



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

SUANE DE OLIVEIRA SOUZA BRASIL

**FREQUÊNCIA DE IRRIGAÇÃO NA CULTURA DA SOJA
NO LITORAL CEARENSE**

FORTALEZA - CE

2017

SUANE DE OLIVEIRA SOUZA BRASIL

FREQUÊNCIA DE IRRIGAÇÃO NA CULTURA DA SOJA
NO LITORAL CEARENSE

Monografia apresentada ao Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Engenheira Agrônoma. Área de concentração: Engenharia Agrícola.

Orientador: Prof. Dr. Benito Moreira de Azevedo.

Coorientador: Me. Abelardo Lopes Amaral Neto

FORTALEZA - CE

2017

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

B83f Brasil, Suane de Oliveira Souza.
Frequência de irrigação na cultura da soja no litoral cearense / Suane de Oliveira Souza Brasil. – 2017.
38 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, , Fortaleza, 2017.
Orientação: Prof. Dr. Benito Moreira de Azevedo.
Coorientação: Prof. Me. Abelardo Lopes Amaral Neto.

1. Glycine max. 2. Gotejamento superficial. 3. Monsoy. I. Título.

CDD

SUANE DE OLIVEIRA SOUZA BRASIL

FREQUÊNCIA DE IRRIGAÇÃO NA CULTURA DA SOJA
NO LITORAL CEARENSE

Monografia apresentada ao Curso de Agronomia no Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Engenheira Agrônoma. Área de concentração: Engenharia Agrícola.

Aprovada em: 27/06/2017.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Benito Moreira de Azevedo (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Me. Abelardo Lopes Amaral Neto (Coorientador)
FUNCAP – Bolsista de Doutorado (UFC)

Dr. Guilherme Vieira do Bomfim (Avaliador)
CAPES PNPd - Bolsista de Pós-Doutorado (UFC)

Me. Márcio Davy Silva Santos (Avaliador)
FUNCAP – Bolsista de Doutorado (UFC)

A Deus.

À minha família, Alexander Brasil, Mazé
Oliveira, Suéllen Oliveira, Nárjara Oliveira e
Lucas Oliveira.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a **Deus**, por me promover sanidade e paciência ao longo dessa jornada.

À **Universidade Federal do Ceará**, por todo o conhecimento adquirido nesta instituição.

Ao **Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico**, pelo apoio financeiro com a manutenção da bolsa de auxílio.

Ao **Prof. Benito Azevedo**, por me proporcionar uma excelente orientação e um “*start*” para a vida acadêmica e profissional.

Aos participantes da banca examinadora, **Abelardo Lopes Amaral Neto, Márcio Davy Silva Santos e Guilherme Vieira do Bomfim**, pelo tempo que dispuseram para ler e criticar o meu trabalho, complementando-o com suas valiosas colaborações e sugestões.

Aos meus colegas que tornaram esta pesquisa possível: **Abelardo Amaral, Márcio Davy, Guilherme Bomfim, Gislane Moraes, Denise Vieira, Manoela, Ricardo (Meipão), Weverton, Luana** e a todos os outros colaboradores diretos e indiretos.

Aos colegas que fiz ao longo do curso e pelos locais que passei, pois, de alguma forma, eles contribuíram com algo no que eu sou hoje: **Joilson Lima, Ingrid Bernardo, Thiago e Rebeca Honorato, Francisca Samara, Amanda Coutinho, Ananda Crisóstomo, Márcia Batista, Levi Afonso, Theyson Maranhão, Lorena Gomes, Hiago, Felipe, Marília, Matheus, Janaína, Sérgio, Izabela** e tantos outros que a UFC e a Embrapa me proporcionaram.

À minha mãe (**Mazé**) e irmãos **Suellen, Nárjara e Lucas**.

À **Tinker** (minha Schnauzer linda e carinhosa).

Por fim e em especial, ao meu esposo, **Alexander Brasil**, que me proporcionou a oportunidade de estudar em tempo integral. Além de todo seu amor ofertado a mim e minha família. Muito obrigada! ETA!

“Você nunca sabe que resultados virão da sua ação.
Mas, se você não fizer nada, não existirão resultados”.

Mahatma Gandhi

RESUMO

A soja é uma leguminosa muito difundida no meio agrônomo, pois apresenta uma considerável gama de utilização para diversos mercados, tais como indústria de alimentos, indústria do biodiesel, adubação verde, entre outros. A maior parte da soja cultivada no Brasil concentra-se nas regiões Sudeste, Centro Oeste e Sul, ficando a maioria das pesquisas direcionada para estas regiões. O Nordeste brasileiro, por sua vez, fica em uma penumbra produtiva em relação àquelas regiões, fato geralmente atribuído a menor disponibilidade hídrica. Porém, com o advento do desenvolvimento científico e tecnológico, hoje é possível produzir em distintas regiões, inclusive sob condições menos favoráveis. Nesse sentido, além de agregar conhecimento sobre o manejo hídrico da soja em localidades consideradas inóspitas para a cultura, como o Ceará, esta pesquisa tem por objetivo avaliar o desempenho agrônomo da cultura com diferentes frequências de irrigação, para mensurar a viabilidade do cultivo irrigado no Litoral Cearense. O experimento foi realizado na área experimental da Estação Meteorológica, pertencente à Universidade Federal do Ceará. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com cinco tratamentos, quatro repetições e parcelas de 1,5 m² contendo 45 plantas. Os tratamentos consistiram em cinco frequências de irrigação: cinco, quatro, três, duas e uma vez por semana. As variáveis respostas analisadas no final do ciclo foram: altura da planta, diâmetro do caule, massa fresca da planta, número de vagens por planta e produtividade dos grãos. Os valores médios das variáveis respostas foram submetidos à análise de variância e, quando significativos, ao teste de Tukey. De acordo com os resultados, apenas o diâmetro do caule foi influenciado significativamente pelos tratamentos. Dessa forma, a produção da soja na região litorânea do Ceará pode ser realizada via gotejamento superficial, utilizando uma irrigação semanal.

Palavras-chave: *Glycine max.* Gotejamento superficial. Monsoy.

ABSTRACT

Soybean is a very widespread leguminous in the agronomic environment, since it presents a considerable range of use for several markets, such as food industry, biodiesel industry, green manuring, among others. Most of this material is concentrated in the Southeast, Center West and South regions, with most of the research being directed to these regions. The Brazilian Northeast, in turn, is in a productive penumbra in relation to those regions, a fact generally attributed to the lower availability of water. However, with the advent of scientific and technological development, it is now possible to produce in different regions and under less favorable conditions. In this sense, in addition to aggregating knowledge on the water management of soybean in locations considered inhospitable to the crop, such as Ceará, this research aims to evaluate the agronomic performance of the crop with different irrigation frequencies, to measure the viability of the irrigated crop in the coastal region in Ceará State. The experiment was carried out in the experimental area of the Meteorological Station, belonging to the Federal University of Ceará. The experimental design was a randomized block design with five treatments, four replicates and 1.5 m² plots containing 45 plants. The treatments consisted of five irrigation frequencies: five, four, three, two and once a week. The response variables analyzed at the end of the cycle were: plant height, stem diameter, fresh plant mass, number of pods per plant and grain yield. The mean values of the response variables were submitted to analysis of variance and, when significant, to the Tukey test. According to the results, only the diameter of the stem was significantly influenced by the treatments. Thus, soybean production in the coastal region of Ceará can be carried out via surface drip irrigation, using weekly irrigation.

Key words: *Glycine max.* Surface drip. Monsoy.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Vista aérea da Estação Meteorológica da UFC, com destaque para a área destinada aos experimentos, Fortaleza, Ceará, 2017.....	21
Figura 2– Croqui da experimental, Fortaleza, Ceará, 2016.	23
Figura 3 - Sistema de irrigação instalado na área experimental, Fortaleza, Ceará, 2016.	24
Figura 4 – Irrigação diária da soja para uniformizar a germinação das sementes, Fortaleza, Ceará, 2016.....	25
Figura 5 - Colheita da soja 120 dias após o plantio, Fortaleza, Ceará, 2016.	26
Figura 6 – Variáveis respostas da soja, analisadas no experimento com frequências de irrigação: diâmetro do caule (A); massa fresca da planta (B); produtividade dos grãos (C); número de vagens por planta e a altura da planta (D), Fortaleza, Ceará, 2016.....	27

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Descrição dos estádios fenológicos da soja.	17
---	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Dados médios mensais das variáveis climáticas durante o experimento, Fortaleza, Ceará, 2016.....	22
Tabela 2 – Análise físico-química da camada de solo de 0 a 20 cm , Fortaleza, Ceará, 2015.	22
Tabela 3 – Valores do coeficiente da cultura conforme as fases fenológicas Fortaleza, Ceará, 2017.....	25
Tabela 4 – Valores médios das variáveis respostas: altura da planta (AP); diâmetro do caule (DC); massa fresca da planta (MF); número de vagens por planta (NVP) e produtividade dos grãos (PROD), Fortaleza, Ceará, 2017.	28

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Conab	Companhia Nacional de Abastecimento
LIMA	Laboratório de Investigação de Acidentes com Máquinas Agrícolas
DAEUA	Departamento de Agricultura dos Estados Unidos
GM	Grupo de Maturação
DENA	Departamento de Engenharia Agrícola
UFC	Universidade Federal do Ceará
SiBCS	Sistema Brasileiro de Classificação de Solos
EUA	Estados Unidos da América
PVC	Policloreto de Polivinila
DN	Diâmetro Nominal
DAP	Dias após plantio
AP	Altura da planta
DC	Diâmetro do caule
MF	Massa fresca
NVP	Número de vagens por planta
PROD	Produtividade
NADH	Nicotinamida Adenina Dinucleótido
ANA	Agência Nacional de Águas

SUMARIO

1 INTRODUÇÃO.....	14
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	15
2.1 Cultura da soja.....	15
<i>2.1.1 Origem e importância socioeconômica.....</i>	<i>15</i>
<i>2.1.2 Taxonomia e características botânicas.....</i>	<i>16</i>
<i>2.1.3 Principais qualidades e desígnios da soja.....</i>	<i>17</i>
<i>2.1.4 Frequência de irrigação.....</i>	<i>18</i>
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	21
3.1 Caracterização da área experimental.....	21
<i>3.1.1 Localização.....</i>	<i>21</i>
<i>3.1.2 Clima.....</i>	<i>21</i>
<i>3.1.3 Solo.....</i>	<i>22</i>
3.2 Delineamento experimental.....	22
3.3 Condução do experimento.....	23
<i>3.3.1 Preparo da área experimental.....</i>	<i>23</i>
<i>3.3.2 Sistema de irrigação.....</i>	<i>24</i>
<i>3.3.3 Manejo da irrigação.....</i>	<i>25</i>
<i>3.3.4 Tratos culturais.....</i>	<i>26</i>
<i>3.3.5 Colheita.....</i>	<i>26</i>
<i>3.3.6 Variáveis respostas analisadas.....</i>	<i>27</i>
3.4 Análise estatística.....	27
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	28
5 CONCLUSÕES.....	33
6 REFERÊNCIAS.....	34

1 INTRODUÇÃO

A soja [*Glycine max* (L.) Merrill] é considerada uma cultura com grande representatividade na economia mundial, dada sua capacidade de geração de emprego e renda para as nações, bem como por sua elevada significância na composição das exportações de países como Estados Unidos da América, Brasil e Argentina. Além disso, seus grãos são largamente utilizados na produção de óleo vegetal, leite, bebidas com suco de frutas, biscoitos, farinhas, complementos alimentares, sorvetes, rações para alimentação animal, de biocombustível e de outros produtos. Não por acaso, é elencada como a cultura de maior representatividade na produção de grãos e em área plantada no Brasil, produzindo mais proteína por unidade de área que qualquer outra cultura.

No Ceará, caracterizado pela escassez de água e secas recorrentes, já foram testados alguns genótipos de soja que apresentavam potencialidades para serem cultivados nesta região. Entretanto, devido às peculiaridades associadas às condições climáticas do Estado, foi constatado que o uso de práticas de irrigação é indispensável. Pois, diante da escassez de recursos hídricos na região, faz-se necessário o uso eficiente de mananciais hídricos, aproveitando-os conforme as necessidades da cultura. Dessa forma, prover o suprimento adequado de água via irrigação, principalmente a partir de sistemas modernos como o gotejamento, permite o uso eficiente da água e beneficia todas as características agronômicas da cultura.

Experimentos que avaliam diferentes frequências de irrigação visam principalmente otimizar o manejo hídrico e o desempenho agrônomico da cultura. Por esse motivo, esta pesquisa tem por objetivo avaliar o efeito de cinco frequências fixas de aplicação de água sobre o desempenho produtivo da soja irrigada por gotejamento, nas condições edafoclimáticas do Litoral estado do Ceará.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Cultura da soja

2.1.1 Origem e importância socioeconômica

Precisar o ponto de origem da soja [*Glycine max* (L.) Merrill] no mundo é um tanto quanto enigmático, pois é possível encontrar registros de espécies antes de Cristo (a.C.), como o do herbário *PEN TS' AO KANG UM*, na China, que data de 2.838 a.C., entretanto, existem relatos do ano de 2.207 a.C. designando tratos culturais, período de plantio, colheita e indicação de solos que remetem a cultura da soja (MORSE, 1950). Por isso, não há um comum acordo entre os estudiosos da área no momento de precisar sua gênese, visto que apontamentos de períodos tão longos tornam este feito pouco eficaz.

No Brasil, o primeiro registro da presença de soja data do ano de 1.882, com alguns ensaios realizados no estado da Bahia (DUTRA, 1882 *apud* CASTRO, 1981). Após este relato, houve outros em diversas regiões do País, como, por exemplo, em Campinas, São Paulo, em 1892 (LEAL, 1967). Desde então, a cultura pôde demonstrar, pouco a pouco, sua potencialidade e viabilidade produtiva para o mercado interno e externo, tornando-se a gigante que é hoje, com previsão produtiva de cerca de 105 milhões de toneladas em janeiro de 2017, Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB).

Neste contexto, o Brasil se encontra no ranking na segunda posição com previsão de que seus campos irão produzir 105,56 milhões de toneladas, perdendo o primeiro lugar para os EUA, que apresentam estimativa produtiva de 117,21 milhões de toneladas de soja. A Argentina, na terceira posição, apresenta uma distância significativa entre os primeiros lugares, com o prenúncio de 57 milhões de toneladas de soja.

Na aquisição de soja, quem se destaca como consumidora é a China, que ocupa o primeiro lugar como importador. Ela absorve, aproximadamente, 62,79% de todas as importações mundiais da oleaginosa. Em seguida, vem a União Europeia usufruindo de 10,07% das importações mundiais.

Além disso, segundo o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos, o Brasil é considerado o maior exportador do mundo, responsável por 52,52% de todas as exportações mundiais, seguido pelos Estados Unidos, com 29,88%, e pela Argentina, com 6,43% (CONAB, 2017).

2.1.2 Taxonomia e características botânicas

Morfologicamente, a soja pertence à família Fabaceae e subfamília Papilionoideae. É caracterizada como dicotiledônea, exibe porte herbáceo (60 a 110 cm), suas flores apresentam coloração branca, roxa ou cor intermediária, seu fruto é uma vagem que apresenta de um a cinco grãos, podendo apresentar formato liso, globoso ou elíptico.

As cultivares de soja no Brasil são classificadas conforme seu Grupo de Maturação (GM), ou seja, conforme o período que finaliza seu ciclo e isso muda conforme a região de cultivo (NEPOMUCENO *et al.*, 2008). No Nordeste, por exemplo, em Balsas, no Maranhão, cultivares do grupo de maturação 9.3, ou seja, demonstram ciclo médio estabelecido em 115 dias após a emergência em altitude local de 290 m. Já, em regiões que apontam maiores altitudes, acima de 500 m, este ciclo aumenta em 10 dias, totalizando a média de 125 dias (PEREIRA *et al.* 2011). Além disso, agronomicamente, existe uma classificação adicional descrita por Fehr *et al.* (1971), que visa relacionar os estádios fenológicos (vegetativos e reprodutivos) da cultura da soja (Quadro 1).

Segundo Câmara (2014) e Sedyama (2009), a soja está entre as plantas que apresentam dois tipos crescimento; o determinado (onde há uma estagnação total do crescimento vegetativo dado o início do florescimento, com a gema apical transformando-se em uma inflorescência terminal) e o indeterminado (dado o início do florescimento, perdura o crescimento vegetativo até o início da granação).

Complementarmente, essa leguminosa encontra temperatura propícia para o seu desenvolvimento em torno de 30°C (TORRES; SARAIVA, 1999). Seu sistema radicular é considerado difuso ou fracamente pivotante (NOGUEIRA; MANFREDINI, 1983), constituído por uma raiz principal e um grande número de raízes secundárias, de modo que estas raízes laterais podem apresentar um padrão de crescimento variável, chegando a atingir cerca de 185 cm de profundidade. Entretanto, no geral, suas raízes concentram-se na porção do solo que varia de 15 a 20 cm (COALE; GROVE, 1986).

Assim, para transpor possíveis situações de estresse hídrico, essa oleaginosa necessita de um espaçamento adequado para que suas raízes sejam distribuídas de forma homogênea na camada inicial até 25 cm, pois uma concentração exacerbada de raízes superficiais e o aprofundamento do sistema radicular têm efeito direto sobre a quantidade de água disponível para a cultura (TORRES; SARAIVA, 1999). Corroborando com este fato, em soja cultivada

sem irrigação, Mayaki *et al.* (1976) afirmam que 67% das raízes localizam-se nos primeiros 30 cm; 16% entre 30 cm e 90 cm, e 17% abaixo de 90 cm, em comparação com 71%, 21% e 9% nas respectivas camadas em soja irrigada.

Quadro 1 – Descrição dos estádios fenológicos da soja.

Estádio vegetativo		
Estádio	Denominação	Descrição
VE	Emergência	Cotilédones acima da superfície do solo
VC	Cotilédone	Cotilédones abertos
V1	Primeiro nó	Folhas unifolioladas com margens não mais se tocando
V2	Segundo nó	Primeiro trifólio aberto
V3	Terceiro nó	Segundo trifólio aberto
Vn	"n" nó	Enésimo trifólio aberto antes da floração
Estádios Reprodutivos		
Estádio	Denominação	Descrição
R1	Início da floração	Início da floração: até 50% das plantas com flor
R2	Floração plena	Floração plena: maioria dos racemos com flores abertas
R3	Início da formação de vagens	Vagens com até 1,5 cm e presença de flores
R4	Vagens desenvolvidas	Maioria das vagens no terço superior com 2-4cm
R5.1	Início da formação dos grãos	Grãos perceptíveis ao tato 10% da granação
R5.2	Formação dos grãos	Maioria das vagens com granação 10%-25% de granação
R5.3	Formação dos grãos	Maioria das vagens entre 25%-50% de granação
R5.4	Formação dos grãos	Maioria das vagens entre 50%-75% de granação
R5.5	Formação dos grãos	Maioria das vagens entre 75%-100% de granação
R6	Grãos desenvolvidos	Vagens com granação de 100% e folhas verdes
R7.1	Início da maturação	Início a 50% de amarelecimento de folhas e vagens
R7.2	Maturação em andamento	Entre 51% e 75% de folhas e vagens amarelas
R7.3	Maturação em andamento	Mais de 76% das folhas e vagens amarelas
R8.1	Maturação fisiológica	Início a 50% de desfolha
R8.2	Secagem dos grãos	Mais de 50% de desfolha à pré-colheita
R9	Ponto de colheita	Ponto de colheita

Fonte: Adaptada de Fahr *et al.* (1971).

2.1.3 Principais qualidades e desígnios da soja

A soja é considerada uma fonte de proteína completa, isto é, possui quantidades significativas de todos os aminoácidos essenciais. Seu consumo pode ser feito tanto por humanos, quanto por animais (forragem, pastagem, alimentação de animais aquáticos). Geralmente, os grãos plantados no Brasil contêm de 18% a 20% de óleo e o farelo representa 79% (existe teor de proteína de 45%). Além disso, a soja é considerada um alimento funcional que, além das suas aplicabilidades nutricionais básicas, promove benefícios à saúde,

reduzindo riscos de ocorrência de doenças (JARDINE; BARROS; MANZONI, 2017). Anjo (2004) afirma que consumidores regulares de soja têm uma menor tendência a desenvolver de câncer de cólon, mama e próstata.

Na indústria, este grão tem vasta aplicação. Na alimentícia, por exemplo, é usado como matéria-prima para a produção de leite de soja, carne de soja, tofu, doces, óleo de soja, tempero para saladas, constituinte de embutidos, farinhas, rações para distintas espécies animais, entre outros. Destaca-se, entre estas e outras aplicabilidades, o uso como matéria prima de diversos produtos e subprodutos bastante utilizados em processos químicos de cosméticos, sabão e na produção de biodiesel (JARDINE; BARROS; MANZONI, 2017; MILFONT, 2012; HASSE, 1996). Além destas serventias, os mesmos autores enfatizam o uso da matéria prima para a fabricação de lubrificantes, explosivos, adesivos, isolamentos elétricos, papel impermeável e laminados, acessórios para veículos, vernizes, antioxidantes, tubulações, vedações, borrachas sintéticas e estabilizadores de combustível.

A soja, devido sua versatilidade, pode ser considerada uma cultura chave para as indústrias nacionais e internacionais. Portanto, as pesquisas visando estabelecer novos padrões de cultivo e novas aplicabilidades da matéria prima são de suma importância, pois os estudos, de modo geral, objetivam potencializar ainda mais a produção de soja para consumo interno ou exportação.

2.1.4 Frequência de irrigação

A frequência de irrigação, também conhecida com turno de rega ou intervalo de irrigação, é expressa pelo período, normalmente em dias, de irrigações sucessivas (GOMES, 1999). A escolha desta é considerada uma decisão técnica que avalia características de operação do sistema de irrigação da área, características físico-hídricas do solo e do estágio fenológico da cultura, desde que alterações nestes parâmetros não comprometam o desempenho produtivo da cultura (BRAGA; CALGADO, 2010).

Segundo Albuquerque (2010), o manejo fixo da frequência de irrigação é o mais utilizado, pois representa maior facilidade para o produtor, simplificando o manejo. Por outro lado, a situação ideal seria controlar o turno de rega conforme as fases que a cultura se encontra, isto é, conforme o ciclo fenológico da cultura. Além destes, outros fatores como solo, clima, planta e manejo, podem interferir no manejo da frequência de irrigação, pois

conforme a situação em que se encontra, a planta pode requerê-la com maior ou menor assiduidade (MANTOVANI; BERNARDO; PALARETTI, 2006). Entretanto, gerir este cenário não é considerado prático devido às dificuldades de manejar constantemente as modificações setorizadas conforme cada estágio. Entenda-se também por praticidade fatores como a disponibilidade de funcionários e nível tecnológico apresentado pelo agricultor.

Em geral, os experimentos conduzidos a fim de testar esse fator de produção visam contribuir para que o produtor consiga o maior desempenho da cultura, com a menor frequência estipulada. Dessa forma, o manejo se torna eficiente, visto que ocorre a economia dos recursos hídricos e o rendimento agrônômico da cultura atinge um padrão ideal para a situação que foi estabelecida (REBOUÇAS NETO, 2016; GARCIA, 2015; PEREIRA FILHO, 2012; SOUSA; COELHO; SOUZA, 1999). Ainda nesse sentido, é importante salientar que a quantidade e a frequência de água que adentram as células dos tecidos vegetais são responsáveis pela manutenção da turgescência foliar, do crescimento e pela formação estrutural dos tecidos, atividades estas que são regidas pelo sistema solo-planta-atmosfera (TAIZ; ZEIGER, 2015).

Assim, é necessário compreender o porquê e a importância de experimentos que avaliam a frequência de irrigação, pois a partir do momento que houver indisponibilidade total ou parcial de água no solo, de forma que não seja possível suprir a demanda hídrica da planta ou por ventura o solo contiver água disponível, mas a planta não for capaz de absorvê-la em velocidade e quantidade hábil para atender a demanda atmosférica, instalar-se-á o déficit hídrico, danoso para o desenvolvimento das plantas (PEREIRA *et al.*, 1998).

O déficit hídrico aqui mencionado é considerado um dos principais fatores que podem afetar o desenvolvimento de uma planta. A este é atribuído à causa de reduções na produtividade agrícola, especialmente, por estar diretamente associado ao comprometimento de processos relacionados ao desenvolvimento das plantas, incluindo mudanças anatômicas, morfológicas, fisiológicas e bioquímicas. Ademais, as significâncias dos efeitos estão diretamente atreladas à sua intensidade, duração e ao estágio de desenvolvimento da cultura (BEZERRA *et al.*, 2003; BERLATO; BERGAMASHI, 1992).

Nas regiões do Brasil como o Agreste ou o Semiárido, não é possível produzir satisfatoriamente sem o uso de técnicas de irrigação (CANO, 2000). Conforme o Relatório publicado em 2016 pela Agência Nacional de Águas (ANA), o Brasil está entre os dez países com maiores áreas irrigadas do globo terrestre, este valor foi equivalente a cerca de

1,275 milhões de hectares e, para tal área, registra uma totalidade de 20 mil pivôs centrais. Sendo o uso de pivôs o maior responsável pela outorga do direito de uso de recursos hídricos em corpos de água de domínio da União, representando 30,1% do total destes. Nesta situação, os plantios de soja representam 14,7% da área total que utiliza esta tecnologia.

A demanda hídrica requisitada pela soja, de maneira geral, para a obtenção de produtividade satisfatória, está entre os intervalos de 450 a 850 mm por ciclo, no Brasil (FRANKE; DORFMAN, 2000). Já, nos países da América do Norte, como, por exemplo, nos Estados Unidos da América, o ciclo pode requerer apenas 452 mm quando cultivada com irrigação via pivô central, e de 431 mm quando cultivada em sequeiro (SUYKER; VERMA, 2009). Porém, devem-se considerar as variações climáticas (que possam ocorrer durante seu crescimento), manejo da cultura e da variedade empregada, pois devido estes fatores o intervalo pode variar.

Do mesmo modo, para a frequência de irrigação, os fatores acima descritos impostos por cada região demonstram variação. Entretanto, dados que revelem esta informação sobre a região Nordeste e sendo mais seletivo, no estado do Ceará, são escassos na literatura, demonstrando a importância de trabalhos como este para o meio acadêmico solucionar e repassar os resultados para o produtor rural.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterização da área experimental

3.1.1 Localização

O experimento foi conduzido no segundo semestre de 2016, na área experimental da Estação Meteorológica (3°44'S, 38°33'W e 19,5 m), pertencente ao Departamento de Engenharia Agrícola (DENA), localizado na Universidade Federal do Ceará (UFC), Fortaleza, Ceará (Figura 1).

Figura 1 - Vista aérea da Estação Meteorológica da UFC, com destaque para a área destinada aos experimentos, Fortaleza, Ceará, 2017.



Fonte: Google Earth, adaptada (2017).

3.1.2 Clima

Segundo Koppen (1923), o clima da região é do tipo Aw', caracterizado como tropical chuvoso, muito quente, com chuvas predominantes no verão/outono (GARCIA, 2015). No mês mais frio, a temperatura média pode ser igual ou maior a 18 °C e a precipitação do mês mais seco pode ser menor que 30 mm (AGUIAR *et al.*, 2003). A região apresenta precipitação média anual de 1.564 mm, temperatura média do ar de 26,9 °C e umidade relativa média do ar de 80%, segundo dados da Estação Meteorológica da UFC (GARCIA, 2015).

Na Tabela 1, realizada com dados coletados na Estação Meteorológica da UFC, constam os dados médios das variáveis climáticas durante o período de execução do experimento.

Tabela 1 – Dados médios mensais das variáveis climáticas durante o experimento, Fortaleza, Ceará, 2016.

Mês	Temperatura do ar (°C)	Temperatura Mínima (°C)	Temperatura Máxima (°C)	Umidade relativa do ar (%)	Velocidade do vento (m s ⁻¹)	Precipitação (mm)
Setembro	27,6	22,5	31,2	69	4,5	0,0
Outubro	28,0	23,0	31,8	68	4,2	0,0
Novembro	28,3	23,2	32,0	70	4,4	0,0
Dezembro	28,3	23,2	31,8	69	3,4	11,4

Fonte: Dados da Estação Meteorológica da UFC.

3.1.3 Solo

O solo da região é classificado como Argissolo Vermelho Amarelo, de textura franco arenosa (EMBRAPA, 2006). Vale ressaltar que este tipo de solo é de grande expressão em termos de área no estado do Ceará e, também, de elevada importância econômica. As características físico-químicas deste solo seguem abaixo na Tabela 2.

Tabela 2 – Análise físico-química da camada de solo de 0 a 20 cm, Fortaleza, Ceará, 2015.

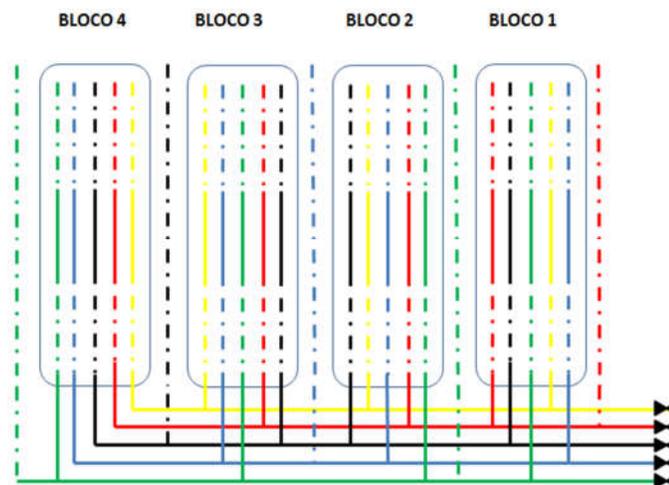
Análise Química		Análise Física	
Al ³⁺	0,25	Areia fina (g kg ⁻¹)	370
K ⁺ (cmol _c kg)	0,26	Areia grossa (g kg ⁻¹)	434
Ca ²⁺ (cmol _c kg)	1,00	Silte (g kg ⁻¹)	98
Mg ²⁺ (cmol _c kg)	0,70	Argila (g kg ⁻¹)	98
Na ⁺ (cmol _c kg)	0,34	Argila natural (g kg ⁻¹)	49
H ⁺ +Al ³⁺ (cmol _c kg)	1,16	Floculação (g 100g ⁻¹)	50
pH	6,4	Água útil (g 100g ⁻¹)	5,74
CE (dS m ⁻¹)	0,44	Classe textural	Franco arenosa

Fonte: Laboratório de Solo e Água da UFC.

3.2 Delineamento experimental

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com cinco tratamentos, quatro repetições e parcelas de 1,5 m² (3,0 m x 0,5 m) contendo 45 plantas cada (Figura 2).

Figura 2– Croqui da experimental, Fortaleza, Ceará, 2016.



Fonte: Autor (2016).



As linhas com traços contínuos representam os tratamentos, e as com traços pontilhados, as bordaduras. Os tratamentos consistiram em cinco frequências de irrigação: cinco irrigações por semana (linha amarela); quatro vezes por semana (linha azul); três vezes por semana (linha vermelha); duas vezes por semana (linha preta); e uma vez por semana (linha verde). Todos os tratamentos receberam a mesma lâmina de irrigação, totalizando 783,01mm durante o ciclo.

3.3 Condução do experimento

3.3.1 Preparo da área experimental

O preparo do solo foi feito de forma mecanizada, com máquinas e implementos do Laboratório de Investigação de Acidentes com Máquinas Agrícolas (LIMA) da UFC.

Foram realizadas uma aração e duas gradagens cruzadas. Após este preparo, realizou-se a marcação das linhas de plantio, com 3,0 m de comprimento cada e espaçadas entre si de 0,5 m. Em seguida, onde se delimitaram as linhas do plantio, foi feita a abertura manual de dois sulcos (um para adubação de fundação e outro para o plantio) com o auxílio

de um enxadeco. Finalmente, a área foi semeada manualmente com a cultivar Monsoy 8644, na profundidade variando de 3 a 5 cm.

3.3.2 Sistema de irrigação

O sistema de irrigação, do tipo gotejamento superficial, foi composto principalmente por: conjunto moto-bomba, registros de esfera, manômetro, linha principal, linhas de derivação e linhas laterais (Figura 3).

Figura 3 - Sistema de irrigação instalado na área experimental, Fortaleza, Ceará, 2016.



Fonte: Amaral Neto (2016).

A linha principal foi composta por um tubo do tipo policloreto de polivinila (PVC) de 50 mm de diâmetro nominal (DN). As linhas de derivação foram constituídas de polietileno flexível de 25 mm de DN. As linhas laterais foram compostas por fitas gotejadoras de 16 mm de DN, com gotejadores autocompensantes e antidrenantes de $1,5 \text{ L h}^{-1}$.

Após a instalação, o sistema de irrigação foi avaliado para averiguar se não haviam vazamentos a serem corrigidos e se os emissores, válvulas, registros, entre outros, estavam em pleno funcionamento.

A primeira irrigação foi efetuada um dia antes do plantio, para elevar a umidade do solo até a capacidade de campo. Após essa irrigação inicial, foram efetuadas duas regas diárias para garantir a adequada germinação das sementes e, com isso, a uniformidade inicial do estande (Figura 4).

Na Figura 4 (dezesesseis dias após o plantio), é possível perceber que a sementes germinaram adequadamente, garantindo a uniformidade do estande até a diferenciação dos tratamentos.

Figura 4 – Irrigação diária da soja para uniformizar a germinação das sementes, Fortaleza, Ceará, 2016.



Fonte: Autor.

3.3.3 Manejo da irrigação

A lâmina de irrigação foi estimada diariamente para repor a evapotranspiração da cultura (Equação 1).

$$ETc = ETo * kc \quad (1)$$

em que: ETc é a evapotranspiração da cultura (mm dia^{-1}); ETo é a evapotranspiração de referência (mm dia^{-1}); kc é o coeficiente da cultura (adimensional), que variou conforme as divisões apresentadas na Tabela 3 que representam os estádios fenológicos da soja.

Tabela 3 – Valores do coeficiente da cultura conforme as fases fenológicas Fortaleza, Ceará, 2017.

	Fase I	Fase II	Fase III	Fase IV	Fase V
Período (dias)	120	120	120	120	120
Duração (dias)	24	24	24	24	24
Kc	0,4	0,8	1,15	0,8	0,5

Fonte: Adaptado Allen *et al.*, (2006).

A ETo foi estimada pelo método do Tanque Classe A (Equação 2).

$$ETo = ECA * Kp \quad (2)$$

em que: ETo é a evapotranspiração de referência (mm dia^{-1}); ECA é evaporação do tanque classe “A” (mm dia^{-1}) e Kp é o coeficiente do tanque (adimensional), este foi considerado igual a um.

O tempo de irrigação utilizado no experimento consta na Equação 3.

$$T_i = \frac{L_i E_L E_g F_C}{E_i q_g} \quad (3)$$

em que: T_i é o tempo de irrigação (h); L_i é a lâmina de irrigação a ser aplicada (mm dia^{-1}); E_L é o espaçamento entre linhas de irrigação (m); E_G é o espaçamento entre gotejadores (m); F_C é o fator de cobertura do solo (adimensional); E_i é a eficiência de irrigação (adimensional); q_g é a vazão do gotejador (L h^{-1}).

A frequência de irrigação foi diferenciada aos 26 dias após o plantio (DAP), conforme cada tratamento.

3.3.4 Tratos culturais

No decorrer do experimento (120 dias), foram realizados: o desbaste manual das plântulas de soja, a capina de plantas daninhas, o controle químico de pragas e doenças e fertirrigação.

3.3.5 Colheita

A colheita manual da soja foi realizada 120 dias após o plantio. De acordo com Figura 5, observa-se que as bordaduras foram preservadas e que o material foi coletado na porção central de cada parcela.

Figura 5 - Colheita da soja 120 dias após o plantio, Fortaleza, Ceará, 2016.



Fonte: Amaral Neto (2017).

Após a colheita, as plantas foram etiquetadas conforme o respectivo tratamento, e conduzidas ao laboratório para a análise das variáveis respostas.

3.3.6 Variáveis respostas analisadas

As variáveis respostas analisadas foram: altura da planta, número de vagens por planta, diâmetro do caule, massa fresca da planta e produtividade dos grãos (Figura 6).

Figura 6 – Variáveis respostas da soja, analisadas no experimento com frequências de irrigação: diâmetro do caule (A); massa fresca da planta (B); produtividade dos grãos (C); número de vagens por planta e a altura da planta (D), Fortaleza, Ceará, 2016.



Fonte: Amaral Neto (2017).

O diâmetro do caule foi mensurado na porção ligeiramente acima do colo, por meio de um paquímetro digital (Figura 6A). A massa fresca da planta foi obtida através de uma balança de precisão (Figura 6B). A produtividade dos grãos foi estimada a partir da massa média de oito plantas por parcela (extrapolada para área de um hectare), obtida por meio de uma balança de precisão (Figura 6C). O número de vagens por planta foi contado manualmente, e a altura da planta foi mensurada com uma trena (Figura 6D).

3.4 Análise estatística

Inicialmente, os dados médios das variáveis respostas foram submetidos a uma análise de variância pelo teste F a 5% de probabilidade. Posteriormente, quando significativos, foram submetidos ao teste de Tukey para identificar as diferenças entre os tratamentos.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a Tabela 3, percebe-se que a única variável resposta que respondeu significativamente aos tratamentos foi o diâmetro do caule. Para essa variável, os tratamentos, com exceção das frequências de duas e cinco irrigações diárias, não diferiram estatisticamente entre si. Sendo F1 o tratamento que recebeu irrigação uma vez na semana, F2 duas vezes, F3 três vezes, F4 quatro vezes e F5 cinco vezes.

Tabela 4 – Valores médios das variáveis respostas: altura da planta (AP); diâmetro do caule (DC); massa fresca da planta (MF); número de vagens por planta (NVP) e produtividade dos grãos (PROD), Fortaleza, Ceará, 2017.

Tratamentos	AP (cm)	DC (mm)	MF (kg)	NVP (unidade)	PROD (kg ha ⁻¹)
F1	80,25 a	5,12 ab	0,1850 a	19,75 a	2.254,88 a
F2	77,50 a	5,09 a	0,1413 a	18,63 a	2.194,13 a
F3	81,88 a	5,75 ab	0,1925 a	16,38 a	2.059,13 a
F4	79,88 a	5,54 ab	0,1925 a	19,13 a	2.673,00 a
F5	88,50 a	5,93 b	0,1725 a	21,88 a	2.699,63 a
CV (%)	8,50	6,73	41,0	26,41	29,25

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Fonte: Elaboração própria, 2017.

Assim, é possível constatar que, nas condições sob as quais o plantio de soja foi submetido, de maneira geral, a seleção de qualquer uma das frequências testadas é indiferente. Isso significa que o produtor terá a mesma eficácia independentemente das frequências avaliadas nesse experimento.

Conforme se pode observar na Tabela 3, não são evidenciadas respostas das variáveis AP; MF; NVP e PROD. Para as condições testadas, apenas o diâmetro do caule que apresenta, estatisticamente, diferenciação sendo considerado entre F1, F2, F3 e F4, em média 5,37mm e F1, F3, F4 e F5, em média 5,58 mm e, entre eles, iguais perante as análises. Para Estefanel *et al.* (1984), o diâmetro do caule da soja apresenta uma média de 9,4 mm em condições climáticas sulinas. Já, Cordeiro Junior (2014), avaliando-a em condições nordestinas, tem como padrão uma média de 8,02 mm para o DC.

Ainda de acordo com a Tabela 3, o número de vagens por planta não apresentou diferença significativa entre os tratamentos, em média, apresentou 17 vagens por planta avaliada. Em Campinas, São Paulo, Queiroz-Voltan; Nogueira e Miranda (2000), obtiveram como valores médios 73 e 82 vagens para as cultivares de soja IAC 8 e para IAC 14,

respectivamente e 134 cm e 84 cm para a variável altura da planta. No presente experimento, esses valores ficaram em média de 81,60 cm. Já, em condições também nordestinas, Almeida; Peluzio e Afféri (2011) constataram entre os doze genótipos estudados, um comportamento médio de 33 vagens por planta. No trabalho de Di Mauro *et al.* (2005), em Minas Gerais, esta última variável apresentou um crescimento médio de 71 cm para mais de vinte cultivares analisadas. Na região Nordeste do País, segundo Montalván Del Águila, *et al.* (2011), as cultivares indicadas para estas localidades apresentam porte médio de 80,02 cm.

Em sequência, para a variável massa fresca da planta, em média, cada tratamento deste estudo apresentou plantas média de 0,177 kg. Para Queiroz-Voltan; Nogueira e Miranda, (2000), os valores médios desta variável foram 0,1548 (IAC 8) e 0,1296 (IAC 14) kg de matéria seca por vaso.

Quanto à produtividade, em média, cada tratamento produziu 2376,15 kg ha⁻¹, demonstrando que o cultivo no Ceará é viável, pois quando comparados aos experimentos de Almeida; Peluzio e Afféri (2011) apresentam médias produtivas semelhantes em Tocantins com 2656 kg ha⁻¹ e Bonato *et al.* (2001), que em avaliações com cultivares diferentes utilizadas no sul do Brasil, durante três anos consecutivos, obtiveram médias de 3.030 kg ha⁻¹ (BRS 137) e 2.960 kg ha⁻¹ (IAS 5).

Para Komori *et al.* (2004), essa característica, porte da planta, está intrinsicamente associada a cada cultivar em questão, pois em experimento, a DM-570, de ciclo maior, apresentou maior altura, enquanto a DM-118, de menor ciclo, cresceu menos. Já, Costa *et al.* (2014), no perímetro irrigado de Jaguaribe, Ceará, no uso da cultivar M-SOY 9144 RR, a soja apresentou uma média de 50,68 cm de altura. Neste trabalho, esses resultados foram atribuídos à rusticidade da cultivar Monsoy 8644 e a sua alta estabilidade, em média, a altura que o cultivar atinge é 77 cm de altura (Da SOJA; MONSOY, 2017).

Peluzio *et al.* (2010), testando distintas condições ambientais para a soja sob mesmo sistema de irrigação, os autores ratificam que as cultivares apresentam comportamentos distintos conforme a situação do ambiente a que estão expostas. Por isso, alguns cultivares apresentam alta adaptabilidade devido sua rusticidade, como no caso da Monsoy 8644, e outros não. Segundo Taiz e Zeiger (2015), as plantas podem desenvolver ou serem desenvolvidas, como no caso da cultivar de soja avaliada, de forma que desempenhem alto grau de sobrevivência em condições desfavoráveis.

Nos experimentos de Coelho *et al.* (2006), que visaram avaliar a produtividade e

eficiência de água das bananeiras 'Prata Anã' e 'Grand Naine' sob irrigação, utilizando dentre outros fatores três frequências (dois, quatro e seis dias) de rega, os autores relataram que as frequências testadas não representaram efeito significativo na produtividade das bananeiras, apenas no diâmetro de frutos. Eles atribuíram tal fato ao efeito da cultivar, ou seja, cultivares distintas podem reagir de forma diferente em condições semelhantes. Neste caso, os autores verificaram que a cultivar Grand Naine é mais eficiente no uso de água que a cultivar Prata Anã.

Assim como neste trabalho, os resultados de Coelho *et al.* (2006) demonstram que nas condições climáticas e de solo em que foram conduzidos os trabalhos, a frequência de irrigação não precisa ser necessariamente diária e que, para as bananeiras avaliadas sob condições semelhantes, é possível utilizar intervalos de até seis dias entre irrigações, não havendo o comprometimento da produtividade.

Além disso, Wendling e Gatto (2002) afirmam que irrigações muito frequentes com pequenas lâminas não são apropriadas. A não adequação ocorre por conta das lâminas molharem apenas alguns centímetros da camada superficial do solo, sendo assim, a perda de água por evaporação torna-se acentuada. Em contrapartida, irrigações que dispõem de baixa frequência e lâminas elevadas também não são adequadas, pois estas favorecem a lixiviação de nutrientes e o surgimento de doenças. Neste contexto, Beutler e Centurion (2003), visando avaliar o efeito do conteúdo de água e da compactação do solo na produção de soja, verificaram que, conforme o tipo de solo, condições climáticas e planta, o nível crítico de resistência do solo à penetração para a produção de grãos varia conforme a água que está retida nele. Assim, utilizando-se dessa linha de raciocínio, nota-se que é importante buscar uma situação ideal para cada tipo de cultivo.

Ademais, Casagrande *et al.* (2001) supõem que a expressão de isoenzimas de Nicotinamida Adenina Dinucleótido (NADH) em cultivares submetidas a condições de déficit hídrico, mesmo estas sendo tolerantes, têm relação com produção de energia das cultivares e tal situação define o nível seu tolerância. Segundo os mesmos autores, ainda não é possível justificar a reação deste comportamento de produção de aminoácidos específicos em situações de déficit hídrico. Dessa forma, conjecturam possíveis explicações, como, por exemplo, que a capacidade de absorção e utilização de compostos podem ter ou não relação com os níveis de expressão de proteínas transportadoras de aminoácidos, pois variam conforme a cultivar. Outra hipótese é que, em situações de seca, um genótipo característico se desenvolve, dentro

de uma linha evolutiva, criando mecanismos que permitem a absorção de compostos nitrogenados.

Conforme Castoldi *et al.* (2008), a variável a altura da primeira vagem do genótipo de soja JLM003 apresentou o maior valor (20,49 cm), diferindo dos genótipos JLM018, JLM019, JLM024 e BRS216. Já, na avaliação do componente número médio de vagens por planta, o genótipo BRS216, apresentou aproximadamente 73 vagens. Na variável número de sementes por vagem, o genótipo BRS216 (com 2,63 sementes) exibiu efeito significativo quando confrontado com os demais genótipos avaliados. Já, para massa fresca de vagens por planta, os maiores valores foram observados nos seguintes genótipos JLM024, JLM010, JLM003 e CNPSOI, sendo em média 89,27 g. E, para a massa fresca, em gramas, de 100 sementes, detectaram efeito significativo do genótipo JLM010 (68,19) sobre os demais aqui mencionados, exceto sobre o genótipo JLM003 (62,20), indicando que estes dois genótipos apresentaram grãos maiores. Ademais, no quesito produtividade os autores identificaram que os genótipos diferem significativamente, apresentando extremos com o BRS216 com 4.737,50 kg ha⁻¹ e o JLM003 10.892,50 com kg ha⁻¹. Assim, determinam que fatores como a altura da primeira vagem, número médio de vagens por planta, número de sementes por vagem podem variar conforme o genótipo de soja em estudo. Corroborando nas justificas para os resultados encontrados nestes experimentos para os diversos fatores aqui analisados.

Adicionalmente, a cultura da soja é favorecida por um grau de compactação intermediário em Latossolo, e o grau de compactação ótimo para a cultura da soja é de 86%; no Argissolo, mesma classificação de solo utilizado neste experimento, foi possível determinar um grau de compactação ótimo para as culturas da soja e do feijoeiro, devido aos elevados níveis de compactação (SUZUKI *et al.*, 2007).

Ademais, Nunes (2015), avaliando cultivares de soja quanto o manejo da irrigação no estado do Ceará, verificou que a cultivar TMG1288RR apresentou-se mais resistente a períodos de seca, porém a M 9144 RR, nas condições de manejo de irrigação com déficit hídrico moderado, 50% da ET_{pc}, na fase vegetativa, apresentou maiores índices de produtividade, constatando que diferentes cultivares de soja refletem resultados diferentes quando submetidas às mesmas condições hídricas.

É possível perceber que, em função da cultivar, híbrido, fisiologia, bioquímica, ambiente, solo, clima entre outros fatores semelhantes a estes, a reposição hídrica da cultura

deve ser realizada de forma ímpar, avaliando-se em que condição será realizado o plantio. Dessa forma, fazem-se necessárias pesquisas nesta linha para melhor aproveitar os recursos que o produtor disponibiliza, maximizando seus resultados.

5 CONCLUSÕES

As variáveis agronômicas analisadas na soja cultivar Monsoy 8644A, com exceção do diâmetro do caule, não respondeu significativamente às frequências de irrigação utilizadas. Portanto, para as condições edafoclimáticas do estado do Ceará, esse cultivar pode ser irrigado por gotejamento superficial, com frequência de rega semanal.

6 REFERÊNCIAS

- AGUIAR, M. de J. N. *et al.* **Dados climatológicos: estação de Fortaleza, 2002.** Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, Documentos. 25p. 2003.
- ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Evapotranspiração do cultivo - Guias para a determinação dos requerimentos de água dos cultivos.** Estudo FAO de irrigação e drenagem, 56. Roma, 300 p. 2006.
- ALMEIDA, R. D.; PELUZIO, J. M.; AFFÉRI, F. S.. Divergência genética entre cultivares de soja, sob condições de várzea irrigada, no sul do estado do Tocantins. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 1, p. 108-115, 2011.
- ANA (Agência Nacional de Águas). **Relatório de conjuntura dos recursos hídricos no Brasil.** Brasília. p. 33- 40 , 2016.
- ANJO, D. F. C.. Alimentos funcionais em angiologia e cirurgia vascular. **Jornal Vascular Brasileiro**, v. 3, n. 2, p. 145-154, 2004.
- BERLATO, M. A.; BERGAMASCHI, H.. Alterações micrometeorológicas na cultura da soja submetida a diferentes regimes hídricos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 27, n. 5, p. 661-669, 1992.
- BEUTLER, A. N.; CENTURION, J. F. Efeito do conteúdo de água e da compactação do solo na produção de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, n. 7, p. 849-856, 2003.
- BEZERRA, F. M. L. *et al.* Feijão caupi e déficit hídrico em suas fases fenológicas. **Revista Ciência Agronômica**, v. 34, n. 01, p. 13-18, 2003.
- BONATO, E. R. *et al.* BRS 137: cultivar de soja para cultivo no Sul do Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 5, p. 841-843, 2001.
- BRAGA, M. B.; CALGADO, M.. **Sistema de Produção de Melancia.** Petrolina: Embrapa Semiárido - Sistemas de Produção 6. Versão Eletrônica. 2010.
- CANO, W.. Celso Furtado e a questão regional no Brasil. **Celso Furtado e o Brasil**, p. 93, 2000.
- CÂMARA, G. M. S. Fixação biológica do nitrogênio em soja. **Inform. Agron**, v. 147, p. 1-9, 2014.
- CASAGRANDE, E. C. *et al.* Expressão gênica diferencial durante déficit hídrico em soja. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v. 13, n. 2, p. 168-184, 2001.
- CASTOLDI, R. *et al.* Desempenho de genótipos de soja-hortaliça, em Jaboticabal-SP. **Acta Horticulturae**, v. 769, p. 125-128, 2008.

CASTRO, P. R.C.. Effects of growth regulators on productivity of soybean (*Glycine max* cv. Davis) under competition. **Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz**, v. 38, n. 1, p. 289-298, 1981.

COALE, F. J.; GROVE, J. H. Alterations in soybean root development due to cultural practices: A review 1. **Communications in Soil Science & Plant Analysis**, v. 17, n. 8, p. 799-818, 1986.

COELHO, E. F. *et al.* Produtividade e eficiência de uso de água das bananeiras prata ANÃ EGRAND NAINÉ sob irrigação no terceiro ciclo no Norte de Minas Gerais. **Irriga**, v. 11, n. 4, p. 460-468, 2006.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da Safra Brasileira - Grãos V. 4- SAFRA 2016/17- N. 5.** 2017.

CORDEIRO JUNIOR, J. J. F.. **Produtividade de soja com dupla finalidade e manejos de cultivo em Garanhuns-PE.** Dissertação de Mestrado. Universidade Federal Rural de Pernambuco. 2014.

COSTA, S. C. *et al.* Resposta da soja a adubação fosfatada em área no perímetro irrigado Jaguaribe-Apodi. **II INOVAGRI International Meeting**, 2014.

DA SOJA. Fornecedor de sementes. **Características da cultivar Monsoy 8644.** Disponível em: <<http://www.dasoja.com.br/>>. Acesso em 10 de junho de 2017.

DE ALBUQUERQUE, P. E. P. **Estratégias de manejo de irrigação: exemplos de cálculo.** Minas Gerais: Embrapa Milho e Sorgo - Circular Técnica (INFOTECA-E), p. 25, 2010.

DI MAURO, A. O. *et al.* Ganho genético por seleção em linhagens de soja/Gentic gain by selection in soybean lines. **Ceres**, v. 47, n. 270, p. 6-9, 2015.

DUTRA, G. Soja. **Jornal do Agricultor**, Rio de Janeiro, v7, p. 185-188, 1882.

EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária). **Sistema brasileiro de classificação de solos.** 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306p.

ESTEFANEL, V. *et al.* Tamanho da amostra para estimar características agrônômicas da soja. **Revista do Centro de Ciências Rurais**, v. 14, n. 4, p.3-6, 2008.

FEHR, W. R. *et al.* Stage of development descriptions for soybeans, *Glycine max* (L.) Merrill. **Crop science**, v. 11, n. 6, p. 929-931, 1971.

FRANKE, A. E.; DORFMAN, R. Notas científicas necessidades de irrigação suplementar em soja nas condições edafoclimáticas do Planalto Médio e Missões, rs1. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v. 35, n. 8, p. 1675-1683, 2000.

GARCIA, A. C.. **Supressão e frequência da irrigação na cultura de abobrinha.** Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Ceará. 2015.

GOMES, H. P.. **Engenharia de irrigação: hidráulica dos sistemas pressurizados aspersão e gotejamento.** 3.ed. Campina Grande: UFPB, 1999. 412p.

HASSE, G. B. *et al.* **O Brasil da Soja. Abrindo Fronteiras, Semeando Cidades. The Brazil of Soy-Opening Frontiers, Sowing Cities.** LPM, 1996.

JARDINE, J.G.; BARROS, T. D.; MANZONI, L.P.. Embrapa informática Agropecuária **Árvore do Conhecimento (Agroenergia).** Disponível em : <<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/agroenergia/arvore>>. Acesso em 15 de maio de 2017.

KOMORI, E. *et al.* Influência da época de semeadura e população de plantas sobre características agronômicas na cultura da soja **Biosci. Journal.** v. 20, n 3, p. 13-19,2004.

KOPPEN, W. P.. **Die klimate der erde: Grundriss der klimakunde.** Walter de Gruyter, 1923.

LEAL, J. C. **Plantas da Lavoura Sul Rio-grandense.** Porto Alegre, 274 p. 1967.

MANTOVANI, E. C.; BERNARDO, S.; PALARETTI, L. F.. **Irrigação: princípios e métodos.** 3 ed. p.318, UFV, 2006.

MAYAKI, W. C.; STONE, L. R.; TEARE, I. D. Irrigated and nonirrigated soybean, corn, and grain sorghum root systems. **Agronomy Journal,** v. 68, n. 3, p. 532-534, 1976.

MILFONT, M. de O.. **Uso da abelha melífera (Apis mellifera L.) na polinização e aumento de produtividade de grãos em variedade de soja (Glycine max.(L.) Merrill.) adaptada às condições climáticas do nordeste brasileiro.** Universidade Federal do Ceará. Tese de Doutorado. 2012.

MONTALVÁN DEL ÁGUILA, R. *et al.* **Cultivares de soja para as regiões Norte e Nordeste do Brasil.** Teresina: Embrapa Meio-Norte-Circular Técnica (INFOTECA-E), p.6, 2011.

MONSOY. Variedades. **Informações do fabricante da cultivar Monsoy 8644.** Disponível em: <http://www.monsoy.com.br/variedades_monsoy/m8644-ipro/> Acesso em 10 de junho de 2017.

MORSE, W. J. History of soybean production. **Soybean and soybean products.** Interscience Publishers, Inc, New York, p. 3-59, 1950.

NEPOMUCENO, A. L. ; FARIAS, J. R. R.; NEUMAIER, N.. Embrapa Soja – **Arvore do conhecimento.** Disponível em: <<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/soja/arvore>> Acesso em 15 de abril de 2017.

NOGUEIRA, S. dos S. S.; MANFREDINI, S.. Influência da compactação do solo no desenvolvimento da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 18, n. 9, p. 969-976, 1983.

NUNES, Antônia Clemilda. **Aspectos agronômicos e produtividade de soja submetida a manejo de irrigação**. Universidade Federal do Ceará. Tese de Doutorado. 2015.

PELUZIO, J. M. *et al.* Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de soja em várzea irrigada no Tocantins. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, n. 3, p. 427-434, 2010.

PEREIRA FILHO, J. V.. **Cultivo do melão sob diferentes frequências de irrigação e parcelamento da adubação nitrogenada no Vale do Curu, CE**. Universidade Federal do Ceará. Tese de Doutorado. 2012.

PEREIRA, M. J. Z.; KLEPKER, D.; MOREIRA, J. U. V.. **Cultivares de Soja: Regiões Norte e Nordeste do País**. Paraná: Embrapa Soja-Folderes/Folhetos/Cartilhas (INFOTECA-E). Londrina, PR. 2011.

PEREIRA, G. M. *et al.* Efeitos de diferentes níveis de déficit hídrico aplicados em três fases do ciclo fenológico do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) cv. Carioca-MG. In: **Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola**. p. 187-189. 1998.

QUEIROZ-VOLTAN, R. B.; NOGUEIRA, S. dos S.S.; MIRANDA, M.A.C. de. Aspectos da estrutura da raiz e do desenvolvimento de plantas de soja em solos compactados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 5, p. 929-938, 2000.

REBOUÇAS NETO, M. de O. *et al.* Automação e manejo da irrigação com diferentes frequências na cultura da melancia. **Revista Agrogeoambiental**, v. 8, n. 4, p. 93-104, 2016.

SEDIYAMA, T. Tecnologias de produção e usos da soja. **Londrina: Mecenias**, v. 306, 2009.

SOUSA, V. F. de; COELHO, E. F.; SOUZA, V. A. B. Frequência de irrigação em meloeiro cultivado em solo arenoso. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 34, n. 4, p. 64-649, 1999.

SUYKER, A. E.; VERMA, S. B.. Evapotranspiration of irrigated and rainfed maize–soybean cropping systems. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 149, n. 3, p. 443-452, 2009.

SUZUKI, Luis Eduardo Akiyoshi Sanches et al. Grau de compactação, propriedades físicas e rendimento de culturas em Latossolo e Argissolo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 8, p. 1159-1167, 2007.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia Vegetal. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719 p. **FLORESTA, Curitiba, PR**, v. 45, n. 2, 2015.

TORRES, El.; SARAIVA, O. F.. **Camadas de impedimento mecânico do solo em sistemas agrícolas com a soja**. Embrapa Soja - 1999. 58p. (Circular Técnica, 23)

WENDLING, I.; GATTO, A. **Substratos, adubação e irrigação na produção de mudas.** Viçosa: Aprenda Fácil, 2002. 166 p.