



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE AGRÁRIAS E EXATAS
CURSO DE LICENCIATURA PLENA EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS**

JOSÉ FÁBIO BEZERRA CAVALCANTE

**AVALIAÇÃO DO CRESCIMENTO VEGETATIVO DE PLANTAS DE GIRASSOL,
FEIJÃO E MILHO EM SISTEMA SOLTEIRO E CONSORCIADO EM DIFERENTES
NÍVEIS DE ÁGUA**

**CATOLÉ DO ROCHA-PB
2014**

JOSÉ FÁBIO BEZERRA CAVALCANTE

**AVALIAÇÃO DO CRESCIMENTO VEGETATIVO DE PLANTAS DE GIRASSOL,
FEIJÃO E MILHO EM SISTEMA SOLTEIRO E CONSORCIADO EM DIFERENTES
NÍVEIS DE ÁGUA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
a Universidade Estadual da Paraíba, em
cumprimento à exigência para obtenção do grau de
Licenciado em Ciências Agrárias

Orientador: Prof. Dr. Evandro Franklin de
Mesquita

CATOLÉ DO ROCHA - PB

2014

É expressamente proibida a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano da dissertação.

C376a Cavalcante, José Fábio Bezerra

Avaliação do crescimento vegetativo de plantas de girassol, feijão e milho em sistema solteiro e consorciado em diferentes níveis de água [manuscrito] : / Jose Fabio Bezerra Cavalcante. - 2014.

41 p. : il.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Agrárias) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Humanas e Agrárias, 2014.

"Orientação: Prof. Dr. Evandro Franklin de Mesquita, Departamento de Agrárias e Exatas".

1. Helianthus Annuus L. 2. Irrigação 3. Sistema de cultivo
I. Título.

21. ed. CDD 631

JOSÉ FÁBIO BEZERRA CAVALCANTE

**AVALIAÇÃO DO CRESCIMENTO VEGETATIVO DE PLANTAS DE GIRASSOL,
FEIJÃO E MILHO EM SISTEMA SOLTEIRO E CONSORCIADO EM DIFERENTES
NÍVEIS DE ÁGUA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Curso de Licenciatura Plena em Ciências
Agrárias da Universidade Estadual da Paraíba,
em cumprimento à exigência para obtenção do
grau de Licenciado em Ciências Agrárias.

Aprovada em: 29/07/2014.

Banca Examinadora



Prof. Dr. Evandro Franklin de Mesquita – CCHA/UEPB

Orientador



Prof. Dra. Kelina Bernardo Silva – CCHA/UEPB

Examinadora



Prof. MSc. Irton Miranda dos Anjos – CCHA/UEPB

Examinador

Católé do Rocha-PB

2014

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus por me fazer acreditar em mim mesmo e não desistir no meio do caminho.

Ao professor coordenador Evandro Franklin de Mesquita, por ter me orientado não apenas no trabalho de conclusão de curso, mas também nas pesquisas realizadas em campo.

A todos os meus professores, pela dedicação durante todo o período do curso.

A minha família por ter sempre me apoiada.

Aos funcionários da UEPB, pelo atendimento quando nos foi necessário.

A todos os meus colegas, não apenas pelos momentos de amizade e apoio, mas por terem contribuído com o meu aprendizado, me auxiliando nos momentos de dificuldade.

Ao CAMPUS IV em si, pois sem esta instituição, esse momento não estaria acontecendo.

RESUMO

Objetivou-se neste experimento avaliar no campo o comportamento do girassol, feijão e milho em sistema solteiro e consorciado em relação aos níveis de reposição de água no solo e arranjos do consórcio entre girassol e plantas alimentícias, que são variedades muito utilizadas na região Nordeste do Brasil, especificamente na microrregião de Catolé do Rocha-PB. Para isto, um experimento foi desenvolvido em condições de campo no Campus IV/UEPB, Catolé do Rocha-PB, adotando o delineamento estatístico em blocos casualizados (DBC) com três repetições, no esquema fatorial 4 x 7, constituído por quatro níveis de água disponível no solo (60%, 80%, 100% e 120%), calculada em função do conteúdo de água presente no solo através de medições feitas por sondas de TDR, Modelo PR2 (Reflectometria no Domínio do Tempo) em três intervalos de profundidade: 0-10; 10-20; 20-30, e sete sistemas de cultivo (T1-girassol; T2-feijão comum; T3-milho; T4-girassol + feijão comum; T5-girassol + milho; T6-feijão comum + girassol; T7-milho + girassol), totalizando 28 tratamentos com três repetições, perfazendo 84 plantas experimentais. Cada parcela teve um comprimento de 5,0 m, espaçamento de 0,7 m entre estas e 0,3 m entre plantas. Nos casos das culturas isoladas, cada parcela foi constituída de quatro fileiras 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 feijão e/ou milho. As variáveis analisadas foram altura da planta, diâmetro caulinar e área foliar de cada cultura. Pelos resultados obtidos, pode-se concluir que o crescimento do girassol não foi afetado pelos sistemas consorciados (Feijão e Milho) em comparação ao cultivo solteiro. O sistema de consorciação entre girassol e o feijão e o milho, adotando o espaçamento entre 0,70 m entre linhas e 0,3 m entre plantas não foi compatível na região semiárida da Paraíba, afetando o crescimento das culturas de subsistência feijão e milho. Por fim, a aplicação da lâmina correspondente entre 60% e 80% do nível de água disponível no solo, para as culturas girassol, feijão e milho durante a fase de crescimento, resultou no máximo crescimento das plantas.

PALAVRAS-CHAVE: *Helianthus Annuus* L. Irrigação, sistema de cultivo.

ABSTRACT

The objective in this experiment in the field evaluate the behavior of the sunflower, beans and corn in single and syndication system in relation to replacement levels of water in the soil and Consortium arrangements between sunflower and food plants, which are heavily used varieties in the northeast of Brazil, specifically in the Northeast region of Brazil-PB. For this, an experiment was developed under field conditions on Campus IV/UEPB Catolé do Rocha-PB, adopting the statistical design in randomized blocks (DBC) with three replications in factorial scheme 4 x 7, consisting of four levels of available water in the soil (60%, 80% .100% and 120%) calculated on the basis of the content of water present in the soil through measurements made by TDR probes, Model PR2 (time Domain Reflectometry) in three depth intervals: 0-10; 10-20; 20-30, and seven cropping systems (T1-sunflower; T2-common bean;T3-corn;T4-sunflower + common bean;T5-sunflower + corn;T6-common bean + sunflower;T7-corn + sunflower), totaling 28 treatments with three repetitions, totaling 84 experimental plants.Each parcel had a length of 5.0 m, 0.7 m spacing between these and 0.3 m between plants. In cases of isolated cultures, each parcel was formed of four rows of each of the cultures. As regards the Consortium, each parcel was formed of four rows of sunflower interspersed with three rows of beans and/or corn. The analyzed variables were plant height, stem diameter, and leaf area of each culture. The results obtained, it can be concluded that the growth of sunflower was not affected by syndication systems (beans and maize) in comparison to single crops.The intercropping system between sunflower and beans and corn, adopting the spacing between 0.70 m between rows and 0.3 m between plants was not compatible in semi-arid region of Paraíba, affecting the growth of subsistence crops beans and corn. Finally, the application of corresponding blade between 60% and 80% of the level of available water in the soil, to the sunflower, beans and corn crops during the growth phase, resulted in the maximum plant growth.

KEYWORDS: *Helianthus Annuus* L. Irrigation, Cultivation system.

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Características físicas e químicas do NEOSSOLO FÚLVICO EUTRÓFICO utilizado no experimento.....	18
TABELA 2 -Características agronômicas dos genótipos estudados.....	20
TABELA 3 - Resumo das análises de variância referente à variável Altura da Planta (AP), Diâmetro caulinar (DC) e Área foliar (AF) das culturas: Girassol, Feijão e milho, quando submetidos ao consorciação e níveis de água no solo.....	25

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Altura da planta do girassol Hélio 253 cultivados no solteiro (---), consorciado com feijão (- - -) e consorciado com milho (.....), em função dos níveis de água no solo, avaliados aos 40 (A) e 60 (B) DAS.....	27
FIGURA 2 – Diâmetro caulinar do girassol Hélio 253 cultivados no solteiro (---), consorciado com feijão (- - -) e consorciado com milho (.....), em função dos níveis de água no solo, avaliados aos 40 (A) e 60 (B) DAS.....	28
FIGURA 3 – Área foliar por planta do girassol Hélio 253 cultivados no solteiro (---), consorciado com feijão (- - -) e consorciado com milho (...), em função dos níveis de água no solo, avaliados aos 40 (A) e 60 (B) DAS.....	30
FIGURA 4 – Altura da planta do feijoeiro cultivada no sistema solteiro (___), consorciado com girassol (- - -) em função dos níveis de água no solo.....	31
FIGURA 5 - Diâmetro caulinar do feijoeiro cultivado no sistema solteiro (___), consorciado com girassol (- - -) em função dos níveis de água no solo.....	32
FIGURA 6 – Área Foliar do feijoeiro cultivado no sistema solteiro (___), consorciado com girassol (- - -) em função dos níveis de água no solo.....	33
FIGURA 7 – Altura da cultura do milho cultivado em sistema solteiro (___), consorciado com girassol (- - -) em função dos níveis de água no solo.....	34
FIGURA 8 – Diâmetro caulinar do milho cultivado em sistema solteiro (___), consorciado com girassol (- - -) em função dos níveis de água no solo.....	35
FIGURA 9 - Área foliar do milho cultivado em sistema solteiro (___), consorciado com girassol (- - -) em função dos níveis de água no solo.....	36

SUMÁRIO

RESUMO.....	IV
ABSTRACT.....	V
LISTA DE TABELAS.....	VI
LISTA DE FIGURAS.....	VII
1. INTRODUÇÃO.....	9
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	11
2. 1. Exigências Edafoclimáticas.....	11
2. 1. 1. Temperatura.....	11
2. 1. 2. Disponibilidade hídrica.....	12
2. 1. 3. Irrigação por Gotejamento.....	13
2. 2. Consórcio de Culturas.....	14
3. MATERIAL E MÉTODO.....	16
3. 1. Local do Experimento.....	16
3. 2. Variedades.....	18
3. 2. 1. Feijão Caupi.....	19
3. 2. 2. Milho.....	19
3. 3. Instalação e Condução dos Experimentos.....	19
3. 4. Variáveis Analisadas.....	21
3. 4. 1. Altura das Plantas.....	21
3. 4. 2. Diâmetro do Caule das Plantas.....	21
3. 4. 3. Área Foliar das Plantas.....	22
4. RESULTADOS E DISCUÇÕES.....	23
4. 1. Crescimento Vegetativo.....	25
4. 1. 1. Altura da Planta de Girassol.....	25
4. 1. 2. Comprimento do Ramo Principal do Feijão-caupi.....	30
4. 1. 3. Altura da planta de Milho.....	32
5. CONCLUSÕES.....	36
6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	37

1. INTRODUÇÃO

O sistema de consórcio não é atividade recente, entre pesquisadores e produtores que sempre se preocuparam com esta prática de cultivo, com a qual se pode evitar a exploração de novas áreas, proporcionar aumento da produção de alimentos por área, diminuir os riscos de perdas totais, aproveitar melhor a área e mão-de-obra familiar e dar aos produtores uma fonte de renda alternativa com inclusão do girassol devido a sua ampla utilidade, tanto da parte vegetativa como das sementes. Com isso, a baixa sensibilidade foto periódica 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, inclusive na microrregião de Catolé do Rocha-PB.

Na atualidade, devido às adversidades edafoclimáticas na região semiárida, principalmente a estiagem prolongada e a irregularidades das chuvas têm incentivado os agricultores familiares adotarem a prática do consórcio, por que esta prática gera altos rendimentos com baixos custos de produção. Neste contexto, o consórcio de culturas alimentícias com plantas oleaginosas, por exemplo, o girassol, pode transformar-se 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.

O manejo adequado é de grande importância para que o sistema de consórcio garanta elevados rendimentos aos produtores. Trabalhos a respeito do manejo do consórcio de feijão (*Vigna Unguiculata* L. Walp), milho (*Zea Mays*) e girassol são incipientes, necessitando de trabalhos que justifiquem a adição da prática, haja vista o girassol ser uma cultura de múltiplas utilidades: industrialização de óleo para consumo humano, ração para alimentação animal e recentemente com a introdução do biodiesel pelo governo federal são sementes que produzem óleo de excelente qualidade para a produção de biodiesel. Como também a produção de girassol ainda influencia positivamente na rentabilidade das culturas subsequentes, agindo como reciclador de nutrientes, tendo efeito alelopático às plantas invasoras e melhorando as características físicas do solo (UNGARO, 2000).

A capacidade produtiva das culturas, em geral, depende do regime pluviométrico e de umidade do solo. Nesse sentido, a baixa pluviosidade no município proposto, é inferior a 800 mm anuais, associada a constante irregularidade das chuvas são os fatores mais limitantes à obtenção de produtividades com viabilidade econômica das culturas em geral, inclusive do

girassol, feijão e milho. Essa situação indica que o sistema produtivo das regiões semiáridas, como a do Alto Sertão paraibano, particularmente de Catolé do Rocha-PB, é seguramente dependente da irrigação.

Outra séria inconveniência é a diminuição volumétrica dos mananciais de superfície e subterrâneos, em função dos insuficientes e mal distribuídos índices pluviométricos, elevadas temperatura do ar e do solo resultando em evaporação média de 9,41 mm dia no período da estiagem (SIC, 2013).

Esse quadro caracteriza o principal problema da agricultura não irrigada e irrigada no semiárido paraibano, particularmente na microrregião de Catolé do Rocha - PB. Uma das alternativas para a manutenção da pequena propriedade permanecer produzindo nas áreas semiáridas é irrigar com volume menor de água, em relação ao sistema de irrigação convencional, mas sem que haja perdas elevadas dos rendimentos e da qualidade da produção obtida. Dentre as práticas, para garantir a sustentabilidade da cultura do girassol na agricultura familiar local e a adoção do sistema de produção consorciada com as tradicionais culturas de subsistência como o feijão e o milho.

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.

Diante do exposto, objetivou-se neste experimento avaliar o nível de água no campo, o crescimento vegetativo de plantas de girassol, feijão e milho em sistema solteiro e consorciado em relação aos níveis de reposição de água no solo, no município de Catolé do Rocha, PB.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Exigências Edafoclimáticas

2.1.1 Temperatura

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 e o seu cultivo é minimamente influenciado pela latitude, altitude e fotoperíodo.

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; FARIAS, 2005).

Fancelli 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.

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).

2.1.2. Disponibilidade Hídrica

A água é importante para a vida das plantas porque ela constitui a matriz e o meio onde ocorre a maioria dos processos bioquímicos essenciais à vida (TAIZ e ZEIGER, 2013).

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).

Com relação ao consumo de água, o girassol não apresenta regulação adequada, extraindo quantidades consideráveis do solo. Isso ocorre devido a baixa resistência a 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, onde cada litro consumido produz menos de 2 g de matéria seca. 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. Porém, as necessidades hídricas do girassol não se encontram plenamente definidas, sendo que em sua maioria, valores de 400 a 600 mm de água bem distribuídos durante o ciclo da planta são suficientes para resultarem em rendimentos próximos ao potencial máximo (GAZZOLA, 2012). Experimentos realizados por Castiglioni et al.(1993) e por Gomes et al.(2003) constataram que o aumento no suprimento de água incrementam a altura do girassol.

Portanto Acosta (2009) afirmam 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. Assim, Silva et al. (2007), avaliando a aplicação de diferentes lâminas de irrigação na cultura do girassol, na região de Lavras - MG, 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. Ainda nesse

sentido, 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.

2.1.3. Irrigação por Gotejamento

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

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).

Alguns experimentos, conduzidos fora do Brasil, têm mostrado o efeito da irrigação suplementar nos diferentes estádios de desenvolvimento da planta sobre caracteres ligados à produção de grãos e óleo. Flagella et al. (2000) mostraram a importância da suplementação hídrica para a germinação e florescimento do girassol, com consequente aumento no diâmetro do capítulo, número e peso de sementes, diminuição da superfície estéril do capítulo e no teor de ácidolinoleico.

Silva (2009), avaliando duas cultivares de girassol, CATISSOL e EMBRAPA 122-V2000, em função de seis níveis de irrigação, correspondentes a 25; 50; 75; 100; 125 e 150% da ECA 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.

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., 2006). Uma desvantagem de se utilizar esse sistema é o seu maior investimento inicial, mais em suas vantagens está à 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 as 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, pois 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, 2011).

2.2. 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). Sendo considerada uma prática secular, principalmente por pequenos agricultores das regiões tropicais que visam obter o máximo aproveitamento dos recursos disponíveis e maior rendimento das culturas (SULLIVAN, 2003).

Os fatores de competição intra específica e interespecíficos podem ser minimizados evitando o plantio adensado, respeitando a densidade populacional de cada espécie (GLIESSMAN, 2001). Entretanto 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).

No Brasil é prática comum, principalmente o consórcio da agricultura de subsistência como o milho e o feijão, assim como o consórcio de tais culturas ao café e a mandioca, mamona, entre outras. Segundo Ramalho et al. (1990), cerca de 54% do milho produzido no Brasil advém da consorciação.

Sangoi e Almeida (1993) relatam que o sistema de consórcio entre estas culturas tem maior eficiência perante o 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 dentre outras a cultivar Hélio 253, pode consideravelmente servir de opções ao cultivo associado às culturas de feijão e/ou milho sem maiores perdas de rentabilidade.

3. MATERIAL E MÉTODO

3.1. Local do Experimento

O experimento foi conduzido entre os meses de janeiro a abril de 2014, nas dependências do Centro de Ciências Humanas e Agrárias da Universidade Estadual da Paraíba, Campus IV, Catolé do Rocha-PB. O município está inserido na região semiárida do alto sertão paraibano, situado pelos pontos das coordenadas geográficas: latitude 6° 20'38" Sul, longitude 37°44'48" a Oeste do Meridiano de Greenwich e a uma altitude de 275 m. O clima é quente e seco caracterizado por temperatura média de 28°C, máximas e mínimas médias de 35 e 23°C, respectivamente. A pluviosidade histórica média oscila em torno de 700 mm, dos quais mais de 65% são precipitados nos três primeiros meses do período das chuvas; a umidade relativa média do ar nos meses da estiagem é inferior a 50 % (estação Agrometeorologia, 2012).

O solo da área experimental é classificado como NEOSSOLO FLÚVICO eutrófico (SANTOS et al., 2006), com textura franco arenoso e baixo teor de matéria orgânica. Suas características químicas e físico-hídricas se encontram na Tabela 2, conforme metodologia proposta pela Embrapa (1997).

Tabela 1. Características físicas e químicas do NEOSSOLO FLÚVICO EUTRÓFICO utilizado no experimento. Catolé do Rocha – PB, 2013.

Características Físicas		Valor
Granulometria (g kg ⁻¹)	Areia (g kg ⁻¹)	701,60
	Silte (g kg ⁻¹)	225,40
	Argila (g kg ⁻¹)	073,00
Classificação textural		Franco Arenoso
Densidade global (g dm ⁻³)		2,64
Densidade das partículas (g dm ⁻³)		1,48
Porosidade total (%)		43,94
Capacidade de campo (g kg ⁻¹)		209,6
Ponto de murcha Permanente (g kg ⁻¹)		72,8
Água disponível (g kg ⁻¹)		136,8
Características Químicas (Fertilidade)		
Cálcio (cmol _c dm ⁻³)		4,76
Magnésio (cmol _c dm ⁻³)		2,44
Sódio (cmol _c dm ⁻³)		0,63
Potássio (cmol _c dm ⁻³)		0,85
Soma de bases (S) (cmol _c dm ⁻³)		8,68
Hidrogênio (cmol _c dm ⁻³)		0,00
Alumínio (cmol _c dm ⁻³)		0,00
Capacidade de troca de cátions Total (cmol _c dm ⁻³)		8,68
Saturação por Bases (V %)		100
Carbonato de cálcio qualitativo		Presença
Carbono orgânico (%)		0,77
Matéria orgânica (%)		1,33
Nitrogênio (%)		0,07
Fósforo assimilável (mg dm ⁻³)		54,9
pH H ₂ O (1:2,5)		7,22

Análises realizadas no Laboratório de Irrigação e Salinidade (LIS/DEAg/CTRN/UFCG), Campina Grande-PB 2013.

3.2. Delineamento Experimental

Quantidade de água no solo (Fator)

V1= 60 % da água disponível no solo para as plantas

V2= 80 % da água disponível no solo para as plantas

V3= 100% da água disponível no solo para as plantas

V4= 120 % da água disponível no solo para as plantas

Sistemas de plantio:

S1) girassol no espaçamento de 0,70m x 0,30m;

S2) feijão comum no espaçamento de 0,50 x 0,20m;

S3) milho (cultivar a definir) 0,70m x 0,30m;

S4) girassol + feijão comum;

S5) girassol + milho;

S6) feijão comum + girassol;

S7) milho+ girassol;

O delineamento estatístico utilizado foi o de blocos ao acaso (DBC) com três repetições, no esquema fatorial 4 x 7, constituído pelos quatro níveis de água disponível e setesistemas de cultivos. O efeito dos tratamentos foi analisado estatisticamente através de análises de variância e regressões para as variáveis quantitativas e pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade para as variáveis qualitativas.

A combinação entre os fatores água disponível e sistema de cultivo resultaram em 28 tratamentos dispostos em três blocos. Cada parcela foi constituída de cinco linhas de Plantas e teve um comprimento de 4,0 m, espaçamento de 0,7 m entre estas e 0,3 m entre plantas, e o feijão com espaçamento de 0,5X0,20m.

Nos casos das culturas isoladas, cada parcela foi constituída de quatro fileiras 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 feijão e/ou milho, obedecendo aos mesmos espaçamentos do girassol, sendo as fileiras centrais, 2 de girassol e 1 da cultura consorciada, consideradas como área útil para todos os tratamentos, onde foram feitas todas as mensurações.

3.2 Variedades

O híbrido de girassol utilizado foi o Hélio 253 que obteve os melhores resultados na pesquisa de seleção de cultivares em Catolé de Rocha realizado nos períodos de 2012/2013 (BARBOSA, 2013), cujas características agrônômicas encontram-se na Tabela 3.

Tabela 2 - Características agronômicas dos genótipos de girassol estudados.

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

3.2.1 Feijão Caupi

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata*L., Walp) variedade rabo de peba é a variedade mais cultivada na microrregião de Catolé do Rocha-PB, fazendo parte da dieta alimentar da maioria de famílias da região como fonte rica principalmente em proteína e ferro.

3.2.2 Milho

O milho (*Zeamays*) que foi utilizado é uma cultivar sem identificação selecionada entre os produtores locais, ou seja, os agricultores plantam esta cultivar e guardam as sementes em garrafas pet de dois litros para serem semeadas no próximo inverno.

3.3. Instalação e condução dos experimentos

Foram coletadas amostras de solo das áreas de plantio para que possam ser efetuadas as análises da fertilidade do solo. A adubação com fósforo e potássio foi calculada e

recomendada de acordo com as análises de fertilidade do solo. Realizou-se uma adubação com 2,0 kg de boro/ha via solo em cada um dos ensaios, utilizando como fonte o ácido bórico.

O preparo do solo iniciou-se no dia 13/01/2014 com uma aração e gradagem, posteriormente foi instalado o sistema de irrigação. No dia 21/01/2014 realizou-se em bandejas o semeio das sementes de girassol e no dia 26/01/2014 teve início a emergência, antes das mudas serem levadas a campo foi realizada uma adubação de fundação com superfosfato simples dia 29/01/2014, sendo o transplântio feito no dia 30/01/2014.

As atividades referentes aos tratos culturais e fitossanitários necessários à condução do ensaio foram os mesmos utilizados pelos produtores locais nas suas lavouras comerciais, obedecendo para isso às recomendações técnicas para as culturas em estudo.

O semeio do feijão caupi (variedade rabo de peba) foi realizado no dia 10/02/2014 sendo colocadas cinco sementes/cova. No dia 14/02/2014 teve início a emergência das plântulas e o desbaste foi efetuado oito dias após a emergência, deixando-se a planta mais vigorosa. Semeou-se o milho no mesmo dia que o feijão, sendo colocadas três sementes/cova, iniciando a emergência dia 15/02/2014; sendo realizado o desbaste oito dias após emergência, deixando duas plantas por cova.

Para a irrigação das plantas foi utilizada água proveniente de um poço amazônico localizado no campus IV da UEPB, sendo o sistema de irrigação composto por um conjunto eletro-bomba, que faz a captação e a condução da água pressurizada até a área experimental onde a distribuição às parcelas foi controlada por registros e fornecida às plantas através de fitas gotejadoras com vazão de 3,5 l/h. As irrigações foram realizadas de acordo com os respectivos tratamentos, sendo o volume de água calculado em função do conteúdo de água presente no solo através de medições feitas 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 eram lançados em uma planilha eletrônica no Excel que contabiliza diariamente o conteúdo de água de cada uma das quatro camadas do perfil do solo. O cálculo da água disponível para as plantas de cada tratamento foi baseado na equação apresentada por Albuquerque (2010), onde:

$$L = (CC - UA) \times d \times \text{Prof}$$

Em que:

L: lâmina de irrigação (mm)

CC: Conteúdo de água do solo na capacidade de campo (% peso)

UA: Conteúdo de água do solo no dia da irrigação (% peso)

d: Densidade do solo (g/cm^3)

Prof.: Profundidade do solo (cm)

3.4 Variáveis analisadas

3.4.1 Altura das plantas

A altura das plantas de girassol foi obtida mensurando-a com uma trena starrett medindo-se a distância entre o colo da planta e a inserção do capítulo, metodologia posposta por (FLOSS, 2006);

Na cultura do milho a altura da planta foi obtida do colo até a base na inflorescência aos 77 DAS (Dias após o semeio). Para o comprimento das plantas de feijão foi mensurada a distância entre o colo e o ramo principal aos 40 e 60 DAS.

3.4.2 Diâmetro do caule das plantas

O diâmetro do caule foi determinado utilizando-se um paquímetro digital Stainless Hardened, medindo a região do colo da planta a uma altura de 5 cm do solo no mesmo período estabelecido para mensuração da altura de plantas (AP). os resultados foram expressos em mm.

3.4.3 Área foliar das plantas

A análise de área foliar foi mensurada no mesmo período da medição do diâmetro caulinar, considerando as folhas que apresentavam comprimento mínimo de 3 cm, conforme metodologia proposta por Maldaner et al. (2009), usando-se a Equação 2:

$$AF = 1,7582 L^{1,7067}$$

Sendo:

L - a largura do limbo foliar

Para feijão e milho a obtenção da área foliar foi obtida pelo método não destrutivo da área estimada: comprimento versus largura (*C* x *L*) e corrigida pelo fator de 0,67 e 0,70, de correção que foi multiplicado pela área estimada para obtenção da área foliar estimada das plantas, respectivamente. E os resultados foram expressos em cm².

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com o resumo da análise da variância (Tabela 3), verifica-se que houve efeito significativo ($P < 0,01$ e $0,005$) das lâminas e dos sistemas de cultivo nas variáveis de crescimento do girassol Hélio 253, Feijão caupi e Milho. Observou-se também que houve efeito significativo na interação tripla para todas as variáveis, o que indica dependência dos fatores (lâminas e sistemas de cultivos). Os resultados da pesquisa referente às lâminas de água corroboram com Nobre et al. (2010), Silva et al. (2011) e Paiva Sobrinho et al. (2011) ao observarem efeito significativo das lâminas de água no girassol.

Com relação ao sistema de cultivo (consórcio do girassol com feijão e do girassol com milho), observou-se que não houve efeito significativo entre as variáveis de crescimento, excetuando a altura do girassol, avaliado aos 60 DAS (Dias após a semeadura) diferenciativamente entre o plantio solteiro e o consórcio girassol + milho. A não significância do consórcio do girassol com feijão caupi, seria, em parte, devido ao emprego do híbrido de girassol Hélio 253 de ciclo precoce, com alta estatura e espaçamento de 0,70 m na entrelinha, que teriam proporcionado fechamento mais rápido da área, reduzindo o desenvolvimento da cultura do feijão que tem hábitat de crescimento rasteiro. Nesse caso, houve maior interceptação de radiação luminosa pelas plantas de girassol em relação às plantas daninhas, ou mesmo em relação à cultura do feijão semeada em consórcio.

Verificou-se que houve efeito significativo entre os arranjos feijão com girassol e milho + girassol, com exceção da variável altura da planta aos 40 DAS. O consórcio do feijão com girassol afetou negativamente o crescimento do feijoeiro. O maior crescimento em altura do feijoeiro e do milho na consorciação com girassol pode ser explicada pelo rápido crescimento do girassol, interceptando a luminosidade, com isso, ocorreu estiolamento da planta que faz com que o caule aumente excessivamente a procura da luz.

Tabela 3 - Resumo das análises de variância referente às variáveis. Altura da Planta (AP), Diâmetro caulinar (DC) e Área foliar (AF) das culturas: Girassol, Feijão e milho, quando submetidos ao consorciação e níveis de água no solo.

Fonte de Variação	GL	Quadrado médio					
		AP (DAS)		DC (DAS)		AF (DAS)	
		40	60	40	60	40	60
Blocos	2	54,33 ^{ns}	182,29 ^{ns}	0,40 ^{ns}	1,97 ^{ns}	16988,01 ^{ns}	8471635,59 ^{ns}
Lâminas	3	177,87*	912,25**	9,71**	11,17**	2754540,65*	16060331,66**
Sistemas	6	31623,63**	32598,27**	760,11**	997,77**	84705229,10**	116176343,31**
Interação	18	122,36**	692,82**	7,94**	10,29**	1755283,83**	6096176,44**
Resíduo	54	44,86	120,55	1,24	2,28	781951,18	1777933,68
CV (%)		10,50	9,82	7,87	1,97	25,87	25,79
Sistemas – Girassol		Cm		Mmm		cm ²	
Girassol		119,45 a	156,2 a	21,12 a	25,68 a	6109,83 a	9553,54 a
Girassol + Feijão		114,96 a	161,08 a	21,15 a	24,93 a	5983,54 a	6558,07 b
Girassol + Milho		121,20 a	171,16 b	21,95 a	25,68 a	6108,43 a	7614,71 b
Sistema – Feijão							
Feijão		17,64 a	46,87 a	5,44 a	9,19 a	662,54 a	4119,85 a
Feijão + Girassol		24,53 a	69,16 b	3,92 b	4,35 b	238,84 b	583,84 b
Sistema – Milho							
Milho		22,43 a	114,94 a	15,63 a	19,00 a	3294,20 a	5544,76 a
Milho + Girassol		26,15 a	63,17 b	9,18 b	9,20 b	1528,25 b	2221,73 b
DMS			13,72	1,39	1,88	350,54	1667,21

GL - grau de liberdade; Significativo a 0,01 (**) e (*) a 0,005 de probabilidade; (ns) não significativo; CV - coeficiente de variação; DMS – diferença mínima significativa; médias seguidas de mesma letra na vertical não diferem entre si ($p < 0,05$) pelo teste Tukey;; DAS= dias após a semeadura.

4.1 CRESCIMENTO VEGETATIVO

4.1.1 Altura da planta de girassol

A análise de regressão para o fator quantitativo dos níveis de água disponível no solo, referente à altura da planta (Figura 1), mostram efeitos quadrático e linear com valores máximos de (126,71 e 166,85 cm); (106,96 e 175,33 cm) e (120,14 e 173,60 cm) e referente às doses estimadas de (93,57 e 120); (120 e 120) (93,48 e 93,34 % de água disponível no solo), adotando os sistemas de cultivo: girassol, girassol + feijão e girassol + milho, avaliados aos 40 e 60 DAS, respectivamente, evidenciando a importância do suprimento da água em condições de clima semiárido, haja vista que durante a condução do experimento houve uma precipitação de 360 mm.

Os incrementos encontrados neste estudo também foram semelhantes aos de Dutra et al. (2012) que, ao estudarem plantas de girassol submetidas a irrigação segundo a evapotranspiração da cultura, e plantas sem suplementação hídrica, encontraram incrementos na altura de planta, da ordem de 20,8%. Paiva Sobrinho et al. (2011) verificaram também que plantas de girassol tem incremento na altura quando há um aumento na quantidade de água disponível no solo, respostas também confirmadas por Silva et al. (2007), Nobre et al. (2010) e Freitas et al. (2012).

Com relação aos sistemas de cultivos, Saleem et al. (2003) relatam que a planta de girassol não teve modificações significativas em função do padrão de cultivo e no sistema de consorciação. Segundo Pinto et al. (2012), a cultura do girassol é mais controlada por fatores genéticos que por mudanças no arranjo do sistema de consorciação.

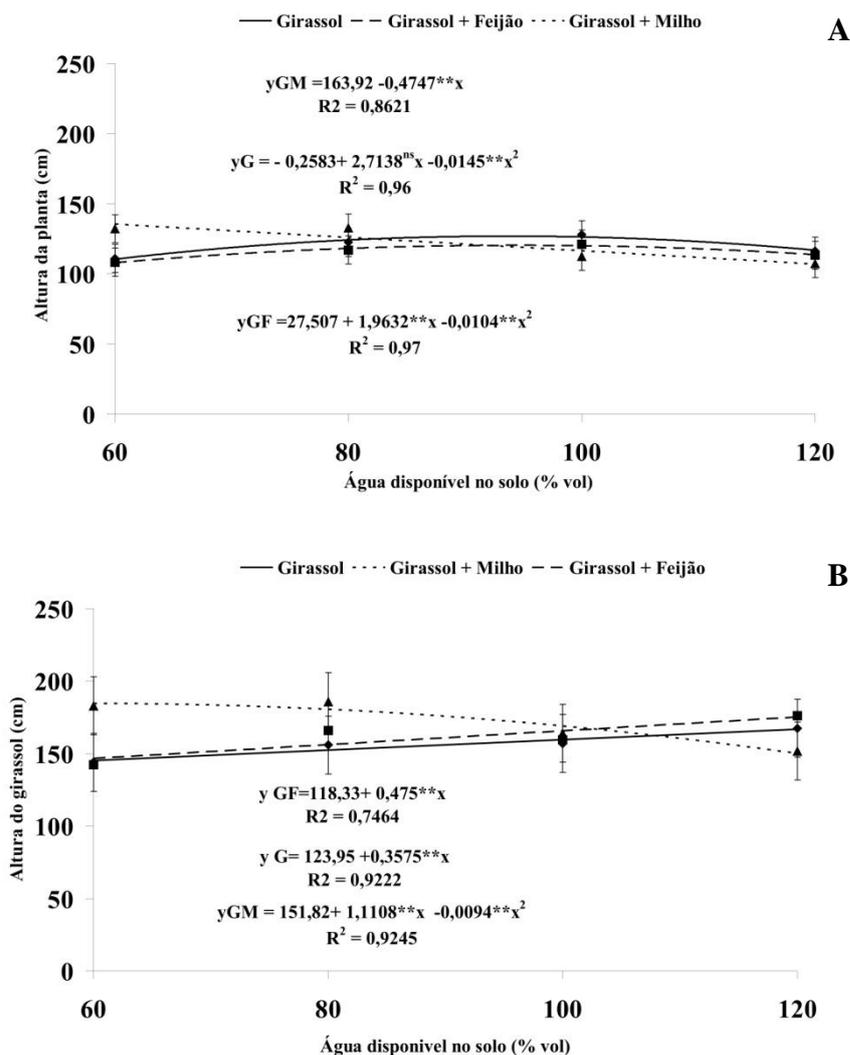


Figura 1. Altura da planta do girassol Hélio 253 cultivados no solteiro (---), consorciado com feijão (- - -) e consorciado com milho (.....), em função dos níveis de água no solo, avaliados aos 40 (A) e 60 (B) DAS.

Diâmetro caulinar

O girassol respondeu ao incremento do diâmetro caulinar de forma semelhante quanto ao consorciamento com feijão e milho, observando efeitos significativos com aumento do nível de água disponível no solo. Constatou-se para o diâmetro caulinar, por meio da análise de regressão, que o modelo matemático que melhor se ajustou aos dados foi o polinomial quadrático, com efeito significativo ($P < 0,01$) e coeficiente de determinação de 0,94 e 0,95, obtendo-se valores máximos de (23,56 e 27,53mm) e (24,20 e 28,12 mm), alcançada teoricamente com as doses estimadas de (91,24 e 92,51 % vol), e (58,04 e 79,33 % vol), decrescendo, com aplicação acima dos níveis estimados, provavelmente, por excesso de água

no solo, causando por causa precipitação de 360 mm ocorrido durante a condução do experimento. (Figura 2). O diâmetro caulinar do girassol consorciado com feijão não se ajustou a nenhum modelo matemático com médias de 22,13 e 29,44 mm. Estes resultados indicam que o girassol necessita do suprimento de irrigação para obter produções satisfatórias, haja vista que mesmo no período de inverno respondeu positivamente ao incremento de água no solo. Concordando com esta informação, Silva et al. (2007) e Gomes et al. (2010) compararam plantas de girassol submetidas e não submetidas em todo o ciclo da cultura, ao estresse hídrico, encontrando incrementos no diâmetro de plantas da ordem de 26,48% e 22,22% para os tratamentos sem estresse hídrico.

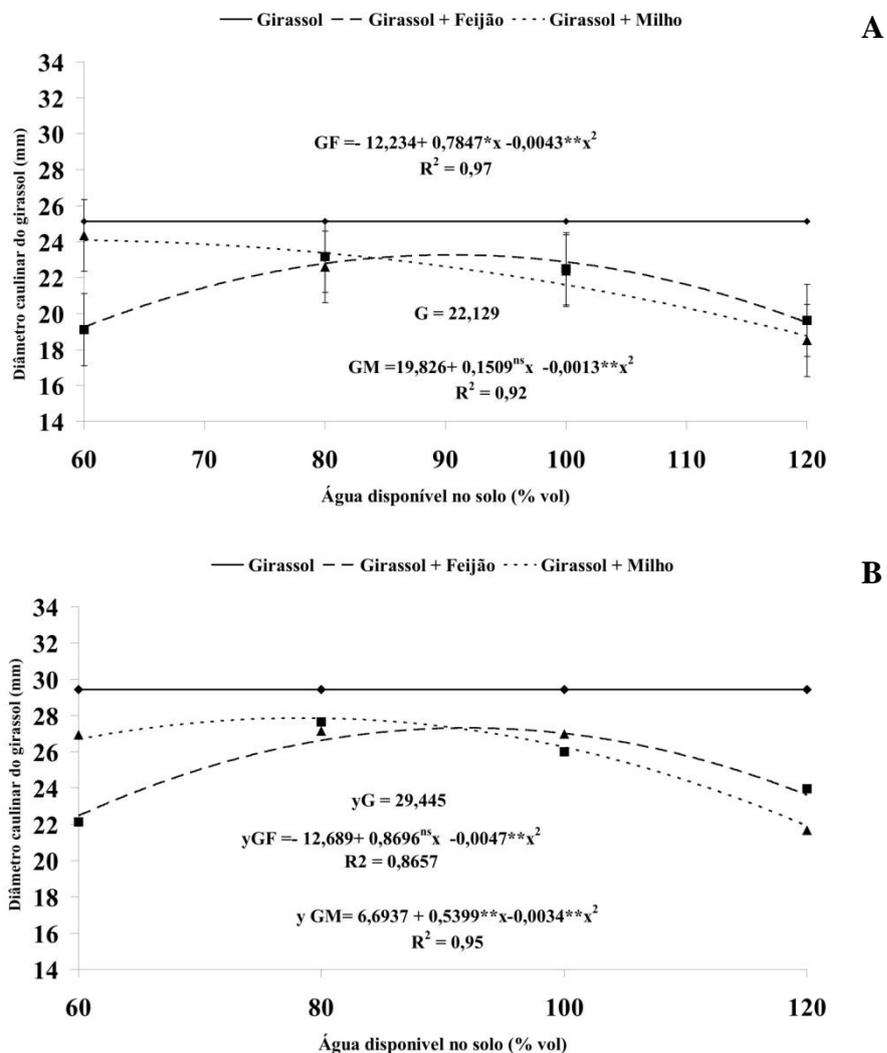


Figura 2. Diâmetro caulinar do girassol Hélio 253 cultivados no solteiro (---), consorciado com feijão (- - -) e consorciado com milho (.....), em função dos níveis de água no solo, avaliados aos 40 (A) e 60 (B) DAS.

Área foliar

Estatisticamente, constatou-se que a equação quadrática foi a que melhor ajustou os dados de área foliar do girassol com a aplicação dos níveis de água no solo, excetuando o cultivo consorciado com feijão, avaliado aos 60 DAS que não se ajustou a nenhuma equação de regressão com média de 6558,1 cm². A área foliar máxima por planta, (6193,06; 6776,26 e 6613,75 cm²) e (7287,36 e 8734,03 cm²) foram alcançadas com os níveis de água disponível no solo de (118,67; 92,81 e 86,78 % em volume) e (105,17 e 74,12 % em volume), referentes aos arranjos de plantio girassol, girassol + feijão e girassol + milho, avaliados aos 40 e 60 DAS (Figura 3). Concordando com esta informação, Dutra et al. (2012) observaram incrementos no crescimento do girassol com o aumento da lâmina de irrigação.

A cultura do girassol necessita do suprimento de irrigação para ser cultivado na microrregião de Catolé do Rocha-PB, o que está em conformidade com os resultados de Silva et al. (2007 a), Paiva Sobrinho et al. (2011) e Dutra et al. (2012) onde mostraram que as plantas de girassol sob condição de irrigação apresentaram índices de área foliar maiores do que os obtidos sob limitação de água. Entretanto o déficit hídrico no solo causa redução em sua absorção e com isso, as células das plantas tem menor pressão de turgor, levando a menor expansão (TAIZ & ZEIGER, 2013).

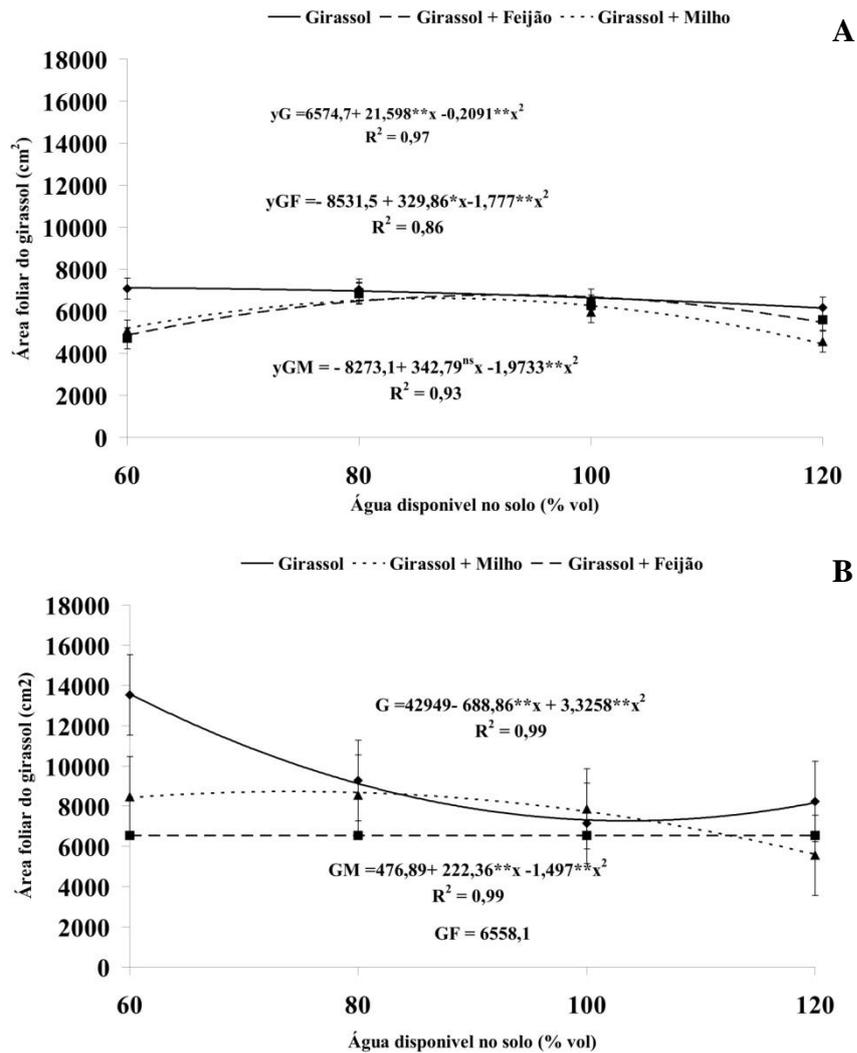


Figura3.Área foliar por planta do girassol Hélio 253 cultivados no solteiro (---), consorciado com feijão (- - -) e consorciado com milho (....), em função dos níveis de água no solo, avaliados aos 40 (A) e 60 (B) DAS.

4.1.2 Comprimento do Ramo Principal do feijão-caupi

As equações de regressão ajustadas indicam superioridade do comprimento do ramo principal do feijoeiro sob regime de irrigação com 60% de água disponível no solo com valores de 54 e 77 cm, para os sistemas solteiros e Consorciamento do feijão com girassol, respectivamente (Figura 4). Esses resultados evidenciam que os 616 mm ocorrido durante a condução do experimento juntamente com as irrigações saturando o solo e provavelmente, prejudicando o crescimento da cultura. Também se observa uma superioridade 29,80 % do sistema consorciado em relação aos mesmos tratamentos no sistema solteiro. Possivelmente, esses resultados evidenciam que as plantas expandiram o crescimento do ramo principal à medida que a restrição de luz foi se acentuando com o crescimento do girassol, devido ao auto-sombreamento, as plantas passaram a investir em crescimento do ramo à procura de luz, causando o estiolamento das plantas, fato confirmado por Gondim et al. (2007) ao observarem que o sombreamento influenciou o crescimento da cultura do taro [*Colocasia Esculenta* L.. Uma explicação para o estiolamento, segundo Alvarenga et al. (1998), a diminuição da incidência de luz, devido ao sombreamento, ocorre desequilíbrio hormonal decorrente da não degradação das auxinas, cuja maior concentração nas regiões meristemáticas causa maior crescimento da planta.

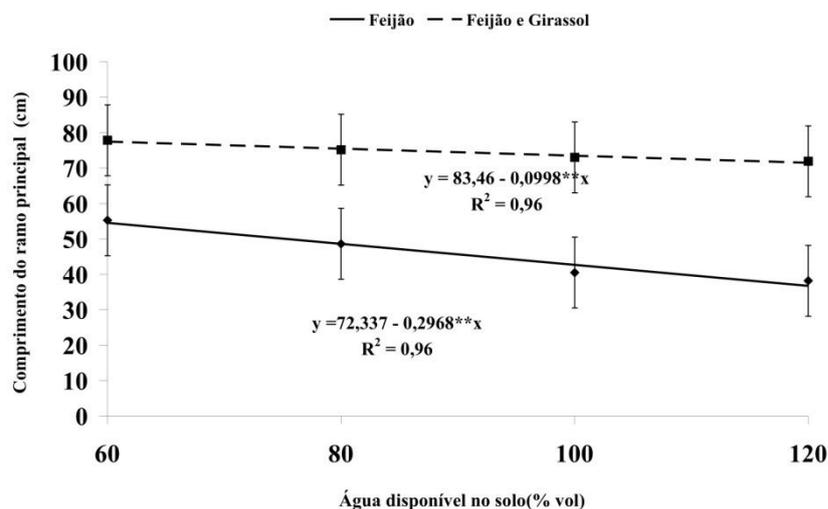


Figura 4. Altura da planta do feijoeiro cultivada no sistema solteiro (—), consorciado com girassol (- - -) em função dos níveis de água no solo.

Diâmetro caulinar

As plantas cultivadas com menor disponibilidade hídrica (60% água disponível no solo) apresentaram maior diâmetro caulinar com valores de 5,42 e 10,70 mm para os sistemas solteiros e consorciamento com girassol, respectivamente (Figura 5), assim contrariando a literatura, onde o aumento do teor de água proporciona ganhos no diâmetro caulinar das plantas, fato explicado anteriormente devido uma precipitação 616 mm durante a condução do experimento, além da área está próximo do Riacho Agom que proporcionou intermitentemente alagamento da área. Resultados divergente foram obtidos por Dutra et al. (2012), onde o diâmetro caulinar das plantas aumentou com a reposição de água.

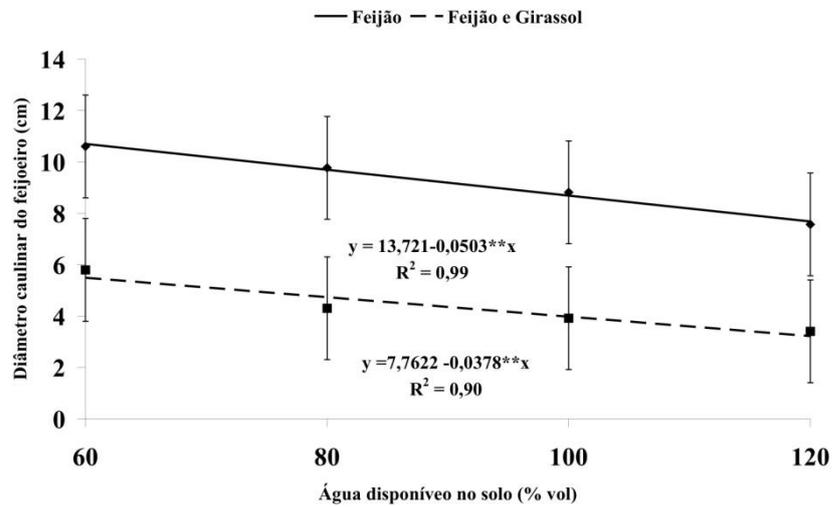


Figura 5. Diâmetro caulinar do feijoeiro cultivado no sistema solteiro (—), consorciado com girassol (- - -) em função dos níveis de água no solo.

Área foliar

Com relação à área foliar por planta, obteve-se resposta quadrática e linear negativa para os níveis de água disponíveis no solo em relação aos sistemas solteiro e consorciado com valores de 5618,06 e 556,74 cm², respectivamente (Figura 6). Comparativamente o sistema solteiro superou os mesmos tratamentos com o sistema consorciado, evidenciando a ineficiência do arranjo adotado dos 70 cm x 30 cm, e ao mesmo tempo indicando que deve aumentar o espaçamento entre linhas em condições de clima semiárido, bem as competições

interespecíficas pelos recursos do ambiente como água, nutrientes e luz no sistema consorciado afetou o crescimento das plantas.

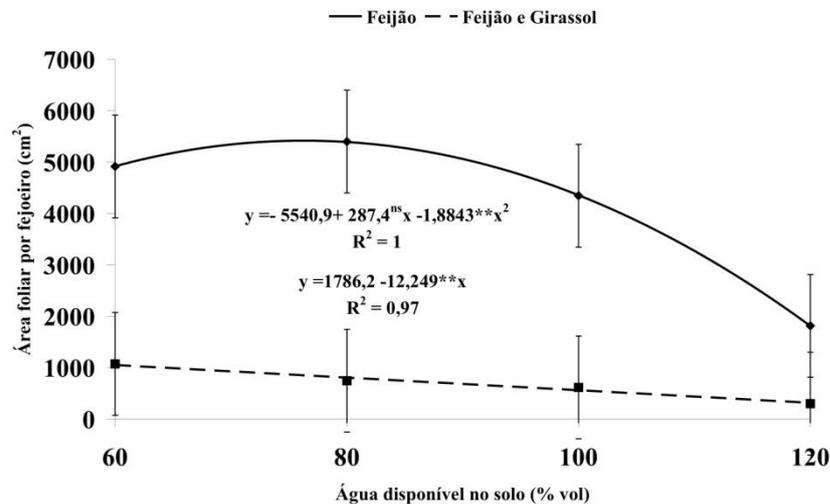


Figura 6. Área Foliar do feijoeiro cultivado no sistema solteiro (—), consorciado com girassol (- - -) em função dos níveis de água no solo.

4.1.3 Altura da planta de milho

As análises de regressões para a variável altura do milho em relação aos níveis de água disponíveis no solo mostraram que o melhor ajuste foi representado por modelo linear negativa (Figura 7). Observou-se que o aumento dos níveis de água disponível no solo resultou numa diminuição na altura da planta, onde os máximos foram no menor nível de água disponível no solo (60%) com valores médios de 131,15 e 63,17 cm para os sistemas solteiro e consorciado, respectivamente. Observa-se uma superioridade de 51,83% do sistema solteiro em comparação o sistema consorciado. Contudo, o espaçamento adotado para o girassol de 70 x 30 cm e nos sistemas consorciado o plantio do milho nas entrelinhas, perfazendo um espaçamento 35 x 30 cm causou maior sombreamento do girassol sob a cultura do milho, bem o semeio do milho após 15 dias do transplante das mudas de girassol, causou aumento na competição por luz e nutrientes, afetando o crescimento do milho no sistema consorciado, demonstrando inviabilidade técnica do sistema de consórcio. Entretanto, a presença da cultura do girassol influencia negativamente o crescimento da planta de milho.

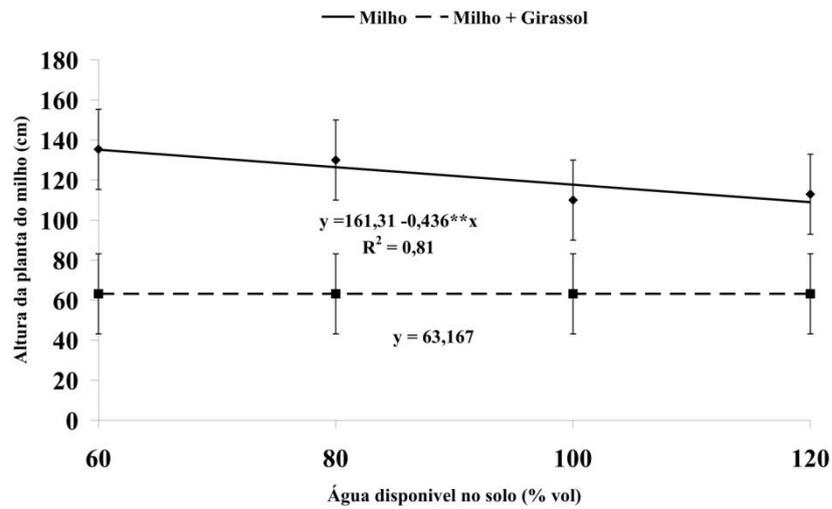


Figura 7. Altura da cultura do milho cultivado em sistema solteiro (—), consorciado com girassol (- - -) em função dos níveis de água no solo.

Diâmetro Caulinar

O diâmetro caulinar do milho também foi influenciado pelos níveis de água disponíveis no solo, sendo a relação mais bem ajustada pelo modelo quadrático (Figura 8). As plantas alcançaram diâmetros máximos em torno de 19,61 e 9,89 cm, quando foram irrigadas com 60% e 97,23% água disponível no solo para os sistemas solteiro e consorciado, respectivamente. Essa diminuição do diâmetro pode ser explicada pela interceptação da luminosidade pelas plantas de girassol, causando o estiolamento da planta, e conseqüentemente menor diâmetro, e também pode estar relacionado a maior competição por nutrientes. Os critérios adotados para o consórcio, sem modificar o espaçamento do girassol (70 x 30 cm), foram inadequados para as condições experimentais, conferindo elevada competição por nutrientes em comparação ao cultivo solteiro.

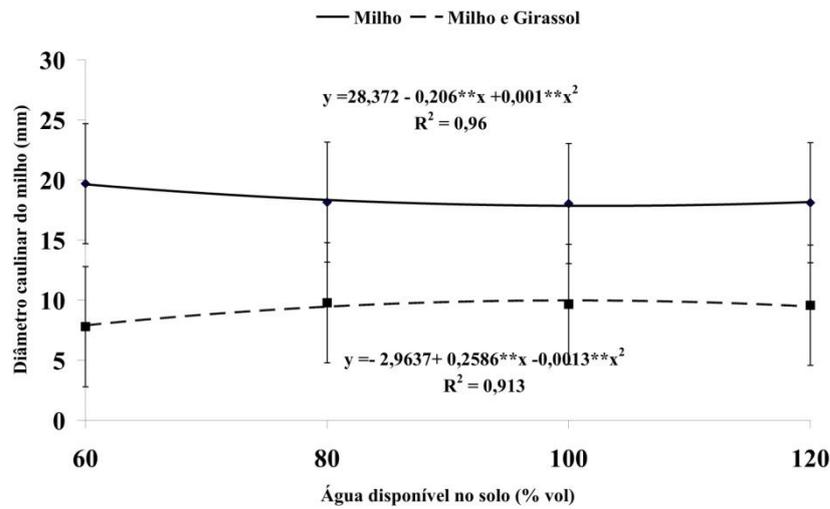


Figura 8. Diâmetro caulinar do milho cultivado em sistema solteiro (—), consorciado com girassol (- -) em função dos níveis de água no solo.

Área foliar

A área foliar do milho no sistema solteiro em função dos níveis de água disponíveis no solo mais bem ajustado por uma curva quadrática positiva (Figura 9), sendo que a área foliar por planta aumentou até o nível de água no solo de 86% com valor médio de 6.481,03 cm², decrescendo, acima do nível de água estimado. Essa redução indica que a precipitação pluvial de 616 mm durante a condução do experimento seria suficiente para o crescimento da cultura sem o uso da técnica de irrigação. Para o sistema consorciado, os dados não se ajustaram a nenhum modelo matemático com média de 2221,7 cm², indicando uma redução de 191,71% em comparação ao sistema solteiro.

Esses resultados sugerem que o girassol exerceu muita competição por luz e nutrientes sobre as plantas de milho no sistema consorciado, fato confirmado pela redução do crescimento do milho, sugerindo que as condições climáticas da região onde o experimento foi realizado deve ser semeados simultaneamente ao girassol, bem como aumentar o espaçamento entre linhas. Assim, permitirá que a cultura do milho se estabeleça e se desenvolva, antes que ocorra a competição do girassol, e apresente crescimento compatível ao sistema solteiro.

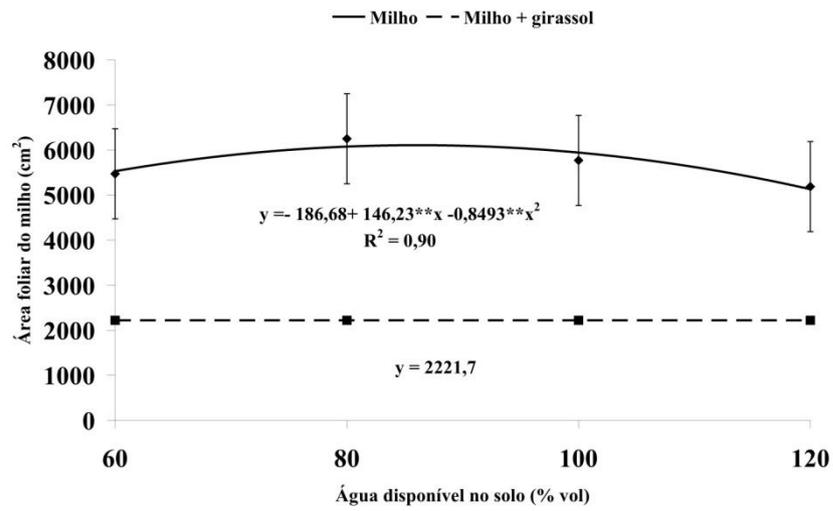


Figura9.Área foliar do milho cultivadoem sistema solteiro (—), consorciado com girassol (- - -) em função dos níveis de água no solo.

5. CONCLUSÕES

- ✓ O crescimento do girassol, feijão e milho foi afetado pelo sistema consorciado(Girassol + milho) e (Girassol + Feijão) em comparação ao cultivo solteiro.
- ✓ Em geral, o aumento do conteúdo de água no solo afetou o crescimento do girassol, feijão e milho, independentemente do sistema adotado, em virtude da precipitação de 616 mm ocorrido durante a condução do experimento.
- ✓ O sistema solteiro proporcionou maior crescimento do girassol, feijão e milho em comparação ao sistema consorciado.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACOSTA, J. F. **Consumo hídrico da cultura do girassol irrigada na região da chapada do Apodi - RN.** 2009. 56p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande, PB. Campina Grande, 2009.

ALBUQUERQUE, P.E.P. Estratégia de manejo de irrigação: exemplos de cálculos. Sete Lagoas, Embrapa **Circular Técnica** 136. 2010. 25p.

ALVARENGA, A.A., ABRAHÃO, E, REGINA, M.A. **Origem e classificação botânica davideira.** Informe Agropecuário, São Paulo, v.19, n.194, p.5-8.1998.

APOLARI, J.P. **Sistema de produção orgânico de milho (Zeamays L.), feijão (Phaseolusvulgaris L.) e mandioca (Manihotesculenta CRANTZ), consorciado com soqueira de cana-de-açúcar(Saccharumspp).**98 f, 2009. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). Universidade Federal de São Carlos, Centro deCiências Agrárias, Araras.

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

BERNARDO, S; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de irrigação.** Viçosa: UFV, 8., 2006. 625p.

CASTIGLIONI, V.B.R.; CASTRO, C.; BALLA, A. **Avaliação de genótipos de girassol em ensaio intermediário (1992/93), Londrina- PR.** In: Reunião Nacional de Girassol, 10,1993,Goiânia. Resumos... Goiânia: IAC, 1993. p.37.

CASTRO, C.; CASTIGLIONI, V. B. R.; BALLA, A.; LEITE, R. M. V. B. C.; KARAM, D.; MELLO, H. C.; GUEDES, L. C. A.; FARIAS, J. R. B. **A cultura do girassol.** Londrina, Embrapa-CNPSO, 1997. 38 p. (Embrapa-CNPSO. Circular Técnica, n. 13).

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

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

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de Métodos de Análise de Solo**.2.ed. Rio de Janeiro, p.212.1997.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Tecnologia de produção – Girassol. Disponível em:<<http://www.cnpso.embrapa.br/producaogirassol>>. Acesso em 10 jan. 2010. (EmbrapaSoja.Sistema de produção, 1)

FLAGELLA, Z.; ROTUNNO, Di CATERINA, R.; SIMONE, G.; CICIPRETTI, L.; De CARO, A. Effect of supplementary irrigation on seed yield and oil quality of sunflower (*Helianthus annuus* L.) grown in a sub-arid environment. International Sunflower Conference, 15.**Proceedings**: 2000. International Sunflower Association. v.1: p. C139-C144. 2000.

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: Antonio Luiz Fancelli; Durval Dourado Neto (Org.). Tecnologia da Produção do Feijão Irrigado, 1ª ed. Piracicaba, SP, v.1, p.100-120, 1997.

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

GAZZOLA, A.; BORTOLINI, E; PRIMIANO, I.V; CUNHA. Estudo do ambiente de produção do girassol. In: CAMARA, G.M.S (Coord.). **A cultura do girassol**. Piracicaba: LPV0506, 69 p., 2012.

GLIESSMAN, SR. **Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável**. Dois Ed. Porto Alegre UFRGS, 2001. 653p.

GOMES, E.P.; ÁVILA, M.R.; RICKLI, M.E.; PETRI, F.; FEDRI, G. Desenvolvimento e produtividade do girassol sob lâminas de irrigação em semeadura direta na região do arenito caiua, estado do Paraná. **Irriga**, Botucatu, v. 15, n. 4, p. 373-385, 2010

GONDIM, R.O.; PUIATTI, M.; CECON, P.R.; FINGER, F.L. Crescimento, partição de fotoassimilados e produção de rizomas em tarocultivado sob sombreamento artificial. **Horticultura brasileira**, v. 25, n. 3, p.418- 428, 2007.

MACIEL, A.D.; A.R.F. O.; SILVA, M.G.; SÁ, M.E.; RODRIGUES, R.A.F.; BUZETTI, S; BIANCHINI SOBRINHO, E. Comportamento do feijoeiro em cultivo consorciado com milho em sistema de plantio direto. **Acta Scientiun**, Maringá, v. 26, n. 3, p. 273-278, 2004.

MALDANER, I.C.; HELDWEIN, A.B.; LOOSE, L.H.; LUCAS, D.D.P.; GUSE, F.I.; BORTOLUZZI; M. P.. Modelos de determinação não-destrutiva da área foliar em girassol. **Revista Ciência Rural**, v.39, p.1356-1361, 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 Agrometeorologia**, Santa Maria, v.1, n.1, p.71-79, 1993.

MEDEIROS, J. F.; DUARTE, S.; FERNANDES, P. D.; DIAS, N. da S.; GHEY, H. R. Crescimento e acúmulo de N, P, e K pelo meloeiro irrigado com água salina. **Horticultura Brasileira**. v.26 n. 4 – Brasília. 2008.

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: 19^a REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE GIRASSOL/ 7 SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE A CULTURA DO GIRASSOL. **Anais...** Aracaju. 2011. CD-ROM.

MOTA, F.S. da. **Meteorologia agrícola**. São Paulo : Nobel, 1983. 376p.

NOBRE, R. G.; GHYI, H. R.; SOARES, F. A. L.; ANDRADE, L. O.; NASCIMENTO. 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.

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

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.; PITOMBEIRA, J.B.; SOUZA, A.S.; VIDAL NETO, F.C.; TÁVORA, F.J.A.; BEZERRA, A.M.E. Configuração de fileira no consórcio mamona x girassol: Produtividade e seus componentes. **Revista Brasileira Ciência Agrária**. Recife, v.8, n.1, p.33-41, 2013.

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

RAMALHO, M.A.P. Culturas consorciadas com o milho. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.14, n.164, p.34-39, 1990.

RODRIGUES, C.S.; OLIVEIRA, I.R. DE; CARVALHO, H.W.L. DE; 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: 19^a REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE GIRASSOL/ 7 SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE A CULTURA DO GIRASSOL. **Anais...** Aracaju. 2011. CD-ROM.

SÁ, N. S. A. características da irrigação por gotejamento. In: Portal dia de campo. Acesso em: 14/10/2011. Disponível em: <http://www.diadecampo.com.br>

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. 1.187-1.190, 2003.

SANGOI, L.; ALMEIDA, M. L. de. Influência do arranjo de plantas e da época de semeadura sobre características agrônômicas de milho e feijoeiro consorciados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.28, n.10, p.1173- 1181, 1993.

SANTOS, A. C. dos; ANDRADE, A. P. de; LIMA, J. R. de S.; SILVA, I. de F. da; CAVALCANTE, V. R. Variabilidade temporal da precipitação pluvial: nível de nitrogênio no solo e produtividade de cultivares de girassol. **Ciência Rural**, v.3, n.5, p.757-764, 2002.

SANTOS, H.G.; JACOMINE, P.K.T.; ANJOS, L.H.C.; OLIVEIRA, V.A.; OLIVEIRA, J. B.; COELHO, M.R.; LUMBRETAS, J.F.; CUNHA, T.J. F.. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, p.306. 2006.

SILVA, A. R. A. de; Desempenho de cultivares de girassol sob diferentes lâminas de irrigação no Vale do Curu, CE. **Monografia**. Universidade Federal do Ceará – UFC, Fortaleza-CE, 2009, 117p.

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

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

SILVA, T.J.A.; FOLEGATTI, M.V.; SILVA, C.R.; ALVES JÚNIOR, J.; SILVA, E.M.B. Balanço de energia e estimativa da evapotranspiração em culturas irrigadas de maracujazeiro pelo método da Razão de Bowen. **Revista Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.27, n.2, p.392 - 403, 2007.b

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. p. 311-48.

SULLIVAN, P. Intercropping principles and production practices. 2003. Disponível em: <<http://www.attra.org/attra-pub/intercrop.html#abstract>>. Acesso em: 22 mar.2014.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5.ed. Porto Alegre: Artmed, 918 p. 2013

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