



**UFAL**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**



**CECA**

**AUGUSTO CÉSAR FERREIRA SERQUEIRA**

**CULTURA DO FEIJÃO SOB DIFERENTES LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO NA  
REGIÃO DE RIO LARGO-AL**

**RIO LARGO – AL**

**2017**

**AUGUSTO CÉSAR FERREIRA SERQUEIRA**

**CULTURA DO FEIJÃO SOB DIFERENTES LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO NA  
REGIÃO DE RIO LARGO-AL**

Trabalho de conclusão de Curso  
apresentado ao Centro de Ciências  
Agrárias da Universidade Federal de  
Alagoas como parte dos requisitos para  
obtenção do título de Engenheiro  
Agrônomo.

Orientador: Prof<sup>o</sup>. Dr<sup>o</sup>. Guilherme Bastos Lyra.

**RIO LARGO – AL**

**2017**

Catálogo na fonte  
Universidade Federal de Alagoas  
Biblioteca Setorial do Centro de Ciências Agrárias  
Bibliotecário: Erisson Rodrigues de Santana

S486c Serqueira, Augusto César Ferreira

Cultura do feijão sob diferentes lâminas de irrigação na região de Rio Largo – AL. Rio Largo-AL – 2018.

38 f.; il; 33 cm

Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso - TCC em Agronomia) - Universidade Federal de Alagoas, Centro de Ciências Agrárias. Rio Largo, 2018.

Orientador(a): Prof. Dr. Guilherme Bastos Lyra.

1. Déficit hídrico . 2. Produtividade. 3. Função de produção. I. Título.

CDU: 635.652

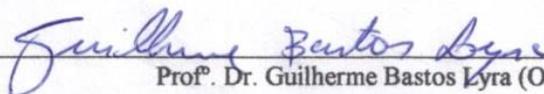
FOLHA DE APROVAÇÃO

AUTOR: AUGUSTO CÉSAR FERREIRA SERQUEIRA

**CULTURA DO FEIJÃO SOB DIFERENTES LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO NA  
REGIÃO DE RIO LARGO-AL**

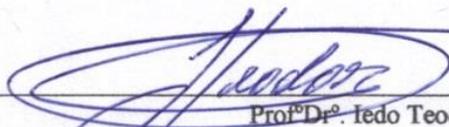
Trabalho de conclusão de Curso  
submetido ao corpo docente do  
programa de graduação em Engenharia  
Agrônômica ao Centro de Ciências  
Agrárias da Universidade Federal de  
Alagoas e aprovado em 13 de Novembro  
de 2017.

**Orientador(a):**

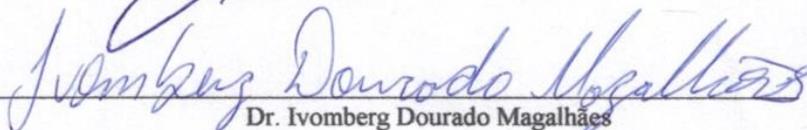


Prof. Dr. Guilherme Bastos Lyra (Orientador)  
(Orientador)

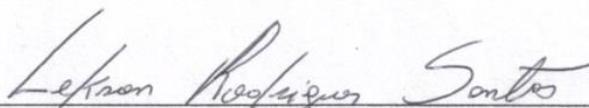
**Banca Examinadora**



Prof. Dr. Iedo Teodoro



Dr. Ivomberg Dourado Magalhães



Eng.º Agrônomo Lekson Rodrigues Santos

*Deus por me guiar em minha vida, sempre me dando força p continuar a minha caminhada.*

*Aos meus pais, Valter José de Lima Serqueira, Maria Valderez Ferreira Serqueira e ao meu irmão Alex Ferreira Serqueira e família pela confiança, amor e companheirismo de toda vida.*

**DEDICO!**

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus pelo dom da vida e por todas as bênçãos concedidas a mim, iluminando sempre meu caminho e me tornando capaz de chegar até aqui.

Aos meus pais, Valter José de Lima Serqueira e Maria Valderez Ferreira Serqueira, meu irmão Alex Ferreira Serqueira, e a todos os familiares e amigos que estiveram presentes durante essa caminhada;

A minha amada avó Severina Ferreira de Melo (*in memoriam*);

Aos meus tios; Edson, Valdirene, Ana, Marcos, Cícera Eliane, e a toda minha família, que de alguma forma me ajudaram nessa caminhada;

A Géssyca Leonardo do Nascimento, Antônio Nascimento e Lourdes do Nascimento por todo apoio concedido, e por estar presente nos momentos de alegria e tristeza durante todo esse tempo e em quando sempre precisei;

Ao professor Dr. Guilherme Bastos Lyra, por aceitar ser meu orientador, por todos ensinamentos e pela amizade durante todos os anos de curso;

Ao professor Dr. Iêdo Teodoro por todo ensinamento, conselhos e amizade durante todos os anos de curso;

À Universidade Federal de Alagoas, através Centro de Ciências Agrárias e seu corpo docente;

Ao amigo Ivomberg Magalhães por toda a disponibilidade e atenção em relação ao experimento que foi coletado os dados;

Aos amigos e companheiros de graduação, a todos do setor de Irrigação e Agrometeorologia pelo apoio; Arthur Cantarelli, Gleydison Sarmiento, Jeferson Miguel, Marcelo Augusto, Constatinos 1 e 2, Allan Moura, Lekosn, Saulo, Samuel Silva, Ricardo Barbosa, Ednaldo, Claudio Cabelinho;

A todos que de alguma forma, contribuíram ou estiveram presentes antes, ou durante desta caminhada.

A todos, MUITO OBRIGADO!

*Apesar dos nossos defeitos, precisamos enxergar que somos pérolas únicas no teatro da vida e entender que não existem pessoas de sucesso ou pessoas fracassadas. O que existe são pessoas que lutam pelos seus sonhos ou desistem deles.*  
(Augusto Cury)

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Localização do Estado de Alagoas e do campo experimental onde a pesquisa foi executada.....	16
<b>Figura 2.</b> Croqui do experimento desenhado em AUTOCAD. ....	17
<b>Figura 3.</b> Foto do sistema de irrigação microaspersão do tipo bailarina. ....	20
<b>Figura 4.</b> Estação de Agrometeorologia da Unidade Acadêmica Centro de Ciências Agrárias - UFAL.....	21
<b>Figura 5.</b> Umidade relativa (A) e temperatura do ar (B) diária durante o ciclo de produção do feijão, na região de Rio Largo-AL, no período de 17 de novembro de 2015 a 2 de fevereiro de 2016. ....	24
<b>Figura 6.</b> Evapotranspiração da cultura (ETc) e Precipitação efetiva durante o ciclo de produção do feijão, na região de Rio Largo-AL, no período de 17 de novembro de 2015 a 2 de fevereiro de 2016. ....	26
<b>Figura 7.</b> Capacidade de água Disponível (CAD, mm), Água facilmente disponível (AFD, mm) Armazenamento de água no solo (ARM, mm), chuva e irrigação durante o ciclo de produção do feijão, na região de Rio Largo-AL, no período de 17 de novembro de 2015 a 2 de fevereiro de 2016.....	28
<b>Figura 8.</b> Produtividade agrícola do feijão, em função de lâminas de irrigação na região de Rio Largo – AL, nas safras 2015/2016.....	29
<b>Figura 9.</b> A) Número de vagens por planta (NVP), B) rendimento de grãos (RG) do feijoeiro submetido a diferentes lâminas de irrigação.....	30

## LISTA DE TABELA

<b>Tabela 1.</b> Percentagem de ETC % e lâminas totais de água aplicadas (irrigação + precipitação) durante o ciclo da cultura.....	17
<b>Tabela 2.</b> Resultados da análise química do solo da área experimental de Agrometeorologia do Centro de Ciências Agrárias, Rio Largo – AL. ....	18
<b>Tabela 3.</b> Produtividade (kg há <sup>-1</sup> ) do feijão em função da água aplicada.....	30
<b>Tabela 4.</b> Resumo das análises de variância para componentes de produção do feijoeiro sob diferentes lâminas de irrigação.....	30

## Sumário

1. INTRODUÇÃO .....	11
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	12
2.1 A cultura do feijão .....	12
2.2 Déficit e Excesso de água .....	12
2.3 Irrigação .....	13
2.4 Função de produção .....	14
3. MATERIAL E MÉTODOS .....	16
3.1 Localização e características da área .....	16
3.2 Delineamento experimental .....	17
3.3 Correção e Preparo da área .....	17
3.4 Adubação do solo e plantio.....	18
3.5 Controle de plantas nativas .....	19
3.6 Irrigação .....	19
3.7 Variáveis agrometeorológicas.....	20
3.8 Função de Produção.....	21
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	23
5. CONCLUSÃO .....	31
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	34

# CULTURA DO FEIJÃO SOB DIFERENTES LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO NA REGIÃO DE RIO LARGO-AL

## RESUMO

O feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) é muito importante para a alimentação humana por ser fontes de carboidratos e proteínas, além de outros nutrientes essenciais. É uma cultura agrícola de subsistência, boa adaptação às condições edafoclimáticas, geralmente cultivado por pequenos produtores. O uso de técnicas agrícolas como a irrigação é determinante na produtividade das culturas, em busca da otimização da produção agrícola com o máximo rendimento das culturas, portanto, o presente trabalho teve como objetivo analisar a produtividade do feijão em função de diferentes lâminas de irrigação. O trabalho foi conduzido no período de 17/11/2015 a 01/02/2016 na área experimental de 2.660 m<sup>2</sup> no Centro de Ciências Agrárias (CECA) da Universidade Federal de Alagoas (UFAL), em Rio Largo – AL (09° 28' S, 35° 49' W e 127 m). As variáveis meteorológicas foram cedidas pelo LARAS instalada próximo da área destinada ao experimento. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com 6 lâminas de irrigação (25%, 50%, 75%, 100%, 125% e 150% da ETc) e 4 blocos totalizando 24 parcelas. Cada parcela com 20 linhas de 8 metros de comprimento, totalizando 80 m<sup>2</sup> por parcela. Foram analisadas variáveis agronômicas de produção em função das lâminas aplicadas. De acordo com os resultados obtidos pela função de produção os tratamentos apresentaram diferenças significativas para relação entre a produtividade e lâmina total de água a nível de 5% probabilidade, apresentando R<sup>2</sup> 0,89, com produtividade de 1351; 1643,73; 1949,31; 2098,3; 2230,31 e 1690,19 kg ha<sup>-1</sup>, Lâminas: 1; 2; 3; 4; 5 e 6 respectivamente. A lâmina máxima obtida pelo modelo do 2º grau foi 582 mm, com produtividade máxima de 2095 kg há<sup>-1</sup>.

**Palavras-chave:** déficit hídrico, produtividade, função de produção.

## 1. INTRODUÇÃO

O feijão (*Phaseolus vulgaris L.*) é muito importância alimentação humana por se tratar de uma cultura de subsistência, boa fonte de proteína, vitaminas, fibras e carboidratos, boa adaptação às condições edafoclimáticas do país, portanto é cultivado por pequenos, médios e grandes produtores. O Brasil ocupa o 3º lugar no ranking mundial, que corresponde a 14%, Índia 16%, Myanmar 18,4%, são os principais produtores e responsáveis por cerca de 48% da produção de feijão, e para o ano 2017, estima-se que a produção nacional deverá ficar em 2,59 milhões de toneladas e 19,2% menor que a última safra (CONAB, 2017). Os estados de Paraná e Minas Gerais, juntos foram os principais produtores e responsáveis por 38% da produção nacional em 2016.

A distribuição irregular das chuvas durante os períodos de cultivo, estresse hídrico na fase reprodutiva e enchimento de grãos causa perdas representativas na produção do grão causando a baixa produtividade em Alagoas. Assim como, baixo nível de tecnologia, manejo inadequado do solo, falta de assistência técnica e uso de cultivares não adaptadas as condições da região (BASTOS et al., 2012). Um dos principais fatores mais limitantes da produtividade é a água, e cada cultura precisa de água disponível no solo para planta suprir as necessidades fisiológicas (FREITAS et al., 2003). A necessidade hídrica da cultura do feijão varia de acordo com a época de plantio, local de semeadura, variedade, condições edafoclimáticas da região de cultivo e estágio de desenvolvimento (MOREIRA et al., 1996), para máxima obtenção da produtividade, Cunha et al. (2013) afirma que a planta do feijoeiro precisa de 300 a 600 mm bem distribuídos.

Assim, é preciso o conhecimento técnico do consumo de água durante o ciclo da cultura, nos diferentes estádios de desenvolvimento, permitindo uma irrigação racional, levando em consideração exigência da cultura, proporcionando bons resultados no rendimento de grãos e economia de custos (FERNANDES & TURCO 2003), Uso da tecnologia, cultivares resistentes e adaptadas a região, diminuindo os danos causados pelo estresse hídrico.

Neste contexto, objetivou-se com o presente trabalho analisar a produtividade submetido a diferentes lâminas de irrigação em função da evapotranspiração da cultura.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 A cultura do feijão**

O feijoeiro é uma cultura que se originou nas Américas, de gênero *Phaseolus* e compreende aproximadamente 55 espécies, onde 5 delas são cultivadas: feijão comum (*Phaseolus vulgaris*); o feijão de lima (*P. lunatus*); o *P. polyanthus*; o feijão Ayocote (*P. coccineus*) e o feijão teari (*P. acutifolius*). Cultura se adapta em quase todas as regiões do Brasil, cultivada principalmente por pequenos e médios agricultores onde, de modo geral, se destaca como responsável pela maior fonte de renda das propriedades. No Brasil existem um amplo número de genótipos com características diferenciadas em grupos comerciais (preto, carioca, roxo e outros), a preferência da população está no grupo mesoamericano (carioca e preto), (CARBONELL et al. 1999).

É uma cultura muito importante no aspecto econômico e social no Brasil, emprega um grande volume de mão-de-obra durante o ciclo da cultura, além de ser um alimento básico e sobretudo principal fonte de proteína para população.

Em 2014 a produção do feijão 1ª safra foi 1.527.079 toneladas, sendo 39,9% maior que a safra 2013 com um aumento da área plantada de 2,3%. Já em 2015 a estimativa de área plantada é de 3.029,1 ha<sup>-1</sup> na safra 15/16, onde o Brasil ocupa 3<sup>o</sup> lugar no ranking mundial dos países produtores de feijão com 3.112,2 mil toneladas (CONAB, 2014).

### **2.2 Demanda hídrica do feijão**

Para se obter altos rendimentos na lavoura, o agricultor deve estar atento a vários fatores na produção, tais como a disponibilidade regular de água, nutrientes e luz. Sendo assim, de modo geral um dos principais fatores que afetam o rendimento agrícola é a deficiência de água, que prejudica no desenvolvimento da cultura, diminui a taxa de fotossíntese pela redução da área foliar, com isso é afetado outros processos fisiológicos da planta (FONTANA et al., 1992), o feijoeiro é uma cultura sensível ao estresse hídrico devido ao seu sistema radicular está com maior parte na camada superficial do solo, portanto, esse é um dos principais fatores que limitam a alta produtividade da cultura, e o estresse hídrico tem relação com a redução e baixa disponibilidade hídrica

no solo e o aumento da demanda evaporativa da atmosfera. Impedindo que a planta expresse o rendimento esperado, comparada a uma situação adequada.

Quando não ocorrer disponibilidade de água no início do processo germinativo, o mesmo poderá ser afetado, e como consequência disso compromete o estabelecimento da cultura durante o ciclo, retardando o crescimento da planta e diminuindo drasticamente o rendimento agrícola (GUIMARÃES, 1988).

Para Guimarães, 1988 a queda na produtividade do feijão acontece quando o estresse hídrico afeta a fase vegetativa e desenvolvimento da planta, que reduz a área foliar. A falta de água em determinada fase causa injúrias na cultura como o abortamento e queda das flores na época de floração, reduz o número de vagens por planta; se ocorrer na época de enchimento de grãos, afeta a formação de sementes ou diminui o peso do grão, podendo ocorrer perdas significativas. Já para Calvache, 1997 a perda na produtividade pode chegar a 10% quando a cultura sofrer estresse hídrico na fase vegetativa, se o mesmo acontecer na época de floração e enchimento das vagens, a queda no rendimento pode ser mais significativa com perda de 55% e 38%, respectivamente.

Tanto falta de água, quanto excesso é prejudicial à cultura. Além de ser sensível ao déficit hídrico, o feijão não tolera o excesso de água no solo (GARRIDO, 1998).

### **2.3 Irrigação**

Com o crescimento populacional e desordenado das cidades, a demanda por alimento cresce de forma significativa. Portanto, com a escassez de água cada vez mais presente, conforme Molden, 2007 cerca de 70% da água doce do mundo é destinada para irrigação, 20% é consumida pelas indústrias e os outros 10% destinada ao consumo humano. Em 2014 o consumo mundial de água chega a 80% da água disponível e no Brasil corresponde aproximadamente a 53% (ANA, 2014). Assim, a agricultura é atividade que consome maior volume de água. Desse modo, torna-se necessário a escolha por alternativas ou manejos que melhorem o uso da água pelas culturas agrícolas sem o desperdício, é de fundamental importância para economia de água no planeta. E dentre os demais fatores de produção a irrigação é uma possível solução para aumentar o rendimento agrícola.

A irrigação é uma técnica usada na agricultura, em que consiste na aplicação de água na superfície do solo, baseado na necessidade hídrica da cultura com objetivo de suprir a demanda de água e em conjunto com outras práticas agrícolas como manejo em campo (fertilização, mecanização, controle de pragas e doenças etc.) garantindo alta produtividade (ACOSTA, 2009), principalmente nos períodos de seca, quando usado corretamente e assegurando água disponível para que a planta tenha bom desenvolvimento, maximizando a produção vegetal e expresse seu potencial genético. Um sistema de irrigação bem manejado, com máxima eficiência, elimina perda de água, aperfeiçoa o uso de recurso hídrico e reduz os custos de produção (FRIZZONE, 2009). A aplicação de água por sistemas de irrigação no Brasil correspondem a 5% da área cultivada, representando cerca de 3,5 milhões de hectares, dos quais 2,2 milhões são irrigados por sistemas pressurizados, responsáveis por 16% da produção total e 35% do PIB agrícola. (CHRISTOFIDIS, 2006; BRASIL, 2008; MANTOVANI et al., 2009).

Vários fatores vêm a contribuir para alto rendimento da cultura, como a qualidade do material genético, cultivar, espaçamento, nutrição, condições edafoclimáticas e o mais relevante é a precipitação pluvial, quando mal distribuída e principalmente ocorra nas fases mais críticas da cultura durante o ciclo causa prejuízo na produtividade. Rezende, (2000) afirma que esses prejuízos podem ser minimizados, como também aumentar a produtividade do feijoeiro com o uso da irrigação, além de proporcionar produção dessa leguminosa durante todo ano. Como já foi mencionado, o feijão é classificado como uma cultura sensível ao estresse hídrico, no qual seu sistema radicular é pouco desenvolvido e com isso baixa recuperação após sofrer um déficit hídrico. Portanto, é imprescindível o conhecimento da necessidade hídrica do feijoeiro, para que a água seja aplicada de forma eficiente, com o objetivo de obter bons resultados na produtividade (GARRIDO, 1998).

## **2.4 Função de produção**

Uma boa e satisfatória produção é baseada na otimização do processo de produção, assim a irrigação possui alternativa de modernização tecnológica. Proporcionando um aumento no rendimento agrícola da cultura e atribuindo qualidade a produção nas áreas em que as chuvas são irregulares comprometendo a exploração da cultura (Lyra et al., 2007).

O uso da equação de função de produção possibilita encontrar soluções viáveis na otimização do uso da água e dos fertilizantes na agricultura ou na previsão de produtividade das culturas e por meio de experimentos, coletas de dados, após processados dará respostas a quantificação do lucro ou aumentar o rendimento agrícola (FRIZZONE, 1986). As altas produtividades estão aliado a altos custos de produção, pois depende de um bom sistema de irrigação, uso de material adequado, insumos (adubo, fertilizantes) e condições favoráveis para o bom desenvolvimento das culturas, assim para ter retorno econômico satisfatório.

Existem três tipos de modelagens da função de produtividade que permitem estimar o rendimento agrícola água-cultura: transpiração-cultura, evapotranspiração-cultura e água-cultura (MATOVANI et al., 2009).

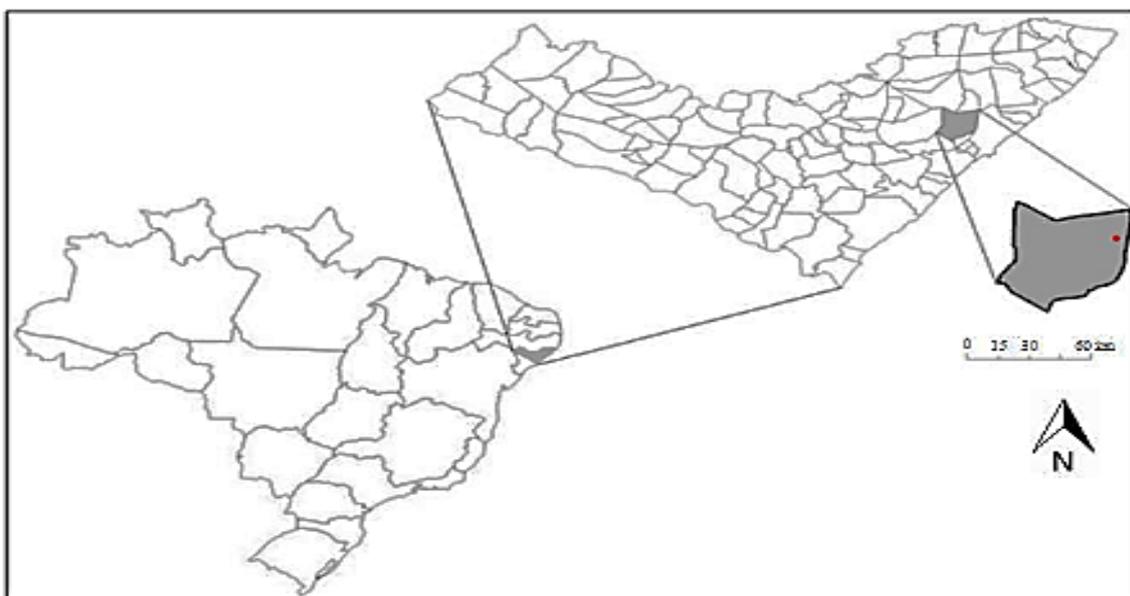
Para determinar a uniformidade de um sistema de irrigação e o rendimento agrícola de uma determinada cultura, usa-se modelos matemáticos da função de produção (REZENDE, 2004).

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Localização e características da área

O trabalho foi conduzido no período de 17/11/2015 a 01/02/2016 na área experimental do Centro de Ciências Agrárias (CECA) da Universidade Federal de Alagoas (UFAL), em Rio Largo – AL ( $09^{\circ} 28' S$ ,  $35^{\circ} 49' W$  e 127 m) numa área de  $2.660 m^2$  (Figura 1). Em um Latossolo Amarelo Coeso Argisólico de textura médio-argilosa, e declividade inferior a 2%. Com características físico-hídricas do solo: quando na capacidade de campo (CC) a umidade é  $0,2445 m^3 m^{-3}$  e ponto de murcha permanente (PMP) o teor de água é  $0,1475 m^3 m^{-3}$ ; com densidade volumétrica (ds) de  $1,5 Mg m^{-3}$ ; porosidade total (P) de  $0,423 m^3 m^{-3}$  e velocidade de infiltração básica (VIB) de  $52 mm h^{-1}$  (CARVALHO, 2003). O clima da região é caracterizado, pela classificação de Thornthwaite & Mather, como úmido e megatérmico, com deficiência de água moderada no verão e excesso de água no inverno. A precipitação pluvial média anual é 1.800 mm, desse total, 70% distribuídos nos meses de abril a agosto (SOUZA, et al., 2004).

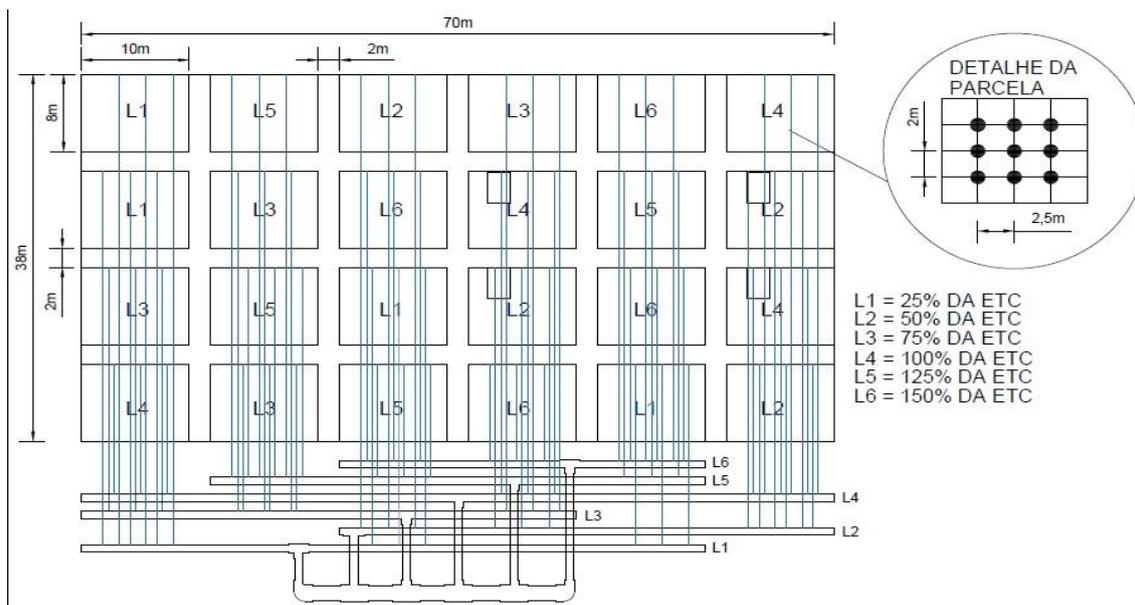
**Figura 1.** Localização do Estado de Alagoas e do campo experimental onde a pesquisa foi executada.



### 3.2 Delineamento experimental

O experimento foi conduzido durante a estação seca no período de novembro a fevereiro (2015/2016). Cada parcela experimental tinha 8 m de comprimento por 10 m de largura (80 m<sup>2</sup>). A área total do experimento foi de 2.660 m<sup>2</sup> (Figura 2).

**Figura 2.** Croqui do experimento.



Os tratamentos foram constituídos de seis lâminas de irrigação em função da evapotranspiração da cultura (ETc) de acordo com a Tabela 1. Todos os tratamentos receberam o mesmo nível de reposição de água (100% ETc) no período inicial (15 DAS). Utilizou-se delineamento de blocos casualizados, com quatro repetições.

**Tabela 1.** Percentagem de ETc % e lâminas totais de água aplicadas (irrigação + precipitação pluvial e efetiva) durante o ciclo da cultura.

ETc %	25	50	75	100	125	150
-------	----	----	----	-----	-----	-----

### 3.3 Calagem e preparo do solo

O preparo constituiu-se de uma correção do pH do solo através da calagem com calcário dolomítico, com quantidade estimada de 2500 kg ha<sup>-1</sup> com base no alumínio trocável no solo e no poder relativo de neutralização total (PRNT) do calcário. Após a aplicação do corretivo, o solo permaneceu incubado durante 60 dias, com revolvimento

do material do solo e irrigação semanal. Foi realizado uma aração e duas gradagens a 30 centímetros de profundidade.

### 3.4 Adubação e plantio

Foram feitas coletas de solo na área experimental contendo amostras simples de solo, em seguida este solo foi passado por um processo de homogeneização, formando uma amostra completa, posteriormente foi realizada as análises química e física, em que os resultados foram expressos em forma de tabelas.

A adubação de fundação da cultura foi feita com base na análise química do solo (Tabela 2), aplicando-se 45 kg de Ureia, 111 kg de Superfosfato Simples e 78 kg de Cloreto de Potássio, por hectare. Aos 20 dias após a semeadura (DAS), foi realizada adubação de cobertura utilizando-se 89 kg ha<sup>-1</sup> de Ureia. As plantas espontâneas e as pragas foram controladas através de capinas manuais e inseticidas sintéticos, respectivamente.

**Tabela 2.** Resultados da análise química do solo da área experimental de Agrometeorologia do Centro de Ciências Agrárias, Rio Largo – AL.

Cam	pH	*P	Ca	Mg	K	SB	Al	H+Al	T	m	v
Cm		mg dm <sup>-3</sup>	.....cmolc dm <sup>-3</sup> .....			.....%.....					
0-20	5,8	15,2	2,7	1,3	1,15	4,21	0,08	5,4	9,61	1,5	44,2

Cam.- camada do solo, pH – Potencial de hidrogenação, P – fósforo, Mehlich\*, Ca – cálcio, Mg – magnésio, K – potássio, SB – soma de bases, Al – alumínio, H+Al – hidrogênio mais alumínio, T – capacidade de troca de bases, m – saturação por alumínio v – saturação por bases.

O plantio foi realizado no dia 17/11/2015 com o feijão-comum (*Phaseolus vulgaris*, L.), foram utilizados sementes crioulas da variedade rosinha, plantado manualmente, distribuindo-se 3 sementes por cova, numa área de 70,0 m x 38,0 m, correspondente a 2,660 m<sup>2</sup> ou 0,2660 ha, com o espaçamento de 0,50 m entre linhas e colocando-se de 12 a 14 sementes por metro linear a 5,0 centímetros de profundidade totalizando um estande final médio de 250.000 plantas por hectare. Após 15 dias de semeadura, realizou-se o desbaste, deixando-se uma planta por cova.

### 3.5 Controle de plantas nativas

O controle de plantas daninhas foi realizado utilizando herbicida sistêmico e seletivo de pós-emergência (podium), aplicado com pulverizador costal manual com vazão de 200 l.h<sup>-1</sup>. Foi feita uma aplicação há vinte dias após o plantio e sempre que necessário foram feitas capinas manuais.

### 3.6 Irrigação

O sistema de irrigação utilizado foi de microaspersão do tipo bailarina com espaçamento entre aspersores de 2 x 2,5 m. A intensidade de aplicação 44,4 l.h<sup>-1</sup>, que na área de 5,0 m<sup>2</sup>, a uma lâmina líquida de 8,9 mm.h<sup>-1</sup> (Figura 3). Foi feita uma irrigação inicial para elevar o solo à capacidade de campo (CC). Os volumes das regas posteriores variarão em função da Evapotranspiração da cultura (ETc) e do balanço hídrico climatológico e foram calculadas, utilizando-se de coeficiente cultural Kc igual a 1,1 e 1,2 para as fases reprodutivas e vegetativas, respectivamente. Posteriormente, estes valores foram ajustados às condições edafoclimáticas e às características da cultura durante a condução do experimento. Os valores da ETc (mm dia<sup>-1</sup>) foram calculados por intermédio da Eq. 1.

$$(ETC = ET0 * Kc). \quad (1)$$

As seguintes lâminas de irrigação foram manejadas e controladas mediante uso de planilha eletrônica e foram realizadas, quando necessárias, obedecendo a turnos de regas de 2 dias.

Foi adotada a metodologia de Penman-Monteit- FAO. Para a estimativa da evapotranspiração de referência (ETo) pois, quando são estabelecidos valores adequados para a resistência da cobertura vegetal, esse procedimento tem se mostrado superior aos demais métodos combinados na estimativa da evapotranspiração, para uma ampla variedade de climas, localidades e culturas, conforme apresentado por (ALLEN et al., 1998). Eq. 2.

$$ET0 = \frac{0,408 \Delta (R_n - G) + \left( \gamma \frac{900}{T + 275} \right) u_2 (e_s - e)}{\Delta + \left[ \gamma (1 + 0,34 u_2) \right]}$$

**Figura 3.** Foto do sistema de irrigação microaspersão do tipo bailarina.



### **Variáveis agrometeorológicas**

As variáveis meteorológicas utilizadas, como; temperatura do ar, umidade relativa do ar, precipitação pluvial, radiação global e velocidade do vento, necessários para a estimativa de ETo pelo método de Penman-Monteith foram oriundos da estação agrometeorologia do Centro de Ciências Agrárias – CECA/UFAL (Figura 4), localizada próximo da área experimental e cedidos pelo Laboratório de Agrometeorologia e Radiação Solar da Universidade Federal de Alagoas (LARAS -UFAL).

**Figura 4.** Estação de Agrometeorologia da Unidade Acadêmica Centro de Ciências Agrárias - UFAL.



O armazenamento de água no solo (ARM) foi calculado utilizando o balanço hídrico do solo, sugerido por Thornthweite e Matter, 1995 e ajustado por (LYRA *et al.*, 2010) para culturas agrícolas. A capacidade de água disponível (CAD, mm) foi gerada para cada fase de desenvolvimento da cultura em função da profundidade efetiva do sistema radicular, conforme a Equação 3.

$$CAD= 1.000(\theta_{CC} - \theta_{PMP}) z \quad (3)$$

Onde: a umidade volumétrica na capacidade de campo  $\theta_{CC}$  ( $0,2445 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ ) e ponto de murcha permanente  $\theta_{PMP}$  ( $0,1475 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ ), determinados em laboratório, pela curva de retenção de água no solo (Carvalho, 2003); e  $z$  (m) referente a profundidade do sistema radicular da cultura, que varia de 0,10 a 0,40 m.

Valores referentes à (AFD, mm) foi calculada a partir da Equação 4:

$$AFD= CAD \times f \quad (4)$$

Em que:  $f$  (0,45) refere-se ao fator de disponibilidade de água (ALLEN *et al.*, 1998).

### 3.8 Função de Produção

A colheita foi realizada no dia 01/02/2016, na área útil do experimento. Foram coletadas as plantas de cada tratamento, separadas e identificadas, avaliados os seguintes componentes de produção: número de vagens por planta (*NVA*, und planta<sup>-1</sup>), número grãos por vagens (*NGV*), massa de 1000 grãos (*MI000g*) (g), rendimento de grãos (*RGR*, kg ha<sup>-1</sup>).

Para a massa de matéria seca, as plantas coletadas foram submetidas à secagem em estufa de circulação forçada de ar a 65 °C até atingirem massa constante. Em seguida, foram pesadas em balança com precisão de 0,001g para obtenção da massa de matéria seca, expressa em g. Para a determinação do RGR, foram colhidas as quatro linhas centrais com o comprimento de 5 metros, totalizando 10 m<sup>2</sup> para cada parcela. Calculou-se o RGR, corrigindo-se a umidade para 13% (base úmida), determinada por meio do método de estufa a 105 °C por 24 h (BRASIL, 1992). Foram submetidos à análise de variância até 5% de probabilidade e em caso de significância foram submetidos a regressão.

Foi utilizado o polinômio do segundo grau (equação 5) de acordo com as recomendações de (FRIZZONE, 1991) e (BERNARDO, 2006).

$$Y = f(x) = a + bL + cL^2 \quad (5)$$

Em que,

Y = produtividade agrícola (kg há<sup>-1</sup>);

L = Lâmina total de água, mm;

a, b, c = coeficiente de ajuste.

Foi estimado a lâmina de irrigação que proporciona a produtividade máxima ajustando a função de produção:

$$L_{\max} = -\frac{b}{2c} \quad (6)$$

Em seguida, foi estimada a produtividade máxima (*Y*<sub>max</sub>, t ha<sup>-1</sup>) substituindo L por L<sub>m</sub> na equação 4.

$$Y_{\max} = a + bX_{\max} + cX_{\max}^2 \quad (7)$$

Em que:

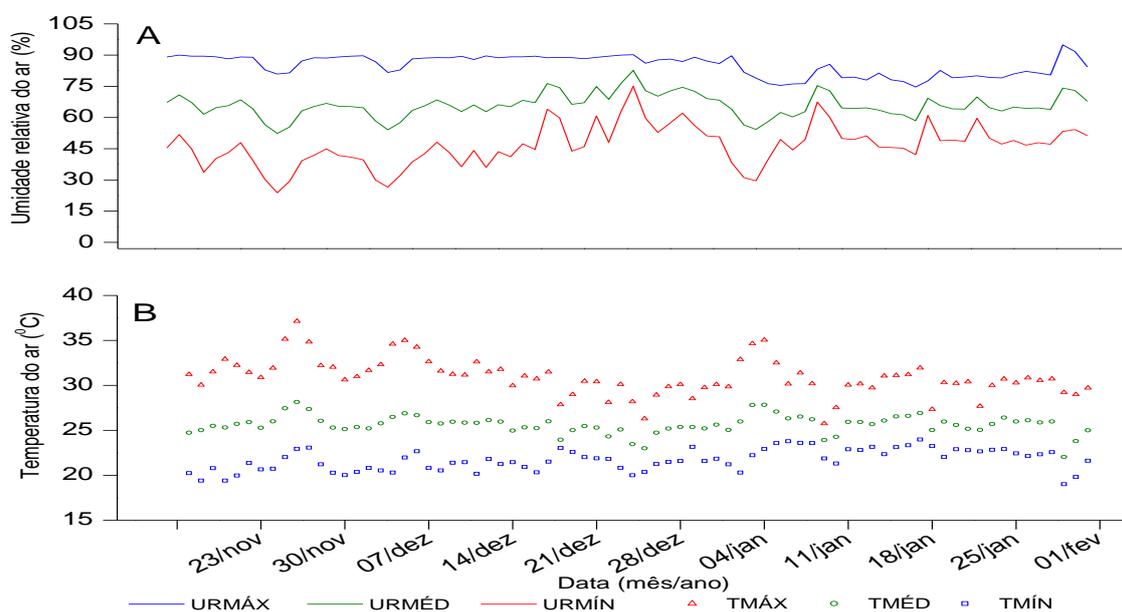
$L_m$  = lâmina de água (mm) que obtém a máxima produtividade

$Y_{max}$  = produtividade máxima.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A umidade relativa média diária do ar (UR<sub>méd</sub>) na região de Rio Largo – AL, durante o ciclo da cultura, no período de 17/11/2015 a 01/02/2016 foi de 63,01% variando de 59%, 04/01/2016 a 85,22% 18/12/2015, (Figura 5 A). A umidade relativa mínima (UR<sub>mín</sub>) esteve com média de 45,30% e variou de 23,86% 26/11/2015 a 75,02% 25/12/2015. A umidade relativa máxima (UR<sub>máx</sub>) ficou entre 74,67% 17/01/2016 e 94,93% 29/01/2016, com média de 85,54%.

**Figura 5.** Umidade relativa (A) e temperatura do ar (B) diária durante o ciclo de produção do feijão, na região de Rio Largo-AL, no período de 17 de novembro de 2015 a 2 de fevereiro de 2016.



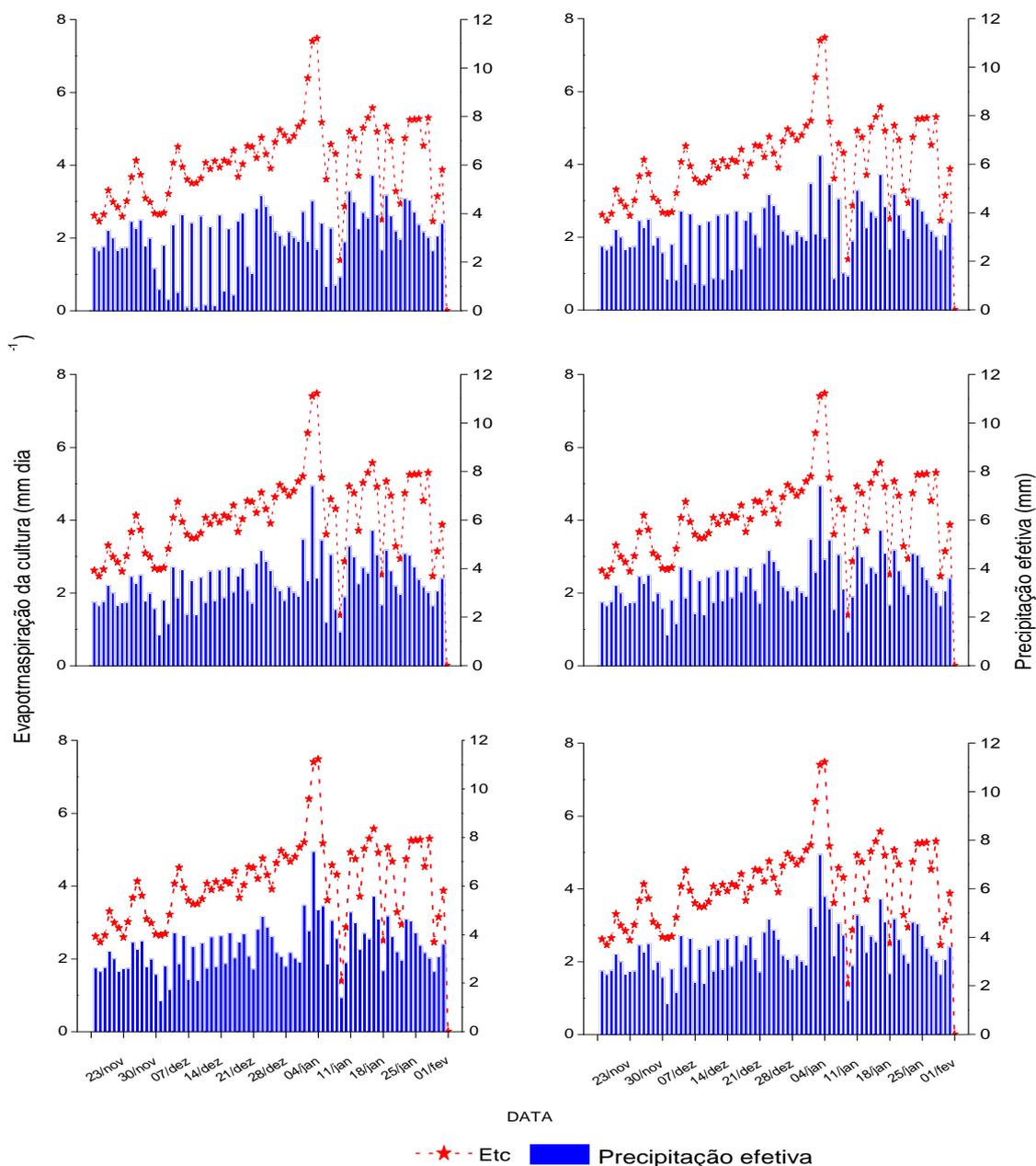
Durante a condução do experimento foram observados os seguintes valores de temperaturas diárias do ar, em que o mesmo tem um papel determinante para produção comercial do feijão em cada região. A temperatura mínima média foi 21,55 °C, com variação de 18,91 a 23,98 °C nos dias 23/11/2015 a 17/01/2016 respectivamente. Os valores observados de temperatura máxima média foi de 31,19 °C que variou de 37,14 a 25,76 °C de 26/11/2015 a 09/01/2016. Já a temperatura média diária do ar 25,68 °C

variando de 28,14 a 22,03 °C de 26/11/2015 a 29/01/2016. Observa-se que durante o ciclo da cultura os valores médios de temperaturas mínima e máxima estiveram dentro da faixa adequada, em que o feijão é cultivado nas temperaturas de 10 a 35 °C e conforme Dourado Neto & Fancelli, (2000), sendo considerada a adequada em torno de 30°C. Ficando próximo as condições ideais para o desenvolvimento da cultura a qual esteve entre 21,0 e 31,2 °C durante todo o ciclo. Moriot, (1989) registraram valores com extremos de 15 e 29°C, e média geral de 25°C. As temperaturas mais elevadas acima de 30 °C foram no estágio vegetativo variando de 25,81 a 32,05 °C, logo após na mudança de estágio para o reprodutivo no dia 21/12/2015 a 01/02/2016 as temperaturas mais amenas com valores médios de 25,30 a 29,82 °C e registrando altas temperaturas no estágio R7 nos dias 3, 4 e 5 de janeiro de 2016 com temperaturas de 34,65, 35,04 e 32, 51 °C respectivamente (Figura 1B). Durante o período experimental foram registradas 30 dias com temperaturas acima de 30°C no estágio vegetativo correspondendo (39,5%) e no estágio reprodutivo 26 dias com (34,21%) no qual totalizou 73,71% com temperaturas acima de 30°C durante o ciclo da cultura.

Os valores máximos observados de ETc foram nos dias 1,2,3 e 4 de janeiro de 2016, com 5,2; 6,4; 7,4 e 7,5 mm respectivamente, quando a cultura estava no estágio R7, que coincidiram com baixas precipitações, aumento na temperatura provocando maior transpiração da cultura. A ETc variou de 1,39 a 7,48 mm nos dias 9 e 4 de janeiro de 2016, somando 310,18 mm no total. Guerra et al. (2003) encontrou valor máximo de 7,3 mm dia<sup>-1</sup> para evapotranspiração do feijoeiro irrigado no Bioma Cerrado, em Planaltina – DF, no período de seca. Já na região de São Paulo na cidade de Campinas, Bizari et al. (2009) observando e estudando o consumo hídrico do feijoeiro irrigado, mediram a ETc de 223,5mm e 260,6mm em sistema de plantio direto e convencional, respectivamente. Não foi possível suprir a demanda de água da cultura devido à baixa precipitação durante o ciclo que foi 291,59 mm, sendo necessário o uso de irrigação.

A precipitação pluvial efetiva representa o total de água precipitado e realmente utilizado pelas plantas variou de 225,89 mm (L1) a 264,40 mm (L6), maior e menor consumo de água da planta. Ainda na (Figura 6) pode-se observar que os maiores consumos de água foi no estágio reprodutivo. A média diária de consumo de água para L1; 2,9, L2; 3,2, L3; 3,4, L4; 3,4, L5; 3,4, L6; 3,4 mm, respectivamente.

**Figura 6.** Evapotranspiração da cultura (Etc) e Precipitação efetiva durante o ciclo de produção do feijão, na região de Rio Largo-AL, no período de 17 de novembro de 2015 a 2 de fevereiro de 2016.



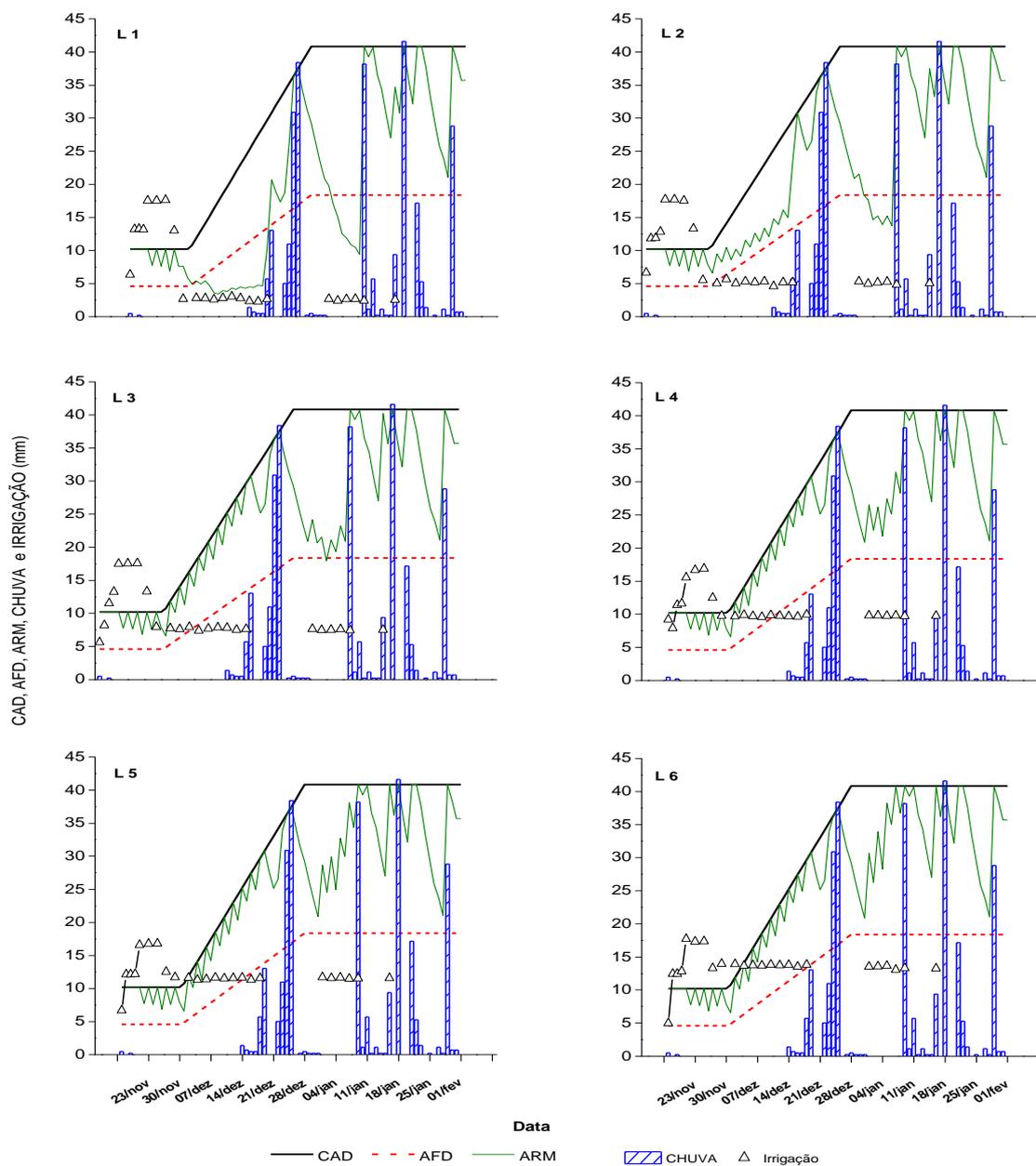
Durante os 76 dias de cultivo 17/11/2015 a 01/02/2016 a precipitação pluvial foi de 291,59 mm, com 35 dias de chuva 45% do ciclo (Figura 6), não sendo o suficiente para um bom desenvolvimento e produção da cultura, Conforme Marco et al., 2012 a necessidade hídrica do feijoeiro é de 300 a 600 mm ao longo do ciclo, com um consumo médio diário de 3 a 4 mm, deste modo, consumindo no mínimo 100 mm mensais. Sendo

assim necessário o uso de irrigação para complementar e ou suprir a deficiência hídrica da cultura. Na lâmina 1 (L1) a cultura passou por 16 dias no estágio vegetativo (E.V) com Armazenamento de água no solo (ARM) 134,96 mm acima da água facilmente disponível (AFD) 74,45 mm de 17/11/2015 a 02/12/2015 nesse mesmo período choveu por dois dias (0,51 e 0,25 mm) respectivamente nos dias 17/11/2015 e 19/11/2015, e também foi feita irrigação de 130,21 mm nesse período, mantendo o ARM acima da AFD. Após esse período e mudança de estágio vegetativo para estágio reprodutivo, voltou a chover 96,26 mm do dia 22/12/2015 a 31/12/2015, não sendo necessário o uso de irrigação, mantendo o solo úmido e o ARM próximo a capacidade de água disponível (CAD). Com a redução da precipitação o ARM voltou a cair, fazendo com que a cultura sofresse estresse hídrico e ficando abaixo da AFD a partir do dia 02/01/2016 a 08/01/2016, mesmo irrigando nos dias 1, 3, 5 e 7 de janeiro com 2,97, 2,69, 2,95 e 2,99 mm, respectivamente, o ARM ficou abaixo da AFD, quando no dia 09/01/2016 voltou a chover 42,42 mm e com uma irrigação de 2,67 mm o ARM voltou a superar a AFD e deixando o solo com 40,8 mm de ARM. Logo após a cultura não sofreu com estresse hídrico devido a precipitação que foi até o final do ciclo, somando 128,02 mm.

No tratamento L2 a cultura não sofreu estresse hídrico no início do ciclo, devido a irrigação de 179,39 mm de 17/11/2015 a 18/12/2015, com chuva de 10,41 mm em 8 dias, 17, 19/11/2015 com 0,51 mm e 0,25 mm e 14, 15, 16, 17, 18 e 19/01/2016 com 1,52, 0,76, 0,51, 0,51, 6,35 e 14,48 mm, respectivamente. A cultura passou por um curto período com déficit hídrico de 6 dias no estágio reprodutivo de 3 a 08/01/2016. Devido a falta de chuva foi feita irrigação com turno de rega de dois dias partindo do dia 1 a 09/01/2016 e outra no dia 16/01/2016 com lâminas de 5,99, 5,54, 5,73, 5,84, 5,36 e 5,61 mm, respectivamente, mantendo a cultura em capacidade de campo.

A lâmina 3 foi irrigado no início do ciclo, de 17/11/2015 a 18/12/2015 com 201,80 mm, mantendo o ARM bem próximo da CAD até o dia 3/01/2016, quando no dia seguinte 4 de janeiro o ARM ficou por apenas 1 dia abaixo da AFD no estágio reprodutivo. Com a falta de precipitação nesse período de 1 a 8 de janeiro voltou a irrigar com turno de rega de 2 dias, em seguida a última lâmina foi no dia 16 de janeiro, totalizando 50,16 mm.

**Figura 7.** Capacidade de água Disponível (CAD, mm), Água facilmente disponível (AFD, mm) Armazenamento de água no solo (ARM, mm), chuva e irrigação durante o ciclo de produção do feijão, na região de Rio Largo-AL, no período de 17 de novembro de 2015 a 2 de fevereiro de 2016.

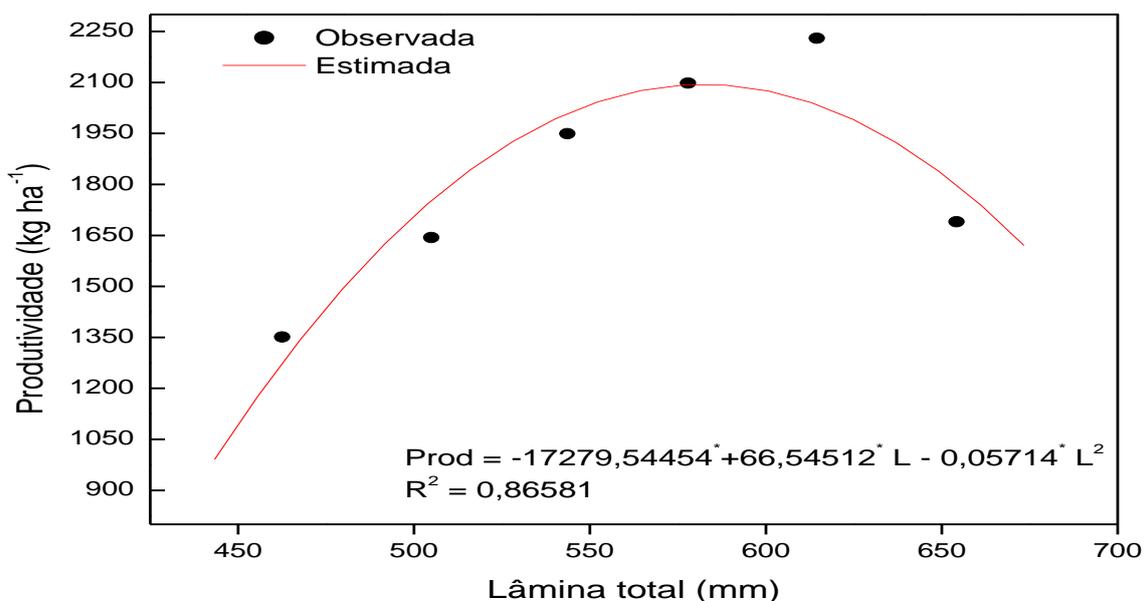


O tratamento L4 foi irrigado com lâmina de 221,24 mm de 17/01/2015 a 18/12/2015 conservando o ARM próximo da CAD, não sofreu estresse hídrico. A

próxima irrigação foi feita no dia 1 a 9 de janeiro de 2015 com turno de rega de dois dias.

Os tratamentos L5 e L6 não passaram por nenhum dia com o ARM abaixo da AFD, bem próximo a CAD até o estágio R7, diminuindo um pouco quando ocorreu uma estiagem de 22 dias em 22 de novembro a 13 de dezembro foi quando voltou a irrigar para manter a cultura em capacidade de campo. No início do cultivo as lâminas L5 e L6 foram de 245,71 e 273,29 mm de 17 de novembro a 18 de dezembro por 18 dias e no final com 6 dias de irrigação com 77,18 e 89,28 mm, respectivamente.

**Figura 8.** Produtividade agrícola do feijão, em função de lâminas de irrigação na região de Rio Largo – AL, nas safras 2015/2016.



As lâminas de irrigação nos tratamentos L1, L2, L3, L4, L5 e L6 variaram de 170,87 a 362,56 mm, respectivamente, (Figura 8). Com início da irrigação no dia 17/11/2015 a 18/12/2016, onde foi suspenso devido a precipitação pluvial que ocorreu após esse dia. Voltou a irrigar nos dias 1, 3, 5, 7, 9 e 16 de janeiro de 2016 por causa da redução na chuva, e em seguida voltou a chover até o final do ciclo mantendo a cultura em capacidade de campo. A água aplicada para cada lâmina durante o ciclo do feijoeiro foram L1:170,87, L2:213,35, L3:251,96, L4:286,34, L5:322,89 e L6:362,56 mm. Ocorreu um acréscimo de 60% no rendimento da cultura nas lâminas L1 a L5, variando

de 1351,01 a 2230,31 kg há<sup>-1</sup>, respectivamente, da Etc, com diferença de 879,3 kg há<sup>-1</sup> entre a menor e maior produtividade. A média geral da produtividade agrícola do feijoeiro foi 1827,05 kg há<sup>-1</sup> (L1 a L6). A L6 apesar de ter recebido maior lâmina de água, ficou com uma produtividade de 1690,19 kg há<sup>-1</sup>, com diferença de 539,82 kg da L5 que foi a maior produtividade, correspondente a 75,8 %.

Estudando eficiência no uso da água por cultivares de feijão (*Phaseolus Vulgaris* L.) com e sem cobertura morta, (RODOLPHO et al., 2013), obteve resultados nas variedades BRS Timbó: 953 e 1176 kg há<sup>-1</sup>, BRS Princesa: 1120 e 1098 kg há<sup>-1</sup> e variedade BRS Volante: 1494 e 1478 kg ha<sup>-1</sup>, com e sem cobertura, respectivamente. Moreira et al. (1996), aplicou 536 mm de água para chegar numa produtividade superior a 2000 kg há<sup>-1</sup> no sistema de preparo convencional de solo, e no sistema de plantio direto foi aplicado 382 mm.

Na tabela 3 mostra os valores de produtividade em função das lâminas de irrigação aplicadas no feijoeiro.

**Tabela 3.** Produtividade (kg ha<sup>-1</sup>) do feijão em função da água aplicada

Produtividade	Lâmina Total de água aplicada (irrigação + precipitação) em mm					
	L1	L2	L3	L4	L5	L6
	(462,5)	(504,9)	(543,6)	(577,9)	(614,5)	(654,2)
kg ha <sup>-1</sup>	1351,01	1643,73	1949,31	2098,03	2230,31	1690,19

Os valores de coeficientes de regressão (R<sup>2</sup>) do modelo de segunda ordem proposta para a relação entre a produtividade e lâmina total de água aplicada no feijão foi de 0,8658 e teste F foi significativo em nível de 5% (\*) de probabilidade. Isto reforça a importância do manejo adequado de irrigação na cultura do feijão, para assim, determinar a produtividade máxima. O feijoeiro é relativamente sensível ao déficit hídrico e excesso de água. O que ocorreu no tratamento L6, quando aumentou a lâmina de água aplicada o rendimento agrícola da cultura diminuiu consideravelmente, sendo assim, a 4ª melhor produtividade. A lâmina máxima (L max) estimada pelo modelo foi de 582 mm, correspondendo a uma produtividade de 2095 kg ha<sup>-1</sup>, que aproximou-se da L4.

A água é um fator de extrema importância para o desenvolvimento de qualquer cultura devido a sua atuação nos processos metabólicos, como na fotossíntese, translocação de nutrientes e fotoassimilados, na respiração e transpiração da planta. Mas o excesso de água em solo mal drenado causa danos a cultura, prejudica a floração e desenvolvimento das vagens, raízes, alta de oxigênio no solo para planta, além de causar doenças nas folhas e grãos, aparecimento de pragas reduzindo a sobrevivência da cultura (VIEIRA et al., 2006).

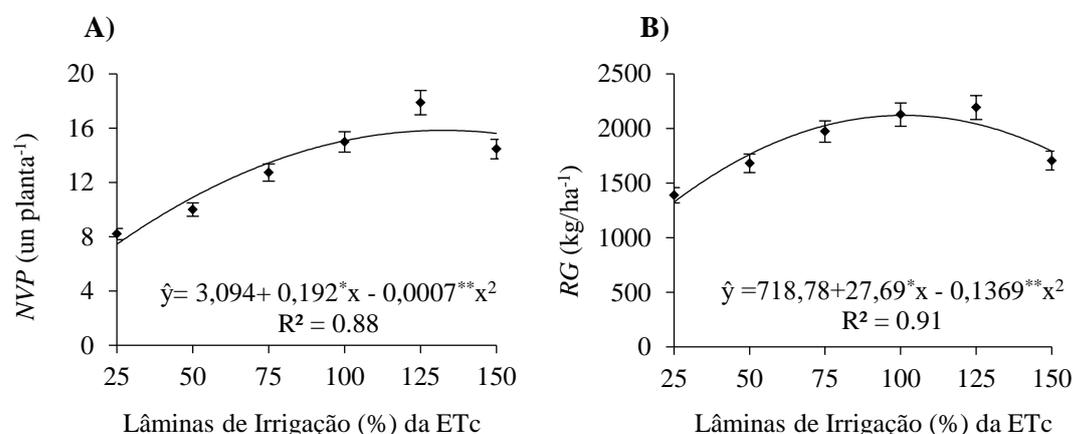
**Tabela 4.** Resumo das análises de variância para componentes de produção do feijoeiro sob diferentes lâminas de irrigação.

		<i>NVP</i>	<i>NGV</i>	<i>M1000G</i>	<i>RG</i>
..... 78 Dias Após aplicação dos tratamentos.....					
Lâmina	5	49.51*	0.14 <sup>ns</sup>	55.93 <sup>ns</sup>	586442**
Bloco	3	0.43 <sup>ns</sup>	1.45 <sup>ns</sup>	166.38 <sup>ns</sup>	432097 <sup>ns</sup>
Quadrática	1	30.72 <sup>ns</sup>	0.00 <sup>ns</sup>	76.86 <sup>ns</sup>	1708078**
Linear	1	186.57*	0.34 <sup>ns</sup>	3.47 <sup>ns</sup>	952641*
Resíduo	15	13.94	0.11	67.90	114062
C.V. (%)		28,63	8,06	3,96	14,65

*NVP* – Número de vagens por planta; *NGV* - Número de grãos por vagem; *M1000G* - Massa de 1000 grãos; *RG* - rendimento de grãos

De acordo com análise de variância foram observados efeitos significativos para as variáveis: número de vagens por planta (*NVP*) ( $p < 0,05$ ) e rendimento de grãos (*RG*) ( $p < 0,01$ ), já para número grãos por vagem (*NGV*) e massa de 1000 grãos (*M1000G*) não foram verificados efeitos significativos.

**Figura 9.** A) Número de vagens por planta (*NVP*), B) rendimento de grãos (*RG*) do feijoeiro submetido a diferentes lâminas de irrigação.



Na figura 9 observam-se aumento significativo para número de vagens por planta (*NVP*) atribuído a aplicação da lâmina de irrigação até 125% da ET<sub>c</sub>. Em média de 8 vagens para lâmina 25% menor valor e média de 17 vagens lâmina 125%. Jadoski et al. (2003), trabalhando com manejo de irrigação em Santa Maria, RS encontraram menores resultados, 8,8 vagens por planta com aplicação de lâmina de 100% da ET<sub>c</sub> para cultivar Guapo Brilhante. Trabalhando em sistema irrigado com a cultivar Pérola, Guerra et al., (2000), obtiveram 14 vagens por planta.

As variáveis de produção rendimento de grãos (*RG*) e número de vagens por planta (*NVP*) expressaram comportamento quadrático (Figura 9B), comprova que a lâmina de irrigação de 125% da ET<sub>c</sub> alcançou máxima produtividade (2230 kg ha<sup>-1</sup>). Trabalhando com feijão em sistema de cultivo irrigado na Região Nordeste do Paraná, Gomes et al., (2012) estudando desempenho agrônômico do feijão, obteve rendimento de 2224 kg ha<sup>-1</sup> com a maior lâmina de irrigação (120% da ET<sub>0</sub>).

## 5. CONCLUSÃO

A ETc total, nos 77 dias de cultivo foi 310 mm com precipitação + irrigação 614,5 mm e a produtividade máxima de 2230 kg há<sup>-1</sup>.

A produtividade máxima é otimizada com 582 mm de irrigação mais precipitação pluvial efetiva.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACOSTA, J. F. Consumo hídrico da cultura do girassol irrigada na região da Chapada do Apodi – RN. 2009. 56 f. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) – Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2009.

AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS–ANA, **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil**, 2013. Brasília: ANA, 2014.

ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D.; SMUTH, M. **Crop Evapotranspiration: Guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO, 1998, 301p. Irrigation and Drainage Paper 56.

BASTOS, E. A.; RAMOS, H. M. M.; ANDRADE JÚNIOR, A. S de; NASCIMENTO, F. N do; CARDOSO, M. J. Parâmetros fisiológicos e produtividade de grãos verdes do feijão-caupi sob déficit hídrico. **Water Resources and Irrigation Management**, v.1, p.31-37, 2012.

BERNARDO, S. Manual de irrigação. 8. ed. Viçosa, MG. UFV (2006), 625p.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. **A irrigação no Brasil: Situação e diretrizes**. Brasília, 2008.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 1992. 365 p.

BIZARI, D. R.; MATSURA, E. E.; ROQUE, M. W.; SOUZA, A. L. Consumo de água e produção de grãos do feijoeiro irrigado em sistemas plantio direto e Convencional. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.39, n.7, p.2073-2079, 2009.

CARBONELL, S.A.M. A Cultura do feijão no Brasil: tendências do melhoramento. In: FANCELLI A.L.; DOURADO, D. (Ed.). **Feijão irrigado: estratégias básicas de manejo**. Piracicaba: ESALQ, 1999. p. 9-23

CALVACHE, A.M. Efeito da deficiência hídrica e da adubação nitrogenada na produtividade e na eficiência no uso de água em uma cultura de feijão. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 54, n. 3, p. 481-488, 1997.

CHRISTOFIDIS, D. **Água: gênese, gênero e sustentabilidade alimentar no Brasil** (Relatório Técnico), PROÁGUA, 18 p., 2006.

CARVALHO, O.M.; **Classificação e caracterização físico-hídrica de solos de Rio Largo, cultivados com cana-de-açúcar**. 2003. P.74 (Dissertação mestrado em agronomia – Rio Largo : Universidade Federal de Alagoas, 2003.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos 2014/2015**. Quarto levantamento, Janeiro 2016.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **Acompanhamento de safra brasileira: grãos**, v. 4 - SAFRA 2016/17- N. 7 - Sétimo levantamento, **abril** 2017.

CUNHA P. C. R.; SILVEIRA P. M.; NASCIMENTO J. L.; ALVES JÚNIOR J. Manejo da irrigação no feijoeiro cultivado em plantio direto. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v. 17, p. 735–742, 2013.

DOORENBOS, J.; KASSAM, A.H. Yield response to water. Rome : FAO, 1979. 193p. (Irrigation and Drainage Paper, 33).

DOURADO NETO, D.; FANCELLI, A. L. Produção de feijão. Guaíba: Agropecuária, 2000, 385 p.

DOURADO-NETO, D.; FANCELLI, A. L. Descrição dos estádios fenológicos e ecofisiologia. In: Produção de feijão. Guaíba: Agropecuária, 2000, p. 33-45.

DOORENBOS J.; KASSAM, A.H. Yield response to water. Roma: FAO, 1979. 193p. (paper n. 33)

FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **FAOSTAT: Production** 2009. Disponível em: <http://faostat.fao.org/site/567/default.aspx#ancor>. Acesso em: 15 Ago. 2011.

FERNANDES, E. J.; TURCO, J. E. P. Evapotranspiração de Referência para Manejo da Irrigação em Cultura de Soja, Irriga, Botucatu, v.8, n.2, p.132-141, maio-agosto, 2003.

FONTANA, D. C.; 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.

FREITAS, P.S.L.; REZENDE, R.; MANTOVANI, E.C.; FRIZZONE, J.A. Viabilidade de inserção dos efeitos da uniformidade de irrigação em modelos de crescimento de culturas. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v.7, n.3, p.437-444, 2003.

FRIZZONE, J.A. **Otimização em irrigação com déficit**. In: Paz, V.S.P.; OLIVEIRA, A. S.; PEREIRA, F.A.C.; GHEYI, H .G. Manejo e sustentabilidade da irrigação em regiões áridas e semi-áridas. Cruz das Almas: UFRB, Núcleo de Engenharia de Água e Solo. p.273-308, 2009.

FRIZZONE, J.A., Função de resposta do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) ao uso de nitrogênio e lâminas de irrigação. 1986, 133 p., Piracicaba-SP: ESALQ. (Tese D.S. em Solos e nutrição de plantas).

FRIZZONE, J.A. Planejamento otimizado da irrigação. In: D. NETTO, D.; SAAD, A. M.; Van LIER, Q. J. Curso de agricultura irrigada. Piracicaba: Dep. de Agricultura, ESALQ, 1991. p. 1-26.

GARRIDO, M. A. T. Respostas do feijoeiro às lâminas de água e adubação nitrogenada. 1998. 205 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia)- Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

GOMES, E. P.; BISCARO, G. A.; ÁVILA, M. R.; LOOSLI, F. S.; VIEIRA, C. V.; Barbosa, A. P. Desempenho agrônômico do feijoeiro comum de terceira safra sob

irrigação na região noroeste do Paraná. **Semina: Ciências Agrárias**, v.33, p.889-910, 2012.

GUERRA, A. F.; RODRIGUES, G. C.; ROCHA, O. C.; EVANGELISTA, W. Necessidade hídrica no cultivo de feijão, trigo, milho e arroz sob irrigação no Bioma Cerrado. **Ministério da agricultura, Pecuária e Abastecimento. Boletim de pesquisa e Desenvolvimento**. ISSN 1676-918x, Dezembro, 2003.

GUERRA, A. F.; SILVA, D. B. da; RODRIGUES, G. C. Manejo de irrigação e fertilização nitrogenada para o feijoeiro na Região dos Cerrados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, p. 1229-1236, 2000.

GUIMARÃES, C. M. Efeitos fisiológicos do estresse hídrico. In: ZIMMERMANN, M. J. O.; ROCHA, M.; YAMADA, T. **Cultura do feijoeiro: fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, p. 157-174, 1988.

JADOSKI, S. O.; CARLESSO, R.; MELO, G. L.; RODRIGUES, M.; FRIZZO, Z. Manejo da irrigação para maximização do rendimento de grãos do feijoeiro. **Irriga**, v.8, p.1-9, 2003.

LYRA, G.B.; LYRA, G.B. ; SOUZA, J.L. ; SANTOS, M.A. **Balanco sequencial de água no solo para o manejo da irrigação de baixa frequência e alta intensidade na cana-de-açúcar**. STAB, v. 28, p. 22-25, 2010.

LYRA, G.B. **Etímativa dos níveis ótimos econômicos de irrigação e de adubação nitrogenada nos mamoeiros (carica papaya l.) cultivar golden e do híbrido uenf caliman 01**. Tese de Doutorado. Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. 2007.

MANTOVANI, E. C.; BERNARDO, S.; PALARETTI, L. F. **Irrigação: princípios e métodos**. 3. ed. atual. - Viçosa: Ed. UFV, 2009, 355p.

MARIOT, E.J. Ecofisiologia do feijoeiro. In: \_\_\_\_\_. **O feijão no Paraná**. Londrina: IAPAR, 1989. p.25-41. (Circular, 63).

MOLDEN, D. **Water for food, water for life: a comprehensive assessment of water management in agriculture**. London, UK; Colombo, Sri Lanka: Earthscan; IWMI, 2007. 645 p.

MOREIRA, J.A.A.; SILVEIRA, P.M.; STONE, L.F. Irrigação. In: ARAÚJO, R.S.; RAVA, C.A.; STONE, L.F.; ZIMMERMANN, M.J.O. (Ed.). **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba :Potafos, 1996. p.465-522.

MARCO, K.; DALLACORT, R.; JÚNIOR, C. A. F.; FREITAS, P. S. L.; VILLELA, T. G. Aptidão Agroclimática e Características Agronômicas do Feijão-Comum Semeado na Safra das Águas em Tangará da Serra – MT. **Enciclopédia Biosfera**. Goiânia, v. 8, n. 15, p. 160, 2012.

MOREIRA, J.A.A.; SILVEIRA, P.M.; STONE, L.F. Irrigação. In: ARAÚJO, R.S.; RAVA, C.A.; STONE, L.F.; ZIMMERMANN, M.J.O. (Ed.). **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: Potafos, 1996. p.465-522.

REZENDE, R. Efeito da qualidade da irrigação em variáveis de produção e de crescimento da cultura do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). 2000. 88 p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba

Rodolpho A. S. Lima<sup>1</sup>.; Samuel Silva.; Marcos A. L. Santos.; José Dantas Neto.; José A.C. Wanderley.; Francisco C. G. Alvino.; **Eficiência no uso da água por cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) com e sem cobertura morta**. Revista Agropecuária Científica no Semiárido. V. 9, n. 3, p. 18-25, jul – set , 2013.

SOUZA, J.L.; MOURA FILHO, G.; LYRA, R.F.F.; TEODORO, I.; SANTOS, E.A.; SILVA, J.L.; SILVA, P.R.T.; CARDIM, A.H.; AMORIM, E.C. Análise da precipitação pluvial e temperatura do ar na região do Tabuleiro Costeiro de Maceió, AL, período 1972-2001. Revista Brasileira de Agrometeorologia, Santa Maria, v.12, n.1, p.131-141, 2004

THORNTHWAITE, C. W.; MATHER, J. R. **The water balance**. New Jersey: Laboratory of climatology, 104 p. 1955.(Publication in Climatology, 8).

VIEIRA, C.; JÚNIOR, T. J. P.; BORÉM, A. Feijão. 2 ed. Viçosa: UFV - Universidade Federal de Viçosa, 2006. 600p.