, estado do Paraná**. Irriga, Botucatu, v. 15, n. 4, p. 373-385, 2010.

GOMES, E. P. et al. **Produtividade de grãos, óleo e massa seca de girassol sob diferentes lâminas de irrigação suplementar**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental: Campina Grande, v. 16, n. 3, p. 237-246, 2012.

GONÇALVES, L. C.; TOMICH, T. R. Utilização do girassol como silagem para alimentação bovina. In: **Reunião nacional de pesquisa de girassol, 13; simpósio nacional sobre a cultura do girassol**, 1, 1999, Itumbiara. *Anais...* Itumbiara: Embrapa, 1999. p.21-30.

GUEDES FILHO, D.H. **Comportamento do Girassol submetido a doses de Nitrogênio e de Água Disponível**. 2013. 74 f. Dissertação (Mestrado em

Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2013.

HARRIS, H. C.; Mc WILLIAN, J. R.; MASON, W. K. Influence of temperature on oil content and composition of sunflower seed. **Australian Journal of Agriculture Research**, v. 29, n. 4, p. 1203-1212, 1978.

IBGE- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. 2010. **Pesquisa Agrícola Municipal – PAM.** Disponível em: <[www.sidra.ibge.gov.br/bda/PAM](http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/PAM)>. Acesso em: 05 nov. 2015.

KHAKWANI, A. A. et al. **Studies on sugarcane-sunflower at different geometrical patterns and NPK levels during autumn planting.** Pakistan Journal of Biological Sciences, v. 4, n. 10, p. 1209-1211, 2001.

KISI, O. **Evapotranspiration modeling using a wavelet regression model.** Irrigation Science: v. 29, n. 3, p. 241-252, 2010.

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

LEITE, R. M. V. B. C.; CARVALHO, C. G. P. Avaliação da resistência de genótipos de girassol à mancha de *Alternaria* (*Alternaria helianthi*) em condições de campo. In: **reunião nacional de pesquisa de girassol, 16.; simpósio nacional sobre a cultura do girassol, 4.,** 2005, Londrina. *Anais...* Londrina: EMBRAPA Soja, 2005. p. 08-110.

LEITE, R. M. V. B. C. et al. **Indicações para o cultivo de girassol nos Estados do Rio Grande do Sul.** Santa Catarina, Paraná, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Goiás e Roraima. Londrina: Embrapa Soja, Circular Técnico, v. 78, 2007. 4p.

LIEBMAN, M. **Sistemas de policultivos.** In: ALTIERI, M. Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável. 3. ed. Rio de Janeiro: Expressão Popular, 2012.

LIMA, M. E. et al. **Desempenho do cultivo da berinjela em plantio direto submetida a diferentes lâminas de irrigação.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 16, n. 6, p. 604-610, 2012.

LIRA, M. A. et al. Avaliação das potencialidades da cultura do girassol como alternativa de cultivo do semiárido nordestino. **Documentos**, n. 40, 2011, 43p.

LOBO, T. F.; GRASSI FILHO, H. **Níveis de lodo de esgoto na produtividade do girassol.** Revista de La Ciencia Del Suelo y Nutrición Vegetal, Temuco, v. 7, n. 3, p. 16-25, 2007.

LOBO, T. F.; FILHO, L. G.; COELHO, H. A. **Efeito da adubação nitrogenada na produtividade do girassol.** Científica, Jaboticabal, v. 40, n. 1, p. 59-68, 2012.

LOPES, P. V. L. et al. Produtividade de genótipos de girassol em diferentes épocas de semeadura no oeste da Bahia. **Comunicado Técnico**, Embrapa Clima Temperado, n. 208, 2009. 4p.

MACHADO, R. **Sistema de produção orgânico para a soca da cultura da cana de açúcar consorciado com milho, feijão e mandioca**. 2008. 103 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) - Universidade Federal de São Carlos, Araras, 2008.

MACIEL, A. D. et al. **Comportamento do feijoeiro em cultivo consorciado com milho em sistema de plantio direto**. Acta Scientiarum. Maringá, v. 26, n. 3, p. 273-278, 2004.

MAIA JÚNIOR, S. O. et al. **Crescimento, desenvolvimento e produção de três cultivares de girassol sob diferentes regimes hídricos**. Revista de Ciências Agrárias: Amazônia, v. 59, n. 2, p. 124-131, 2016.

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

MANTOVANI, E. C.; BERNARDO, S.; PALARETTI, L.F. **Irrigação: princípios e métodos**. 2. ed. Viçosa: UFV, 2009.

MASSIGNAM, A. M., ANGELOCCI, L. R. **Determinação da temperatura-base e de graus-dia na estimativa da duração dos subperíodos de desenvolvimento de três cultivares de girassol**. Revista Brasileira de Agrometeorologi: Santa Maria, v. 1, n. 1, p. 71-79, 1993.

MATTOS, P.L.P. et al. **Consortiação da mandioca plantada em fileiras duplas e simples com culturas de ciclo curto. II. Mandioca x caupi x milho**. Revista Brasileira de Mandioca: Cruz das Almas, v.18, n.1, p.31-35, 2005.

MEDEIROS, J. F. et al. **Crescimento e acúmulo de N, P, e K pelo meloeiro irrigado com água salina**. Horticultura Brasileira: Brasília, v. 26, n. 4, p. 452-457, 2008.

MEI, X. R. et al. **Improving water use efficiency of wheat crop varieties in the North China Plain: Review and Analysis**. Journal of Integrative Agriculture: v. 12, n. 7, p. 101-108, 2013.

MELLO, R. et al. Características fenológicas. In: **MOTA, F.S. Meteorologia agrícola**. Nobel: São Paulo, 2006.

MENEZES, V. M. M.; OLIVEIRA, I. R.; CARVALHO, H. W. L.; RODRIGUES, C. S.; CARVALHO, L. M. DE; CASTRO, C. R.; CARVALHO, C. G. P. DE. Potencial produtivo do girassol consorciado com feijão no semiárido baiano. In: **19ª reunião nacional de pesquisa de girassol/ 7º simpósio nacional sobre a cultura do girassol**. Anais... Aracaju. 2011. CD-ROM.

MONTEZANO, E. M.; PEIL, R. M. N. **Sistema de consórcio na produção de hortaliças**. Revista Brasileira de Agrociência: Pelotas, v.12, n.2, p.129-132, 2006.

MORAIS, N. B. et al. **Resposta de plantas de melancia cultivada sob diferentes níveis de água e de nitrogênio**. Revista Ciência Agronômica, Fortaleza, v. 39, n. 03, p. 369-377, 2008.

MOTA, F. S. **Meteorologia Agrícola**. São Paulo: Nobel, 1983.

MUHAMMAD, A. H. et al. **Agro-economics study on canola intercropping with sunflower**. Journal Agricultural Research: Pakistan, n. 45, p. 81-85. 2007.

NEZAMI, A. et al. KHAZAEI, H. R.; BOROUMAND, REZAZADEH, Z.; HOSSEINI, A. Effects of drought stress and defoliation on sunflower (*Helianthus annuus* L.) **In: controlled conditions**. Desert: v. 1, p. 99-104, 2008.

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

NIQUEUX, M. Choic de varietes d'Arachides au Tchad III. Essais de culture associee d'arachides er de dorghos au Tchad. **L'Agronomie Tropicale**, v. 14, p. 501-502, 1959.

OLIVEIRA, A. S. et al. **Design and uncertainty analysis of a weighing system for continuous measurement of crop evapotranspiration**. Revista Brasileira de Agricultura Irrigada: Fortaleza, v. 5, n. 3, p. 202-213, 2011.

OLIVEIRA, J. T. L. et al. **Fitomassa de girassol cultivado sob adubação nitrogenada e níveis de água disponível do solo**. Revista Brasileira de Agricultura Irrigada: Fortaleza, v. 6, n. 1, p. 23-32, 2012.

OLIVEIRA FILHO, A. F. et al. **Eficiência agrônômica e biológica nos consórcios da mamoneira com feijão caupi ou milho**. Revista Ciência Agronômica: Fortaleza, v. 47, n. 4, p. 729-736, 2016.

LOWE, V. I. O.; AJAYI, J. A. E.; OGUNBAYO, A. S. Potential of intercropping soybeans (*Glycine max* (L.) Merrill) and cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp) with sunflower (*Helianthus annuus* L.) in the transition zone of south west Nigéria. **Tropical Agricultural Research e Extension**, n. 9, p. 91-102, 2006.

LOWE, V. I. O.; ADEYEMO, A. Y. **Enhanced crop productivity and compatibility through intrcropping of sesame and sunflower varieties**. Annals of Applied Biology, v. 155, n. 2, p. 285-291, 2009.

PAIVA SOBRINHO, S.; TIEPPO, R.C.; SILVA, T. J. A. **Desenvolvimento inicial de plantas de girassol em condições de estresse hídrico**. Enciclopédia Biosfera: Goiânia, v. 7, n. 12, p. 1-12, 2011.

PEREIRA, A. R. et al. **Problemas operacionais com lisímetros de pesagem durante a estação chuvosa e em dias secos com rajadas de vento.** Revista Brasileira de Agrometeorologia: Santa Maria, v. 10, n. 1, p. 51-56, 2002.

PEREIRA, V. C.; AMABILE, R. F.; CARVALHO, C. G. P.; BARBOSA, F. S.; RIBEIRO JÚNIOR, W. Q. Girassol em safrinha no Cerrado do Distrito Federal: desempenho de genótipos em 2006. **In: Simpósio nacional cerrado, 9.; simpósio internacional savanas tropicais, 2.,** 2008, Brasília. Desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócio e recursos naturais: *Anais...* Planaltina: Embrapa Cerrados. 2008.

PIMENTEL, C. **A relação da planta com a água.** Rio de Janeiro: Seropédica, 2004.

PINAZZA, A. H.; STOLF, R.; MACEDO, N. **Avaliação econômica de sistemas de consórcio intercalar cana de açúcar/ milho.** Piracicaba: STAB, v. 12, p. 11-14, 1994.

PINTO, C. M. et al. **Produtividade e índices de competição da mamona consorciada com gergelim, algodão, milho e feijão caupi.** Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável: Mossoró, v. 6, n. 2, p. 75-85, 2011.

PINTO, C. M. et al. **Configuração de fileira no consórcio mamona x girassol: Produtividade e seus componentes.** Revista Brasileira de Ciências Agrárias, Recife, v. 8, n. 1, p. 33-41, 2013.

PORTO, W. S.; CARVALHO, C. G. P.; PINTO, R. J. B. Adaptabilidade e estabilidade como critérios para seleção de genótipos de girassol. **Pesquisa Agropecuária Brasileira,** Brasília, v. 42, n. 4, p. 491-499, 2007.

PORTES, T. A. Aspectos ecofisiológicos do consórcio milho e feijão. **Informe Agropecuário,** Balo Horizonte, v. 10, n. 118, p. 30-34, 1996.

PRADO, R. M.; LEAL, R. M. Desordens nutricionais por deficiência em Girassol var. Catissol- 01. **Pesquisa Agropecuária Tropical,** Goiânia, v. 36, n. 3, p. 187-193, 2006.

PRIYA, R. S. et al. **Influence of NPK fertilization on productivity and oil yield of groundnut (*Arachis hypogaea*) and sunflower (*Heliantus annuus*) system under irrigated condition.** International Journal of Agricultural Research: n. 4, v. 2, p. 97-106, 2009.

PUPPALA, N. et al. **Evapotranspiration, yield, and water use efficiency responses of Lesquerella fendleri at different growth stages.** Industrial Crops and Products: v. 21, p. 33-47, 2005.

QUEIROGA, F. M. **Resposta da cultura do girassol a doses de potássio, magnésio, boro, zinco, cobre e a fontes de nitrogênio.** 2011. 69 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró, 2011.

REZENDE, B. L. A. et al. **Consórcios de alface crespa e pepino em função da população do pepino e época de cultivo**. Interciência: Caracas, v. 35, n. 5, p. 374-379, 2010.

RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. H. (Eds). **Comissão de Fertilidade do Solo do estado de Minas Gerais**. Viçosa, 1999.

RODRIGUES, C. S.; OLIVEIRA, I. R.; CARVALHO, H. W. L.; CARVALHO, L. M.; CASTRO, C. R.; MENEZES, V. M. M. CARVALHO, C. G. P. Consórcio do girassol com milho e feijão no agreste sergipano. In: **19ª Reunião nacional de pesquisa de girassol**. SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE A CULTURA DO GIRASSOL. *Anais...* Aracaju, 2011.

ROSALES, E. J. M.; MORA, O. F. Biomass, yield and land equivalent ratio of *Helianthus annuus* L. In: **sole crop and intercropped with *phaseolus vulgaris* L. in high valleys of mexico**. Tropical and Subtropical Agroecosystems: v. 10, n. 3, p. 431-439, 2009.

ROSSI, R. O. **Girassol**. Curitiba: Tecnoagro, 1998.

SÁ, N. S. A. Características da Irrigação por Gotejamento. In: **Portal dia de campo**. Disponível em: <<http://www.diadecampo.com.br>>. Acesso em: 09 out. 2014.

SALEEM, R.; FAROOQ, M.U.; AHMED, R. **Bio-economic assessment of different based intercropping systems at different geometric configurations**. Pakistan Journal of Biological Sciences: v. 6, n. 13, p. 1187-1190, 2003.

SANGOI, L.; SHIMITT, A.; ZANIN, C. G. **Área foliar e rendimento de grãos de híbridos de milho em diferentes populações de plantas**. Revista Brasileira de Milho e Sorgo: Sete Lagoas, v. 6, n. 3, p. 263-271, 1993.

SANTANA, D.C. **A origem e a importância do cultivo do girassol**. 2008. Disponível em: <<http://www.agricolaepecuaria.com.br/2008/10/origem-e-importancia-do-cultivodogirassol>>. Acesso: 11 jun. 2016.

SANTOS, J. P. V dos. **Produtividade do milho pipoca e do feijão carioquinha consorciados sob adubação orgânica e mineral em diferentes espaçamentos**. 2008. 54 f. Dissertação (Mestrado em Manejo e Conservação de Solo e Água) - Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2008.

SANTOS, A.R. et al. **Desempenho de genótipos de girassol sob irrigação nas condições do semiárido**. Revista Brasileira Saúde Produção Animal: Salvador, v. 12, n. 3, p. 594-606, 2011.

SANTOS, H. G. et al. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3 ed. Rio de Janeiro: Embrapa, 2013.

SCHADER, C.; ZALLER, J.G.; KOPKE, U. **Cotton brasil intercropping: effects on pests, yields and economical parameters in an organic field in Fayoum, Egypt**. Biology Agriculture Horticulture: v. 23, p. 59-72, 2005.



SHARMA, R. D.; AMABILE, R. F. **Nematóides associados ao girassol em áreas de cerrado do Distrito Federal.** Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, Embrapa Cerrados, n. 125, 2004, 13p.

SHAH, N. A.; SHAH, H.; NAKMAL, N. **Sunflower area and production variability in Pakistan: opportunities and constraints.** Helia, v. 28, n. 43, p.165-178, 2005.

SILVA, W. L. C.; MAROUELLI, W. A. **Manejo da irrigação em hortaliças no campo e em ambientes protegidos.** In: FARIA, M. A. (Coord.). Manejo de irrigação. Lavras: FLA/SBEA, 1998.

SILVA, L. D. B.; FOLEGATTI, M. V. Determinação da evapotranspiração do Capim Tanzânia, utilizando um sistema automático de razão de Bowen e lisímetro de pesagem. In: **Congresso brasileiro de agrometeorologia**, 3., 2001, Fortaleza. *Anais...* Fortaleza: UFC, 2001. v. 2. 923p.

SILVA, L. B. et al. Comportamento vegetativo de cultivares de banana sob diferentes lâminas de irrigação. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Brasília, v. 34, n. 2, p. 93-98, 2004.

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

SILVA, L. X.; TILLMANN, E. A. **Discussões analíticas e o girassol como instrumento para o desenvolvimento sustentável:** evidências empíricas para o sul do Brasil. In: Encontro de Economia Gaúcha, 4. Porto Alegre, 2008. Disponível em: <[www.pucrs.br/eventos/eeg/trabalhos/agricultura-sessao5-3.doc](http://www.pucrs.br/eventos/eeg/trabalhos/agricultura-sessao5-3.doc)>. Acesso em: 15 jun. 2015.

SILVA, A. R. A. **Desempenho de cultivares de girassol sob diferentes lâminas de irrigação no Vale do Curu, CE.** 2009. 117 f. Monografia (Graduação em Agronomia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2009.

SILVA, A. G. et al. **Desempenho de híbridos de girassol em espaçamentos reduzidos.** Ciências Agrárias: Londrina, v. 30, p. 31-38, 2009.

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

SILVA, P. F.; SILVA, C. H.; SANTOS, J. C. C.; SANTOS, M. A. L.; SANTOS, D. P. **Avaliação de diferentes lâminas de água na cultura da alface (*Lactuca salita* L.) na região alagoana.** SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CAPTAÇÃO E MANEJO DE ÁGUA DE CHUVA, Campina Grande, 2012.

SILVA, S. et al. **Crescimento do girassol com níveis de reposição hídrica e adubação potássica.** Agropecuária Científica no Semiárido: Patos, v. 10, n. 2, p. 104-110, 2014.

SKORIC, D. **Sunflower breeding for resistance to abiotic stresses**. *Helia*. v. 32, n. 50, p. 1-16, 2009.

SOARES, L. A. A. et al. **Fitomassa e produção do girassol cultivado sob diferentes níveis de reposição hídrica e adubação potássica**. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*: Campina Grande, v. 19, n. 4, p. 336-342, 2015.

SOUZA, L. H. B. et al. **Fenologia, área foliar e massa da matéria seca de girassol em diferentes épocas de semeadura e populações de plantas no recôncavo da Bahia**. *Enciclopédia Biosfera*. Goiânia, v. 7, n. 13, p. 572-585, 2011.

SULLIVAN, P. **Intercropping principles and production practices**. Fayetteville: ATTRA, 2003. Disponível em: <<http://www.attra.org/atrapub/PDF/intercrop.pdf>>. Acesso em: 15 set. 2015.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004.

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.

TÁVORA, F. J. A. F. et al. **Consortiação da mamona com cultivos anuais de ciclo curto**. *Revista Ciência Agrônômica, Fortaleza*, v. 19, n. 2, p. 85-94, 1988.

TECNOLOGIAS DE PRODUÇÃO DE GIRASSOL. Disponível em: <<http://www.cnpso.embrapa.br/producaogirassol/importância.htm>>. Acesso em 20 jan. 2013.

TEIXEIRA, I. R.; MOTA, J. H.; SILVA, A. G. **Consórcio de hortaliças**. *Semina: Ciências Agrárias, Londrina*, v. 26, n. 4, p. 507-514, 2005.

TEIXEIRA, I. R. et al. Arranjo de plantas do feijoeiro comum consorciado com mamona. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 25, p. 85-91, 2012.

THOMAZ, G.L. **Comportamento de cultivares de girassol em função da época de semeadura na região de Ponta Grossa, PR**. 2008. 92 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2008.

UNGARO, M. R. G. **O Girassol no Brasil**. Campinas: Instituto Agrônômico, 1986.

UNGARO, M. R. G. **Cultura do girassol**. Campinas: Instituto Agrônômico. 2000..

USDA - **Departamento de Agricultura dos Estados Unidos**. 2016. Disponível em:<<http://www.cnpp.usda.gov/default.htm>>. Acesso em: 05 dez. 2016.

VALE, E. H. **Comportamento do girassol e feijão caupi consorciados em série de substituição**. *Revista Verde*: Mossoró, v. 6, n. 2, p. 69-74, 2011.

VIANA, M. M. **Inventário do ciclo de vida do biodiesel etílico do óleo de girassol**. São Paulo. 223 f. Trabalho de conclusão de curso (Dissertação) - Mestrado em Engenharia, Universidade de São Paulo - USP, São Paulo, 2008.

VIANA, J. S. et al. **Precocidade de cultivares de soja em sistemas de cultivo com milho em Areia**. Estado da Paraíba. Acta Scientiarum Agronomy: Maringá, v. 31, n. 3, p. 481-488, 2009.

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

VIEIRA, O. V. **Características da cultura do girassol e sua inserção em sistemas de cultivos no Brasil**. Revista Plantio Direto: 88 ed., 2005.

VRÂNCEANU, A. V. **El girassol**. Trad. Espanhola. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 1977.

ZHANG, F.; LI, L, **Using competitive and facilitative interactions in intercropping systems enhances crop productivity and nutrient use efficiency**. Plant Soil, Austrália, v. 248, p. 305-312, 2003.