

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA**  
**AREA DE CONCENTRAÇÃO EM IRRIGAÇÃO E DRENAGEM**

**JOSILDO ALVES PINHEIRO**

**EFEITOS DE LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO E DE INSETIGAÇÃO**  
**POR GOTEJAMENTO NA CULTURA DO FEIJÃO *VIGNA* DE COR**  
**PRETA**

**FORTALEZA – CE**

**2008**

**JOSILDO ALVES PINHEIRO**

**EFEITOS DE LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO E DE INSETIGAÇÃO  
POR GOTEJAMENTO NA CULTURA DO FEIJÃO *VIGNA* DE COR  
PRETA**

Dissertação submetida à Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Ceará como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Agrícola.

Orientador: Prof. Dr. Benito Moreira de Azevedo

**FORTALEZA – CE**

**2008**

P72e

Pinheiro, Josildo Alves

Efeitos de lâminas de irrigação e de insetigação por gotejamento na cultura do feijão *Vigna* de cor preta / Josildo Alves Pinheiro, 2008.  
53 f. ;il., color. enc.

Orientador: Prof. Dr. Benito Moreira de Azevedo

Co-orientadora: Profa. Dra. Albanise Barbosa Marinho

Área de Concentração: Irrigação e drenagem

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Depto. de Engenharia Agrícola, Fortaleza, 2008.

1. *Vigna unguiculata*. 2. Irrigação – Manejo. 3. Quimigação. I. Azevedo, Benito Moreira de (Orient.). II. Marinho, Albanise Barbosa. III. Universidade Federal do Ceará – Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola. IV. Título.

CDD 630

**JOSILDO ALVES PINHEIRO**

**EFEITOS DE LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO E DE INSETIGAÇÃO POR  
GOTEJAMENTO NA CULTURA DO FEIJÃO VIGNA DE COR PRETA**

Dissertação submetida à Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Ceará como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Agrícola.

Aprovada em: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

**BANCA EXAMINADORA**

---

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

---

Pesq. Dra. Albanise Barbosa Marinho (Co-Orientadora)  
PNPD/CAPES/UFC

---

Dr. Luís de França Camboim Neto  
Universidade Federal do Ceará – UFC

---

Pesq. PhD. Fábio Rodrigues de Miranda  
Embrapa - Agroindústria Tropical

## **DEDICATÓRIA**

À Deus todo-poderoso, pela oportunidade de desenvolver este trabalho.

Ao meu pai José Pinheiro da Silva, *in memoriam*.

À minha mãe Altamira Alves da Silva.

Aos meus filhos Josildo Alves Pinheiro Júnior e Camila Maria Araújo Pinheiro.

Dedico à Maria José Araújo Silva, pela paciência e desprendimento.

## AGRADECIMENTOS

Ao Todo Poderoso, que, em Sua infinita misericórdia, Mostrou sempre soluções para os desafios encontrados nesta caminhada.

À minha mãe, que sempre esteve presente com sua solidariedade viva e abnegada.

Ao meu irmão Josivan Alves Pinheiro, pelo apoio providencial nos momentos oportunos.

À Márcia Andréia da Silva Sombra e ao seu Esposo Cláudio Edioney Sombra, pelo apoio logístico e pelo acolhimento amigável e fraternal ao longo do desenvolvimento dos trabalhos.

À Universidade Federal do Ceará, pelas condições oferecidas durante o curso.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ), base fundamental durante todo período do curso.

À Universidade Federal do Piauí, representada através do seu Magnífico Professor Doutor Luís Junior; ao Colégio Agrícola de Teresina, representado na pessoa de seu Diretor Professor Doutor Francisco de Assis Sinimbú, pela confiança depositada.

Aos professores Claudivan Feitosa e Thales Viana, ao Doutor Almiro, aos estudantes Bruno, Erlanison, Newdmar e à colega Clemilda, pela contribuição aos trabalhos de campo.

A todos que contribuíram direta e indiretamente nesta empreitada, e que não foram mencionados, meus agradecimentos e reconhecimentos.

### **Em especial,**

Ao professor Benito, que me acolheu como orientando, possibilitando suporte técnico e acima de tudo companheirismo, além de sábias orientações que fundamentaram esta pesquisa, proporcionando o total êxito deste trabalho.

A Doutora Albanise Barbosa Marinho que na qualidade de Co-orientadora soube conduzir de maneira objetiva este projeto.

## RESUMO

PINHEIRO, Josildo Alves, Universidade Federal do Ceará. Novembro de 2008. **Efeitos de lâminas de irrigação e de insetigação por gotejamento na cultura do feijão *Vigna de cor preta***. Orientador: Benito Moreira de Azevedo. Conselheiras: Albanise Barbosa Marinho, Luís de França Camboim Neto e Fábio Rodrigues Miranda.

O feijão vigna de cor preta (*Vigna unguiculata* L. Walp.) é uma das culturas mais importantes das regiões Norte e Nordeste do Brasil. Grandes avanços têm sido observados na agricultura irrigada, todavia novas técnicas necessitam ser implantadas e aperfeiçoadas, de modo a maximizar os recursos naturais disponíveis. Neste aspecto, a quimigação vem se mostrando uma alternativa capaz de racionalizar fatores de produção disponíveis, aliada ao manejo eficiente da irrigação, sendo possível tornar a agricultura auto-sustentável e lucrativa. Neste sentido, o presente trabalho teve como objetivo avaliar diferentes lâminas de irrigação e exequibilidade de aplicação do inseticida via água de irrigação num sistema por gotejamento. Para tal, foram instalados dois experimentos na área experimental do Laboratório de Hidráulica e Irrigação da Universidade Federal do Ceará, no município de Fortaleza-Ceará, nos períodos de novembro de 2006 a janeiro de 2007 e de maio a agosto de 2007. Os experimentos foram instalados no delineamento em blocos casualizados, com seis tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos relativos às lâminas de irrigação foram L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub>, L<sub>3</sub>, L<sub>4</sub>, L<sub>5</sub> e L<sub>6</sub> equivalentes a 25, 50, 75, 100, 125 e 150% da evaporação hídrica ocorrida em um tanque Classe "A" (ECA). Os tratamentos referentes às quimigações foram fundamentados na aplicação do methamidophos nas doses de 350 e 700 mL ha<sup>-1</sup> que se aplicou por pulverização convencional, e de 175; 350; 700 e 1400 mL ha<sup>-1</sup> aplicados via água de irrigação por gotejamento. A produtividade do feijão vigna de cor preta respondeu significativamente às diferentes lâminas aplicadas, com média de 1.900 kg ha<sup>-1</sup>. A produtividade ótima estimada foi de 2.249 kg ha<sup>-1</sup> para uma lâmina aplicada de 551 mm de água. Tanto o déficit quanto o excesso de água afetaram a produtividade e os diâmetros equatorial e polar das sementes. A aplicação de concentrações diferentes do inseticida à base de methamidophos aplicado por pulverização convencional e por quimigação não causou efeito de toxicidade nas plantas, não afetando o desenvolvimento das mesmas e resultando em produtividades equivalentes. A forma de aplicação, convencional não apresentou diferença estatística na produtividade.

**Palavras-chave:** *Vigna unguiculata*. Manejo de irrigação. Quimigação.

## ABSTRACT

The cowpea black (*Vigna unguiculata* L. Walp.) is one of the most important crops in North and Northeastern Brazil. Significant advances have been achieved in its irrigated cultivation, nonetheless new techniques should be developed and perfected in order to optimize the use of the available natural resources. In this respect, the chemigation has been seen as a strategy capable of rationalizing available production factors that could, coupled with the efficient management of irrigation, make this culture self-sustainable and profitable. In this sense, the present study was aimed at evaluating the convenience, to the cowpea cultivation, of the application of diverse amounts of drip irrigation as well as the feasibility (in the cowpea cultivation) of the application of insecticide through water drip irrigation. To this end, two experiments were set up in the experimental area of the Laboratory of Hydraulics and Irrigation at the Universidade Federal do Ceará, Fortaleza (Ce), in the periods from November 2006 to January 2007 and from May 2007 to August 2007. The experiments were conducted in a randomized block design with six treatments and four replications. The treatments relating to irrigation were L1, L2, L3, L4, L5 and L6 respectively corresponding to 25%, 50%, 75%, 100%, 125 and 150% of water evaporation occurring in a tank Class "A" (ECA). The chemigation treatments were based on the application of methamidophos in doses of 350 and 700 mL ha<sup>-1</sup> (which were applied by conventional spray) and 175, 350, 700 and 1400 mL ha<sup>-1</sup> (which were applied through water drip irrigation). The productivity of cowpea black responded significantly to drip irrigation, with an average of 1,900 kg ha<sup>-1</sup>. The highest productivity was estimated at 2,249 kg ha<sup>-1</sup> corresponding to an irrigation of 551 mm of water. Both the water deficit and water excess affected the productivity and the equatorial and polar diameters of the seed. The application of different concentrations of methamidophos-based insecticide, applied by conventional spray and by chemigation, had no toxic effect in the plants, did not affect their development, resulting in equivalent yields. The form of application, conventional or chemigation, caused no statistical difference in terms of productivity.

**Keywords:** *Vigna unguiculata*. Irrigation management. Chemigation.

## LISTA DE FIGURAS

<b>FIGURA 1</b>	Visualização do sistema de irrigação por gotejamento na área experimental.....	27
<b>FIGURA 2</b>	Ilustração da área experimental .....	28
<b>FIGURA 3</b>	Diâmetro polar das sementes de feijão vigna de cor preta, em função de diferentes níveis de irrigação, Fortaleza-CE, 2007.....	36
<b>FIGURA 4</b>	Diâmetro equatorial das sementes de feijão vigna de cor preta, em função de diferentes níveis de irrigação, Fortaleza-CE, 2007.....	37
<b>FIGURA 5</b>	Produtividade do feijão vigna de cor preta, em função de diferentes níveis de irrigação, Fortaleza-CE.....	38
<b>FIGURA 6</b>	Número de pulgões ao longo dos dias após a aplicação do methamidophos em função do modo de aplicação e das diferentes doses aplicadas (PC-pulverização convencional e Q- quimigação).....	40

## LISTA DE TABELAS

<b>TABELA 1</b>	Esquema da análise de variância, realizada nos experimentos.....	32
<b>TABELA 2</b>	Lâminas de irrigação aplicadas na cultura do feijão vigna para cada tratamento, Fortaleza – CE, 2006 – 2007.....	33
<b>TABELA 3</b>	Resumo das análises de variância do peso das vagens (PV), número de vagens (NV), número de sementes por vagem (NSV), comprimento da vagem (CV), diâmetro polar da semente (DPS), diâmetro equatorial da semente (DES) e produtividade, em função das lâminas de irrigação, Fortaleza-CE, 2007.....	34
<b>TABELA 4</b>	Valores médios do peso das vagens e número de vagens por parcela, número de sementes por vagem, comprimento das vagens, diâmetro polar e equatorial das sementes e produtividade do feijão vigna de cor preta, Fortaleza-CE.....	35
<b>TABELA 5</b>	Número de pulgões em função dos dias após aplicação das doses de methamidophos aplicados via pulverização convencional e quimigação, na cultura do feijão vigna de cor preta, Fortaleza.....	41
<b>TABELA 6</b>	Resumo das análises de variância do peso das vagens (PV), número de vagens (NV), número de sementes por vagem (NSV), comprimento da vagem (CV), diâmetro polar da semente (DPS), diâmetro equatorial da semente (DES) e produtividade, em função das doses e método de aplicação. Fortaleza, CE.....	42
<b>TABELA 7</b>	Efeito das doses de methamidophos aplicados por pulverização convencional e por quimigação nas variáveis: número de vagens, peso das vagens, número de sementes por vagem e produtividade do feijão vigna de cor preta, Fortaleza,CE.....	43

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	11
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	13
<b>2.1</b>	<b>Feijão caupi (<i>Vigna unguiculata</i>)</b> .....	13
<b>2.2</b>	<b>Taxonomia do feijão vigna</b> .....	14
<b>2.3</b>	<b>Aspectos socioeconômicos</b> .....	14
<b>2.4</b>	<b>Exigências edafoclimáticas</b> .....	15
<b>2.5</b>	<b>Pragas e doenças do feijão</b> .....	16
<b>2.6</b>	<b>Manejo da irrigação e produtividade do feijão vigna de cor preta</b> .....	18
<b>2.7</b>	<b>Quimigação</b> .....	22
2.7.1	Insetigação por gotejamento .....	23
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	26
<b>3.1</b>	<b>Localização da área experimental</b> .....	26
<b>3.2</b>	<b>Cultura</b> .....	26
<b>3.3</b>	<b>Preparo do solo</b> .....	26
<b>3.4</b>	<b>Adubação</b> .....	27
<b>3.5</b>	<b>Tratos culturais</b> .....	27
<b>3.6</b>	<b>Sistema de irrigação utilizado nos experimentos</b> .....	27
<b>3.7</b>	<b>Layout da área experimental</b> .....	29
<b>3.8</b>	<b>Tratamentos</b> .....	29
3.8.1	Experimento I – Lâminas de irrigação.....	30
3.8.2	Experimento II – Doses de Methomidophos aplicadas por quimigação e por pulverização convencional.....	31
<b>3.9</b>	<b>Análises estatísticas</b> .....	33
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	34
<b>4.1</b>	<b>Experimento I – Lâminas de irrigação</b> .....	34
<b>4.2</b>	<b>Experimento II – Doses de quimigação aplicadas por gotejamento e pulverização convencional</b> .....	40
<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES</b> .....	46
<b>6</b>	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	47

# 1 INTRODUÇÃO

O feijão vigna de cor preta (*Vigna unguiculata* L Walp.) é uma das culturas mais importantes das regiões Norte e Nordeste do Brasil, por desempenhar importância fundamental no contexto socioeconômico das famílias de baixa renda que vivem nestas regiões. Fornece alimento de alto valor nutritivo, por apresentar alto conteúdo protéico além de participar da geração de emprego e renda.

A produção nacional de feijão caupi obtida em 2006, considerando as três safras, totalizou 3.457.744 toneladas, o que corresponde a um incremento de 14,4% em relação ao ano anterior e superando, também, a safra recorde de 1994, quando foram colhidas 3.369.684 toneladas. Isto ocorreu em virtude dos bons preços praticados no mercado, sobretudo na primeira e na segunda safra do produto, estimulando-os a ampliarem seus cultivos. Também é importante ressaltar o aumento na produtividade, decorrente, de uma maneira geral, de condições climáticas favoráveis.

A cultura do feijão caupi é cultivada em todo o Território Nacional, sendo que os estados do Paraná, Minas Gerais, Bahia, São Paulo e Goiás são responsáveis por cerca de 64,2% do total produzido no País. Na região Nordeste, o estado da Bahia é o maior produtor de feijão, seguido do Ceará, que em 2006 produziu 253.258 toneladas, com rendimento médio de 462 kg ha<sup>-1</sup>.

O baixo uso de tecnologia, a possibilidade de ocorrência de déficit hídrico e a suscetibilidade a pragas e doenças são alguns dos fatores que fazem do feijão uma cultura de risco. Por isso, em alguns anos, a produção é alta e, em outras, há quebras de safras. Todavia, a diversidade fisiográfica do País e a adaptação do feijoeiro a diversas condições de clima e solo tornam possível explorar a cultura em três épocas diferentes, no mesmo ano, reduzindo os intervalos de entressafra e aumentando a estacionalidade dos preços ao longo do ano.

Na agricultura irrigada a obtenção de altas produtividades envolve várias técnicas de condução da cultura, durante todo processo produtivo. Estas técnicas requerem investimentos na aquisição de equipamentos que possam garantir produtividades economicamente satisfatórias. Além da constante busca por maior produção, procura-se também reduzir o custo operacional do empreendimento agrícola. O manejo eficiente da irrigação, associado à uma tecnologia que leve ao bom desenvolvimento da cultura, torna possível, ao mesmo tempo, uma agricultura auto sustentável e lucrativa.

A quimigação propicia a redução de custos na aplicação de produtos químicos e biológicos na agricultura irrigada, além de preservar o meio ambiente, atenuando impactos ambientais negativos e potencializando os impactos positivos. A quimigação também permite a aplicação de produtos químicos em qualquer fase de crescimento das culturas.

Em geral, a quimigação (insetigação) é eficiente para o controle de um grande número de pragas da parte aérea, podendo controlar também insetos de solos. Pesquisas nesse sentido têm demonstrado esta afirmação. No entanto não se tem observado diferença de rendimentos quando se compara insetigação com os métodos convencionais, provavelmente isto acontece porque a insetigação em contra posição da aplicação convencional (mecanizada) não causam compactação do solo assim como também danos mecânicos às plantas fatores que podem reduzir a produtividade das culturas.

Nesse aspecto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes lâminas de irrigação e a aplicação de diferentes doses do inseticida methamidophos no controle do pulgão, quando aplicado por quimigação no sistema de gotejamento e por pulverização convencional na cultura do feijão vigna de cor preta.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Feijão Caupi (*Vigna unguiculata*)

O feijão caupi, ou feijão-de-corda (*Vigna unguiculata* L. Walp.), se diferencia das outras espécies por ter um rápido ciclo de produção e colheita, sem necessariamente precisar de adubação e por ser mais fácil de cozinhar (COELHO, 2008). É uma leguminosa granífera, comestível, dotada de alto teor protéico, boa capacidade de fixar nitrogênio e pouco exigente em fertilidade de solo. Pode ser cultivado para a obtenção de grãos verdes ou secos e vagens, bem como de ramos e folhas para a alimentação de animais. Além disso, é uma opção de fonte de matéria orgânica na recuperação de solos pobres em fertilidade ou esgotados pelo uso intensivo. É uma espécie rústica bem adaptada às condições de clima e solo da região semi-árida do Nordeste brasileiro, e ao mesmo tempo possuidora de uma grande variabilidade genética, a qual a torna versátil, podendo ser usada em diferentes sistemas de produção, tradicionais ou modernos. (FREIRE FILHO, 1988).

Originário da África acredita-se que o feijão caupi foi introduzido na América Latina, no século XVI, pelos colonizadores espanhóis e portugueses. Foi introduzido no Brasil, provavelmente, no Estado da Bahia (FREIRE FILHO; CARDOSO; ARAÚJO, 1983), sendo levado pelos colonizadores para outras áreas da região Nordeste e para as demais regiões do País. O feijão caupi se adapta melhor às condições climáticas dos trópicos semi-árido, úmido e subúmido, portanto, deve ser considerada uma cultura complementar e não uma competidora do feijão-comum. (SMARTT, 1990).

O feijão *Vigna* é uma leguminosa anual, de ciclos reprodutivos curto, que constitui a base alimentar de milhões de pessoas em vários países. Embora seja largamente cultivada no mundo, sua importância é maior em países em desenvolvimento da América do Sul, da África e da Ásia. As proteínas de origem vegetal perfazem 83% do total de proteínas da dieta padrão, representando uma das maiores esperanças no combate à escassez de suprimentos alimentares. Constitui uma excelente fonte de tiamina e niacina, e, também, contém quantidades razoáveis de outras vitaminas hidrossolúveis como: riboflavina, piridoxina e ácido fólico, e de minerais como: ferro, zinco, potássio e fósforo. (EMBRAPA, 2008).

O feijão é considerado uma boa fonte de fibras dietéticas, cujo alto consumo tem sido correlacionado ao decréscimo da incidência de doenças como: diverticulite, câncer de cólon, obesidade, doenças coronarianas e diabetes.

O feijão caupi é uma planta com baixa exigência hídrica e rústica para se desenvolver em solos de baixa fertilidade. Vários trabalhos têm sido conduzidos, objetivando explorar o potencial genético do caupi, que em condições experimentais tem apresentado produtividade de grãos secos acima de 3 t ha<sup>-1</sup>. (BEZERRA, 1997). Entretanto, novas pesquisas precisam ser implementadas e novos investimentos devem ser feitos para que melhores resultados sejam obtidos.

## 2.2 Taxonomia do feijão vigna

O feijão vigna é uma planta dicotiledônea que pertence à ordem *Fabales*, *Família Fabaceae*, *sub família Faboideae*, tribo *Phaseoleae*, subtribo *Phaseolinae*, gênero *Vigna*, espécie *Vigna unguiculata* (L.) walp (FREIRE FILHO; LIMA; RIBEIRO, 2005). O feijão caupi é conhecido como: feijão-mecaçar, feijão-macaça e feijão-de-corda no Nordeste; feijão-da-colônia, feijão-de-praia e feijão-de-estrada no Norte; feijão-miúdo no Sul; feijão-catador e feijão-surupuva em regiões da Bahia e do Rio de Janeiro.

## 2.3 Aspectos socioeconômicos

O feijão é uma cultura de importância econômica, social, nutricional e funcional, sendo cultivado por pequenos e grandes produtores. O consumo nas várias regiões do país orienta a pesquisa, direcionando a produção e comercialização do produto. Além de sua importância econômica, o feijão se constitui em um dos alimentos básicos da população brasileira e é uma das alternativas de exploração agrícola em pequenas propriedades, de ocupação de mão-de-obra menos qualificada e um dos principais produtos fornecedores de proteína na dieta alimentar dos estratos sociais economicamente menos favorecidos. (EMBRAPA, 2008).

O Brasil é o maior produtor mundial de feijão, como também o maior consumidor, consumindo toda a sua produção, e ainda importando quantidades complementares a sua demanda. Dentre as espécies de feijão produzido, o feijão caupi é a cultura mais produzida na região Nordeste, com área corresponde a aproximadamente 60% da área total cultivada de feijão. A área colhida, a produção e a produtividade oscilam muito de ano para ano, em virtude, principalmente, das variações climáticas. Entre 1993 e 2001, a média anual da área colhida foi de 1.355.184 ha, a produção 429.375 t, e a produtividade, relativamente baixa, na faixa de 300 a 400 kg ha<sup>-1</sup>. (FREIRE FILHO; LIMA; RIBEIRO, 2005; IBGE, 2006).

O consumo médio de feijão no Brasil é de 20 kg<sup>-1</sup> ano por pessoa, ele abastece a mesa de 27,5 milhões de nordestinos e gera 2,4 milhões de empregos. Estes dados são extremamente importantes, porque refletem a participação da cultura no contexto de geração de emprego, de renda e da produção de alimentos no país, e a credencial para receber maior atenção por parte das políticas de abastecimento e por parte dos órgãos de apoio à pesquisa. (FREIRE FILHO; LIMA; RIBEIRO, 2005).

A região Nordeste, em especial o semi-árido, está produzindo anualmente cerca de 550 mil toneladas de feijão caupi BRS Pujante, distribuídos em 1,6 mil hectares. Como o feijão caupi é uma cultura que se adapta facilmente tanto na caatinga, quanto em áreas irrigadas, vale ressaltar que o produto tem servido como fonte de renda e subsistência para dezenas de famílias de pequenos produtores.

## **2.4 Exigências edafoclimáticas**

Dentre os elementos de clima conhecidos, destacam-se a precipitação e a temperatura do ar que, por intermédio do zoneamento de risco climático, possibilitam verificar a viabilidade e a época adequada para a implantação da cultura do feijão caupi. Outros elementos do clima que exercem influência no crescimento e desenvolvimento desta cultura são: fotoperíodo, vento e radiação solar. (ANDRADE JUNIOR; RODRIGUES; FRIZZONE, 2002).

Com relação à temperatura, a média ótima durante o desenvolvimento da cultura é de 18 a 24°C, sendo 21°C a ideal. (VIEIRA; PAULA JUNIOR; BORÉM, 2006). No entanto, Fancelli e Dourado Neto (1999) consideram aptas para a cultura regiões com temperatura

média entre 15 e 29°C. A incidência de baixas temperaturas, sobretudo durante o processo de germinação e ou emergência das plântulas, pode reduzir substancialmente o estande populacional, bem como propiciar um atraso significativo no período necessário para a germinação. Esse fato apresenta notoriedade, principalmente na safra de “inverno”, onde a semeadura é realizada nos meses de julho-agosto, propiciando retardo no florescimento. (ANDRADE JUNIOR; RODRIGUES; FRIZZONE, 2002).

A cultura do feijão caupi exige um mínimo de 300 mm de precipitação pluviométrica. (FREIRE FILHO; LIMA; RIBEIRO, 2005), distribuídos regularmente durante o ciclo vegetativo da cultura, para uma produção satisfatória, sem a necessidade de irrigação suplementar. As regiões que apresentam níveis pluviométricos entre 300 e 500 mm são consideradas aptas para a implantação da cultura, pois segundo Doorenbos & Kassam (1979), a necessidade de água para o feijoeiro com ciclo de 60 a 120 dias varia de 300 a 500 mm para obtenção de alta produtividade de grãos. A cultura tolera ocorrências de déficit hídrico no início de seu desenvolvimento, sendo considerada resistente à seca, condição esta variável de cultivar para cultivar. Os períodos fenológicos críticos da cultura são o florescimento e o enchimento de grãos, sendo importante nessa época um adequado nível de umidade para uma boa produção.

Segundo Andrade Júnior; Rodrigues e Frizzone (2002), o feijão caupi pode ser cultivado em quase todos os tipos de solos, com destaque para os, Latossolos Vermelho Amarelos, Argissolos Vermelho Amarelos e Neossolos Flúvicos. De um modo geral, desenvolve-se em solos com regular teor de matéria orgânica, soltos, leves e profundos, arejados e dotados de média a alta fertilidade.

A evapotranspiração total e média do feijão caupi para as condições edafoclimáticas da Paraíba foi de 383,02 mm e 4,12 mm d ha<sup>-1</sup>, respectivamente. O maior consumo de água pela cultura ocorreu na fase reprodutiva, com valor médio de 3,65 mm d ha<sup>-1</sup>, sendo que o ciclo da cultura foi de aproximadamente 93 dias. (LIMA et al., 2004).

## **2.5 Pragas e doenças do feijão**

De acordo com a EMBRAPA (2008), o feijoeiro é afetado por inúmeras doenças as quais, além de diminuir a produtividade da cultura, depreciam a qualidade do produto.

Estas doenças podem ser de origem fúngica, bacteriana, virótica assim como as incitadas por nematóides. Entre as principais doenças fúngicas encontra-se a mancha angular, a antracnose, a ferrugem, o oídio, o mofo branco, as podridões radiculares de *Fusarium* e *Rhizoctonia*, a murcha de *Fusarium*, a podridão do colo e, mais recentemente o carvão e a sarna. Entre as doenças bacterianas merecem destaque, por sua importância, o crestamento bacteriano comum e a murcha-de-*Curtobacterium*. Dentre as doenças incitadas por vírus, tem-se o mosaico comum (BCMV) e o mosaico dourado (BGMV), e entre os nematóides, aquele conhecido como nematóide das galhas é, sem dúvida, o que merece maior consideração.

As pragas atacam o feijoeiro em locais específicos e podem ser assim classificadas:

- Pragas subterrâneas;
- Pragas da parte aérea;
- Pragas dos órgãos reprodutivos; e
- Pragas dos grãos armazenadores.

As pragas mais comumente encontradas nas plantações de feijão são as da parte aérea como: vaquinhas (*Diabrotica speciosa*), cigarrinha verde (*Empoasca kraemeri*), pulgões (*Aphis sp*), mosca minadora (*Liriomyza sp*) e o caruncho-do-feijão (*Collosobruchus maculatus Febr*). Este último causa perdas físicas e de qualidade à cultura. (EMBRAPA, 2008).

As espécies de pulgão que ocorrem no feijão caupi são: *Aphis crecifora koch*, 1854 (MORAES; RAMALHO, 1980); *Homopte, Aphididae* (SANTOS; QUINDERÉ, 1988). São insetos pequenos, com cerca de 7,5 mm de comprimento, de coloração variando do amarelo-claro ao verde-escuro. Vivem em colônias, sob as folhas, brotos novos e flores.

O pulgão, normalmente desenvolve suas colônias nos brotos terminais e, principalmente, nos pecíolos das folhas. Essas colônias são constituídas de muitos indivíduos, em diferentes fases, inclusive alados (SANTOS; QUINDERÉ, 1988). Com o decorrer do tempo e com o aumento da população dos pulgões, as plantas atacadas ficam debilitadas, em virtude da grande quantidade de seiva retirada e de toxinas injetadas (ANDRADE JUNIOR; RODRIGUES; FRIZZONE, 2002).

Os pulgões se alimentam sugando a seiva destas plantas, injetando toxinas e transmitindo viroses. O pulgão *Aphis crecifora koch* (*Hemiptera; Aphididae*), além de causar danos diretos, ainda é responsável pela transmissão do potyvirus, *Cowpea Aphid-borne* (CpAMV), amplamente disseminado pelo Estado do Ceará e do *Blackeye mosaic virus*

(BICpMV). (LIMA et al., 2004).

Durante os primeiros 15 dias do ciclo do feijoeiro, a ação de sucção dos pulgões provoca encarquilhamento das folhas e deformação dos brotos, além da redução da produtividade e atraso no desenvolvimento da cultura. (OFUYA, 1997). Por se alimentarem exclusivamente de seiva, eliminam grandes quantidades de mela (líquido constituído de açúcares) do qual se alimentam as formigas, além de servir também de substrato para o desenvolvimento da fumagina, que pode cobrir totalmente a superfície foliar da planta, prejudicando a fotossíntese e a respiração. (SILVA et al., 2006).

Bleicher (2004) comenta que para se mensurar o potencial de danos que uma população de artrópodes pode gerar a um cultivo, faz-se necessário caracterizar a densidade populacional, o que se faz por meio de amostragem e com o uso de escalas para diferenciar o nível de ataque na planta. O controle químico desses artrópodes ainda é o método mais comum dentre os efetuados pelos produtores e, também, o que mais provoca efeitos adversos, sobretudo quando não há assistência técnica.

## **2.6 Manejo da irrigação e produtividade do feijão vigna de cor preta**

A agricultura irrigada tem sido importante estratégia para otimização da produção mundial de alimentos, proporcionando desenvolvimento sustentável no campo, com geração de empregos e renda de forma estável. Atualmente, mais da metade da população mundial depende de alimentos produzidos em áreas irrigadas. (MANTOVANI; BERNARDO; PALARETTI, 2007). O mesmo autor afirma ainda que, a irrigação não deve ser considerada isoladamente, mas sim como parte de um conjunto de técnicas utilizadas para garantir a produção econômica de determinada cultura com adequados manejos dos recursos naturais. Portanto, devem ser levados em conta os aspectos de sistemas de plantio, de possibilidades de rotação de cultura, de proteção dos solos, de fertilidade do solo, de manejo integrado de pragas e doenças, mecanização entre outros, perseguindo-se a produção integrada e a melhor inserção nos mercados.

Uma das principais causas do insucesso de muitos projetos de irrigação tem sido a falta de um manejo adequado. Geralmente, por desconhecimento ou por falta de assistência técnica ou por ambos os fatores, o produtor ou irrigante normalmente dá muita importância a

essa prática. O manejo da irrigação constitui uma técnica muito importante do ponto de vista econômico e ambiental numa atividade agrícola. E, por meio de um manejo adequado da irrigação, pode-se economizar água, energia, aumentar a produtividade da cultura e melhorar a qualidade do produto. Em regiões áridas e semi-áridas, o uso inadequado da irrigação pode levar à salinização do solo. Por outro lado, com planejamento e manejo adequado da irrigação e de outras práticas culturais, pode-se programar a produção de algumas culturas e alcançar melhores preços na entressafra. (RESENDE; ALBUQUERQUE, 2002).

O manejo de irrigação busca suprir a necessidade hídrica da cultura na medida certa, sem déficit e nem excesso. É muito importante para se obter sucesso na produção e também para preservar o meio ambiente, que o manejo de irrigação seja feito de forma adequada. Existem diferentes métodos de manejo de irrigação, sendo os mais utilizados aqueles baseados no solo ou em dados climáticos, podendo-se combinar combinações entre estes. Em todo manejo de irrigação, o importante é determinar quando e quanto de água aplicar.

O método de manejo pelo tanque Classe “A” apresenta facilidade de operação, custo relativamente baixo e, principalmente, a possibilidade de instalação próximo à cultura a ser irrigada. (VOLPE; CHURATA-MASCA, 1988), além dos resultados satisfatórios para a estimativa da demanda hídrica das culturas. (SEDIYAMA, 1987; KLAR, 1991; BASTOS, 1994). Apesar de fornecer uma medida estimada da demanda hídrica da cultura, essa medida associa os efeitos integrados de alguns fatores que influem na evapotranspiração da cultura.

Tanto a deficiência como o excesso hídrico afetam de maneira marcante o comportamento dos estádios fenológicos das culturas. A deficiência hídrica provoca alterações no comportamento vegetal cuja irreversibilidade vai depender do genótipo, da duração, da severidade e do estágio de desenvolvimento da planta. Nas leguminosas a saturação hídrica do solo, prejudica o desenvolvimento das raízes e da parte aérea e também a fixação de nitrogênio pelo sistema radicular, em virtude de reduzir o oxigênio para os nódulos, resultando numa redução do número de nódulos por área radicular. (DE WIT, 1978). Quando a saturação hídrica do solo ocorre durante a formação de flores, reduz o período de florescimento, a produção de flores e o número de legumes devido ao aborto floral. (SIONIT & KRAMER, 1977).

Resende, Henderson e Fereres (1998) relataram que plantas submetidas a déficit hídricos reduzem a turgescência e, conseqüentemente, a expansão celular, o que promove redução no alongamento do caule e da folha. Para Babalola (1980), a translocação de fotoassimilados para as raízes é comprometida em condições de déficit hídrico, afetando

diretamente o crescimento das plantas. Já, para Leite *et al.* (1999), considerando que as folhas são os centros de produção da fotossíntese e que o resto da planta depende da exportação de material assimilado da folha para outros órgãos da planta de feijão caupi, o estresse hídrico nesta cultura, compromete tal exportação, contribuindo para decréscimos de seu crescimento e da produção.

A eficiência da utilização da água pela cultura do feijoeiro em relação ao rendimento obtido é uma variável de grande importância, sobretudo em locais onde a atividade de produção é diretamente determinada pela prática da irrigação, refletindo na rentabilidade e na eficiência da produção. Para a cultura do feijoeiro, o valor da eficiência de uso da água na produção de grãos com umidade de 10% é da ordem de 0,3 a 0,6 kg m<sup>-3</sup>, segundo Doorenbos e Kassam (1979).

A deficiência de água é um dos fatores mais limitantes para a obtenção de elevadas produtividades de grãos de feijão caupi, sendo que a duração e a época de ocorrência do déficit hídrico afetam em maior ou menor intensidade o rendimento dessa cultura. Por meio da irrigação é possível suprir a quantidade de água para o adequado crescimento e desenvolvimento da cultura.

A fase da planta mais sensível à deficiência de água é a reprodutiva, sendo altamente vulnerável desde o início da floração até o início da formação das vagens. (FAGERIA; BALIGAR; JONES, 1991). O déficit de água no período vegetativo reduz o crescimento das plantas, que podem se recuperar se a irrigação for reiniciada, mas não apresentarão a mesma produtividade das plantas irrigadas adequadamente durante todo o ciclo. A água de irrigação deve atender à exigência hídrica da planta, que varia, principalmente, com as condições de clima do local, época de semeadura, cultivares e estádios de desenvolvimento da planta. (SILVEIRA; STONE, 2001).

A produtividade do feijão, como nas demais culturas, é bastante afetada pelas condições hídricas prevalentes durante o ciclo da cultura. Deficiência ou excesso hídrico, nas diferentes fases do ciclo da cultura, pode causar redução na produtividade. O feijão, quando exposto ao déficit hídrico no período considerado crítico (15 dias antes da floração), está sujeito à queda no rendimento por provocar redução no número de vagens por planta, sendo mais suscetível à falta de água durante a floração e estado inicial de formação das vagens. (SOARES; SILVA, 2007).

Para Silveira e Stone (2001), o déficit afeta, praticamente, todos os aspectos relacionados ao desenvolvimento das culturas, bem como a do feijoeiro, reduzindo a área

foliar (menor crescimento ou até a morte das folhas), diminuindo a fotossíntese (em função da menor área foliar, ao murchamento e enrolamento de folhas e ao fechamento de estômatos), afetando vários outros processos, tais como: brotação, polinização, absorção de nutrientes e translocação de fotossintatos. Gomes Filho e Tahin (2002) verificaram que uma acentuada deficiência hídrica no solo afetou o sistema assimilador e translocador de fotoassimilados dos cultivares de feijão caupi.

Rodrigues (2001), avaliando a resposta de duas cultivares de feijão caupi (BR-10 Piauí e BR-14 Mulato) à aplicação de diferentes lâminas de irrigação, quanto ao rendimento de grãos e vagens verdes, nas condições edafoclimáticas de Parnaíba, Piauí,, verificaram que a produtividade média de grãos verdes das duas cultivares foi de  $4.272 \text{ kg ha}^{-1}$ , com a aplicação de uma lâmina de irrigação de 392,1 mm. Nas mesmas condições edafoclimáticas, Andrade, Carvalho e Vieira (2006) estimaram que o consumo de água do feijão caupi, cultivado na época do ano de maior demanda hídrica foi de 380 mm, correspondendo a um consumo médio de  $6,3 \text{ mm dia}^{-1}$ .

Andrade Junior, Rodrigues e Frizzone (2002) obtiveram rendimentos de 2.800 e  $2.100 \text{ kg ha}^{-1}$  para as cultivares de feijão caupi, BR-17 Gurguéia e BR-14 Mulato, respectivamente, em experimento realizado no litoral piauiense. Estas produtividades foram obtidas com a aplicação de lâminas de irrigação de 449,1 e 389,9 mm, respectivamente.

Stone e Moreira (2001) verificaram que a resposta do número de vagens por planta (VP) e o número de grãos por vagem (GV) do feijão, às lâminas de água foi quadrática, indicando que mesmo um estresse hídrico de pequena intensidade na fase vegetativa já tem reflexo negativo sobre eles e sobre a produtividade da cultura.

Nascimento, Pedrosa e Tavares Sobrinho (2004), estudando efeito da variação de níveis de água disponível no solo, sobre o crescimento e produção de vagens e grãos verdes de feijão caupi, verificaram que o nível crescente de déficit hídrico afetou drasticamente o desempenho desta cultivar em comparação à testemunha. Os autores observaram grande variação da produção, frente às deficiências hídricas impostas pelos tratamentos, com reduções significativas, à medida que diminuíram os níveis de água disponível no solo, sendo considerados.

## 2.7 Quimigação

A quimigação é uma técnica de aplicação de produtos químicos ou biológicos, usando-se a própria água de irrigação. O uso desta técnica tem-se generalizado, principalmente com o desenvolvimento de modernos sistemas de irrigação e de equipamentos de injeção que permitiram a expansão do número de produtos aplicáveis pela água de irrigação, como por exemplo: fertilizantes (fertirrigação); herbicidas (herbigação); fungicidas (fungigação); inseticidas (insetigação); nematicidas (nematigação); ácidos, gás carbônico, cloro, reguladores de crescimento e agentes de controle biológico.

A prática da quimigação oferece diversos benefícios, se comparada às técnicas tradicionais, entre outras, permite obter redução do custo de aplicação, uma vez que há redução de mão-de-obra e do custo operacional de máquinas; melhor distribuição dos produtos; menor risco de contaminação do operador, em decorrência da menor exposição aos produtos; menor compactação do solo, pois reduz o tráfego de máquinas na área cultivada; menores danos mecânicos às culturas, pois permite a aplicação de produtos químicos em qualquer fase de desenvolvimento das culturas, independente da sua fase de desenvolvimento ou do fechamento entre as fileiras; menor risco de impacto ambiental, quando adequadamente usada. (SOUSA; LOBATO, 2004).

Com a quimigação é possível uma aplicação segura e efetiva da quantidade apropriada de produto, pela qual reduz-se os custos de produção enquanto se protege o operário e o ambiente. (LEON NEW, 1990). O sucesso da quimigação, tendo como alvo tanto o solo quanto a folhagem, depende em grande parte da uniformidade de aplicação do produto, a qual é geralmente proporcional à uniformidade de distribuição da água pelo sistema de irrigação. A medição da uniformidade de distribuição da água mediante o coeficiente de uniformidade de Christiansen (1942) (CUC) permite a comparação dos diferentes sistemas de irrigação em relação a esse coeficiente. Porém, o CUC é a forma em que é distribuída a água no solo pelo sistema de irrigação sem a presença da cultura.

O controle químico de pragas via injeção de inseticidas na água de irrigação (insetigação) começou na década de 60 nos Estados Unidos. No Brasil os primeiros relatos datam da década de 80. Com o incremento da área agrícola irrigada, os inseticidas têm sido aplicados por meio dos equipamentos de aspersão sem as pesquisas prévias necessárias para a sua eficiente utilização. (VIANA, 1994). É possível a aplicação dessa técnica com todos os

métodos de irrigação, porém apresentam alguns sistemas mais apropriados e, em muitos casos impõem restrições ao tipo de produto químico a ser aplicado. Particularmente, na irrigação por aspersão pode-se aplicar os produtos químicos tanto no solo quanto nas folhas das plantas, enquanto que os sistemas de irrigação por superfície e gotejamento só permitem aplicar o agroquímico ao solo. A maioria dos inseticidas, fungicidas e agentes de controle biológico, bem como herbicidas pós-emergentes, precisa ser aplicado na parte aérea das plantas. (VIEIRA, 1994).

As condições ambientais são fatores que determinaram o sucesso da insetigação. A velocidade do vento influi na distribuição do inseticida através de derivas e aumenta a evaporação, causando perda de inseticidas mais voláteis. Ventos com velocidade superior a 16 km h<sup>-1</sup> inviabilizam a aplicação de agrotóxicos em sistemas pressurizados móveis. A eficiência da insetigação depende da seleção correta do inseticida.

Vieira, Pinto e Paula Júnior (2003), avaliando a eficiência de fungicidas aplicados via água de irrigação sobre as plantas ou apenas no solo, para controle do mofo-branco (*Sclerotinia sclerotiorum*) do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*), verificaram que a quimigação proporcionou controle do mofo-branco semelhante ao obtido com o pulverizador em relação à incidência, à severidade e ao número de vagens doentes. Conseqüentemente, os rendimentos de feijão alcançados com os dois métodos de aplicação foram semelhantes.

### 2.7.1 Insetigação por gotejamento

No gotejamento, a quimigação se restringe a agroquímicos ligados no solo, a exemplo de nematicidas, inseticidas sistêmicos e alguns herbicidas. (COSTA; VIEIRA; VIANA, 1994). Os autores indicam que a eficiência da quimigação depende da correta seleção do inseticida, sendo a solubilidade um aspecto importante a ser considerado.

A insetigação tem sido utilizada com sucesso para o controle de diversas pragas, entretanto existem exemplos de insucessos, indicando que o método não se aplica para todas as condições. Pesquisas devem ser conduzidas, novas formulações de inseticidas desenvolvidas, para esse modo de aplicação, visando obter maior eficiência no controle das pragas, com reflexos diretos no custo de produção e na contaminação ambiental.

As pragas das culturas alimentam-se de diferentes partes das plantas. O ataque em

cada uma dessas regiões pode requerer uma determinada formulação do inseticida, visando maior eficiência de controle. Entretanto, resultados de pesquisa indicam que algumas formulações utilizadas para pragas da parte aérea também controlam as de solo. A formulação para o controle efetivo de pragas subterrâneas geralmente requer as mesmas características de determinados herbicidas quanto à solubilidade em água, umidade do solo precedendo a aplicação, quantidade da água aplicada, tipo de solo e química do inseticida propriamente dita. (VIANA; COSTA, 1998).

A solubilidade do inseticida em água é um aspecto preponderante a ser observado. No início das pesquisas com inseticidas, Viana e Costa (1998) observou que inseticidas insolúveis em água eram os mais eficientes no controle de pragas e que a eficácia de alguns produtos poderia aumentar com a adição de um óleo não-emulsificante. Constatou-se que os inseticidas solúveis em água eram lavados da folhagem durante a irrigação e caíam no solo, reduzindo a eficiência do controle das pragas da parte aérea da planta. Já, os inseticidas insolúveis em água e solúveis em óleo ficavam encapsulados em gotículas de água, sem perder a sua característica no sistema de irrigação. Na aplicação, aderiam às partes aéreas das plantas e nos corpos (cutícula) dos insetos, aumentando a sua eficiência. Vários estudos foram conduzidos e confirmaram o aumento da eficiência dos inseticidas misturados ao óleo vegetal bruto ou óleo mineral.

As doses dos inseticidas na inseticida são, na maioria das vezes, as mesmas utilizadas em pulverizações pelos métodos convencionais (mecanizado ou costal). A qualidade da água também pode afetar a eficiência da inseticida. Isso é particularmente importante para grandes áreas inseticidas ou quando enormes volumes de água são aplicados e a calda inseticida permanece no tanque por vários dias até que a aplicação termine. Certos inseticidas, particularmente alguns organofosforados, podem perder a sua atividade por hidrólise alcalina. Em regiões onde a água é alcalina, deve-se observar o rótulo para selecionar o inseticida correto. Caso contrário, recomenda-se utilizar aditivos durante a inseticida. (VIANA; COSTA, 1998).

Em se tratando de agrotóxicos, mobilidade no solo está também associada à adsorção do produto. Essa adsorção é dada pelo coeficiente de repartição carbono oxigênio – água ( $K_{oc}$ ). Quanto maior o  $K_{oc}$  do produto, e quanto maior o teor de argila e, principalmente, matéria orgânica do solo, menor é a mobilidade do produto. Portanto os produtos com  $K_{oc}$  abaixo de  $1.000 \text{ ml g}^{-1}$  são os mais utilizados para quimigação visando o controle das pragas do solo. No entanto, produtos com  $K_{oc}$  muito baixo, como acephate, dimethoate,

methamodophos, monocrotofos, entre outros, têm elevado potencial de contaminação do lençol freático, pois são muito móveis no solo. Neste aspecto, o procedimento de calibração adequado dos injetores faz-se necessário, de modo a assegurar que a aplicação dos produtos químicos seja feita na quantidade que a cultura necessita (OLIVEIRA et al., 2000).

A calibração permite dosar a quantidade de solução que cada injetor irá aplicar (OLIVEIRA et al., 2000) no caso de produtos que visem o controle de pragas da parte aérea das plantas, a característica mais importante é a solubilidade em água do produto a ser aplicar. Produtos solúveis em água são distribuídos na forma de solução com a água da irrigação. Portanto, como grande parte da água atinge o solo, como é o caso da rega por aspersão, o produto também tem o mesmo destino. Os produtos com baixa solubilidade em água têm baixa aderência sendo, portanto, os mais indicados para a quimigação quando se visa a parte aérea das plantas. De uma maneira geral, produtos com baixa solubilidade em água são mais eficientes quando aplicados com a menor lâmina de água possível.

Em geral, os fungicidas têm baixa solubilidade em água, fator desejável na quimigação, quando se visa a parte aérea da planta. Além disso, os melhores resultados têm sido obtidos com fungicidas sistêmicos, e com inseticidas, com baixa solubilidade em água, como carbaryl, chlorpyrifós e os piretroides, quando aplicados via água de irrigação por aspersão. A formulação do produto é a melhor indicação para se saber se o produto é ou não solúvel em água (OLIVEIRA et al., 2000).

Em um experimento instalado em Monte Carmelo, Minas Gerais, foi aplicado o inseticida thiawethoxam 2,50 W4 via água de irrigação por gotejamento para o controle do bicho mineiro em épocas diferentes (17/02; 10/03 e 16/04), adotando a dosagem de 2 kg ha<sup>-1</sup>. Dentre as avaliações realizadas, esses tratamentos apresentaram médias de eficiências de 85,6% e 87,7% para os meses de fevereiro e março, nesta ordem. A testemunha (sem inseticida) revelou médias percentuais crescentes de folhas minadas, indicando que a praga na cafeicultura do cerrado mineiro, sem controle, pode provocar sérios danos à lavoura do café. (FERNANDES; DRUMOND; ROCHA, 2003).

### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1 Localização da área experimental**

O presente trabalho foi desenvolvido em dois experimentos executados na área experimental do Laboratório de Hidráulica e Irrigação da Universidade Federal do Ceará no município de Fortaleza, Ceará, com coordenadas geográficas de 3°44'S, 38°33'W e 19,5m de altitude. Os experimentos foram conduzidos nos períodos de novembro de 2006 a janeiro de 2007 e de maio a agosto de 2007.

O clima da região, segundo a classificação de Koppen é do tipo Aw', tropical chuvoso, caracterizado por apresentar chuvas no verão e período seco no inverno.

Considerando a classificação de Thornthwaite (1948), o clima da região é do tipo C2WA'a', úmido a sub-úmido, com moderada deficiência hídrica no inverno. Os dados climáticos do período de execução dos experimentos supracitados foram obtidos na Estação Meteorológica do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Ceará, situada na adjacência da área experimental.

O solo da área, segundo a EMBRAPA (2006), foi classificado como Argissolo Vermelho Amarelo, ou seja, solo com horizonte B textural, com argila de baixa atividade.

#### **3.2 Cultura**

A cultura utilizada foi o feijão (*Vigna unguiculata* (L.) Walp), de cor preta. As sementes foram adquiridas junto ao Laboratório de Análises de Sementes do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará.

#### **3.3 Preparo do solo**

No preparo do solo, para instalação dos experimentos, foram realizadas uma aração e duas gradagens, sendo a última delas na direção do plantio, obtendo-se assim um melhor destorroamento do solo da área a ser cultivada.

### **3.4 Adubação**

A adubação de fundação foi realizada de acordo com a análise de solo e seguindo a recomendação de adubação dos solos do Ceará, para o feijão irrigado, onde as dosagens foram 20-50-20 kg há<sup>-1</sup> de N - P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - K<sub>2</sub>O. (AQUINO et al., 1993).

A adubação nitrogenada foi realizada em três parcelas: 1/3 no plantio, juntamente com o adubo fosfatado e potássico, 1/3 aos 20 dias após a germinação e o restante na floração.

### **3.5 Tratos culturais**

Durante o ciclo da cultura foram realizadas três capinas manuais com auxílio de enxada. Os demais tratos culturais foram específicos para cada experimento, de acordo com os tratamentos e necessidade.

### **3.6 Sistema de irrigação utilizado nos experimentos**

A aplicação de água, para suprir as necessidades hídricas da cultura, foi realizada por meio de um sistema de irrigação por gotejamento, esse era constituído por uma linha principal de tubulação PVC com 50 mm de diâmetro nominal e 10 m de comprimento, contendo no início um cabeçal de controle composto por: bomba auxiliar para fertirrigação, manômetro de glicerina e filtro de disco.

As linhas de derivação foram compostas de mangueira de polietileno com 25 mm de diâmetro nominal tendo cada uma 40 m de comprimento, contendo no início um registro de mesmo diâmetro utilizado para o controle da pressão do sistema

Em cada linha de derivação saiam 40 linhas laterais de mangueira gotejadora de 4 m de comprimento, com gotejadores espaçados de 0,5 m e diâmetro de 16 mm, espaçadas 1 m, tendo no início de cada linha um registro de mesmo diâmetro para o controle das irrigações. (Figura 1).

O sistema de irrigação possuía as seguintes características hidráulicas: tubogotejador autocompensante com gotejadores espaçados entre si de 0,5 m; vazão média de  $2,0 \text{ L h}^{-1}$  e pressão de serviço de  $1,0 \text{ Kgf cm}^{-2}$ .

Uma vez instalado o sistema de irrigação na área experimental, foram realizados, a priori, testes de uniformidade de distribuição de água do sistema, por meio do coeficiente de uniformidade de Christiansen (1942), sendo igual a 90%, caracterizando, dessa forma, um sistema com boa uniformidade de aplicação de água.



Figura 1 - Visualização do sistema de irrigação por gotejamento na área experimental, Fortaleza-Ceará, 2006.

### 3.7 Layout da área experimental

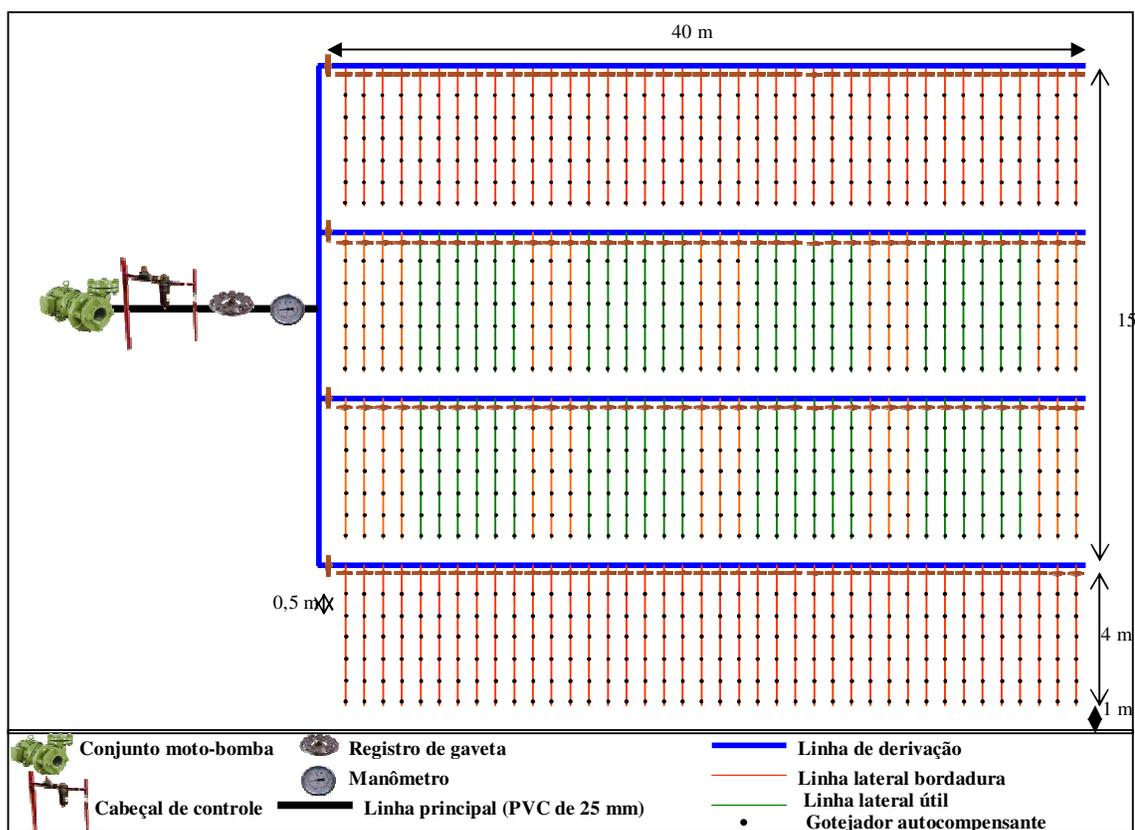


Figura 2 - Ilustração da área experimental, Fortaleza, Ceará, 2006.

### 3.8 Tratamentos

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o desenvolvimento do feijão vigna de cor preta. Para isso foram instalados dois experimentos que visaram avaliar os efeitos de lâminas de irrigação (experimento I) e avaliar os efeitos de doses de quimigação aplicadas via gotejamento e por pulverização convencional no desenvolvimento (experimento II).

### 3.8.1 Experimento I – Lâminas de irrigação

O plantio foi realizado em covas, no dia 08/11/2006, no espaçamento de 1,0 m entre fileiras e de 0,50 m entre plantas, com duas plantas por cova.

O experimento foi instalado com delineamento em blocos casualizados, com seis tratamentos, quatro blocos e quatro repetições totalizando 24 unidades experimentais. Cada parcela era composta de uma linha lateral de 4 m<sup>2</sup> sendo 2,5 m<sup>2</sup> de área útil com 10 plantas e 1,5 m<sup>2</sup> de bordadura com 6 plantas, as 16 linhas laterais restantes em cada linha de derivação foram distribuídas como bordaduras assim como as duas linhas de derivação localizadas nos lados externos da área.

Os tratamentos foram compostos por 6 (seis) níveis de irrigação correspondentes a diferentes percentuais da lâmina de água evaporada no tanque Classe "A" (ECA): L<sub>1</sub> (25%ECA), L<sub>2</sub> (50%ECA), L<sub>3</sub> (75%ECA), L<sub>4</sub> (100%ECA), L<sub>5</sub> (125%ECA), L<sub>6</sub> (150%ECA), diferenciadas a partir de 15 dias após o plantio.

Até os 14 DAP o manejo da irrigação foi realizado com base na evapotranspiração da cultura (ET<sub>c</sub>) utilizando-se o K<sub>c</sub> da cultura para o referido estágio de desenvolvimento (K<sub>c</sub> = 0,81) e a evapotranspiração de referencia (ET<sub>o</sub>) com base no tanque classe "A".

Os tratamentos das lâminas diferenciadas tiveram início nos 15 DAP, ocasião em que as lâminas passaram a ser baseadas na evaporação do tanque Classe "A".

As irrigações eram feitas diariamente sendo o controle através do tempo, este era calculado utilizando-se a Equação 01.

$$T = \frac{ECA * A * P}{E_a * q_g} \quad (01)$$

Sendo:

T = Tempo de irrigação (h);

ECA = Evaporação de água do tanque Classe "A" (mm);

A = Área ocupada por cada emissor (m<sup>2</sup>);

P= Percentual da ECA aplicado em cada tratamento (%);

E<sub>a</sub> = Eficiência do sistema (90%); e

q<sub>g</sub> = Vazão do emissor (L h<sup>-1</sup>).

As variáveis analisadas foram: número de vagens por parcela, comprimento e peso da vagem, número de sementes por vagem, produtividade, diâmetro equatorial e polar das sementes.

Foram realizadas três colheitas nos dias 15/01/2007 (68 DAP), 22/01/2007 (75 DAP) e 01/02/2007 (85 DAP); e na mensuração dos parâmetros foram utilizados: uma balança de precisão, uma régua e um paquímetro digital.

A obtenção dos parâmetros a serem avaliados foi feita da seguinte forma: a produtividade foi obtida a partir do peso total das sementes das três colheitas; o peso das vagens era obtido após cada colheita efetuando-se a pesagem de todas as vagens juntas de cada repetição; o número de vagens por parcela era o total de todas as plantas da parcela; o comprimento da vagem foi medido com o auxílio de uma régua e os diâmetros polar e equatorial das sementes foram mensurados por meio de um paquímetro digital.

### 3.8.2 Experimento II – Doses de Methomidophos aplicadas por quimigação e por pulverização convencional.

O plantio foi realizado em covas, no dia 30/05/2007, no espaçamento de 1,0 m entre fileiras e de 0,50 m entre plantas, com duas plantas por cova.

O experimento foi instalado com delineamento em blocos casualizados, com seis tratamentos, quatro blocos e quatro repetições totalizando 24 unidades experimentais. Cada parcela era composta de uma linha lateral de 4 m<sup>2</sup> sendo 2,5 m<sup>2</sup> de área útil com 10 plantas e 1,5 m<sup>2</sup> de bordadura com 6 plantas, as 16 linhas laterais restantes em cada linha de derivação foram distribuídas como bordaduras assim como as duas linhas de derivação localizadas nos lados externos da área.

As doses de inseticidas aplicadas via água de irrigação nos tratamentos foram as doses recomendadas na pulverização convencional para controle do pulgão, de 350 e 700 mL ha<sup>-1</sup>. Assim, na insetigação, os tratamentos foram compostos de: metade da menor dose (Q<sub>1</sub> = 175 mL ha<sup>-1</sup>), menor dose (Q<sub>2</sub> = 350 mL ha<sup>-1</sup>), maior dose (Q<sub>3</sub> = 700 mL ha<sup>-1</sup>) e o dobro da maior dose (Q<sub>4</sub> = 1.400 mL ha<sup>-1</sup>) e na pulverização convencional aplicou-se as doses recomendadas pelo fabricante do agrotóxico, de 350 mL ha<sup>-1</sup> (P<sub>1</sub>) e de 700 mL ha<sup>-1</sup> (P<sub>2</sub>).

A aplicação dos tratamentos foi realizada quando se identificou a infestação do pulgão (*Aphis craccivora*), praga que surgiu com maior intensidade. A aplicação foi realizada uma só vez após avaliação do grau de infestação das plantas, no dia 10 de junho de 2007, isto é, 30 dias após o plantio.

O inseticida comercial para o controle do pulgão foi o Stron, à base de methamidophos, um inseticida e acaricida sistêmico, organofosforado, com as seguintes características:

- Grupo químico: Methamidophos
- Fórmula molecular:  $C_2H_2NO_2P_5$
- Tipo de formulação: concentrado solúvel
- Concentração: 600 g.L
- Solubilidade em água: 1.000 g.L
- Adsorção ao solo ( $K_{oc}$ ):  $5 \text{ mL ha}^{-1}$
- Classe toxicológica: classe I

O procedimento de aplicação de produtos químicos via água de irrigação foi realizado seguindo as etapas de um manejo adequado. A primeira anterior à injeção do produto, para enchimento do sistema e umedecimento do solo, com duração de 15 minutos, a segunda, que é o período de aplicação (calculado para cada situação), e a terceira etapa, após o encerramento da injeção, para lavagem das tubulações e movimentação do produto para a profundidade desejada, com duração de 15 minutos. Esta aplicação foi realizada em dose única.

Para analisar o efeito do methamidophos, após a aplicação dos tratamentos realizou-se a contagem do número de pulgões, em cinco avaliações distintas: aos 4, 7, 15, 21 e 30 dias após a aplicação. A avaliação da eficiência das doses e formas de aplicações de methamidophos foram realizadas por meio da contagem do número de pulgões encontrados numa parte do pecíolo da folha de comprimento aproximado de 2 cm, em quatro plantas, selecionadas ao acaso na parcela útil.

Como o objetivo da pesquisa foi estudar a viabilidade da aplicação de agrotóxicos via água de irrigação, não foi realizado nenhum controle de pragas além do que se propunha no referido experimento.

Foram realizadas irrigações a cada dois dias mantendo-se o solo em ótimas condições de umidade.

Além da eficiência de aplicação do inseticida, foram analisadas as seguintes variáveis: produtividade, número, comprimento e peso da vagem, e diâmetro equatorial e polar da semente.

### 3.9 Análises estatísticas

As análises estatísticas, para todas as variáveis analisadas, foram realizadas pelo método de análise de variância, utilizando o valor de 5% de significância para o Teste F (Tabela 1) e realizando-se análises de regressão para os casos em que ocorreram efeito significativo e Teste de Tukey, para verificar a existência de diferenças entre os dados qualitativos. Utilizou-se o programa computacional SAEG 9.0 da Universidade Federal de Viçosa. Os dados do cultivo do feijão-de-corda foram expressos pela média  $\pm$  erro padrão da média.

Tabela 1– Esquema da análise de variância, realizada nos experimentos

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SQ</b>	<b>QM</b>	<b>F</b>	<b>F&gt;1 (5%)</b>
Blocos (B)	r-1	SQ <sub>B</sub>	SQ <sub>B</sub> / GL <sub>B</sub>	QM <sub>B</sub> / QM <sub>R</sub>	F <sub>Tabelado</sub>
Tratamentos (T)	t-1	SQ <sub>T</sub>	SQ <sub>T</sub> / GL <sub>T</sub>	QM <sub>T</sub> / QM <sub>R</sub>	F <sub>Tabelado</sub>
Resíduo (R)	(t-1)·(r-1)	SQ <sub>R</sub>	SQ <sub>R</sub> / GL <sub>R</sub>	-	-

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Experimento I – Lâminas de irrigação

Do início ao final do experimento as plantas receberam no total dos tratamentos lâminas acumuladas de 223,91; 359,53; 495,16; 630,78; 766,41 e 902,03 em mm de água, esses valores corresponderam respectivamente a 25, 50, 75, 100, 125 e 150% da evaporação do tanque classe “A”.

Tabela 2 – Lâminas de irrigação aplicadas na cultura do feijão vigna para cada tratamento, Fortaleza – Ceará, 2006 – 2007.

Lâmina aplicada (mm)	Tratamentos (% da ECA)					
	25	50	75	100	125	150
0 – 14 DAP	88,28	88,28	88,28	88,28	88,28	88,28
15 - 84 DAP	135,63	271,25	406,88	542,5	678,13	813,75
<b>Total</b>	<b>223,91</b>	<b>359,53</b>	<b>495,16</b>	<b>630,78</b>	<b>766,41</b>	<b>902,03</b>

A análise de variância apresentada na Tabela 3 mostra que houve efeito significativo para o peso da vagem seca, comprimento da vagem, diâmetro polar e equatorial da semente e para a produtividade do feijão vigna de cor preta em função de diferentes lâminas de irrigação ao nível de 5 % de probabilidade pelo teste F. Para as variáveis número de vagens e no número de sementes por vagem não houve influência significativa das lâminas de irrigação.

Tabela 3– Resumo das análises de variância do peso das vagens (PV), número de vagens (NV), número de sementes por vagem (NSV), comprimento da vagem (CV), diâmetro polar da semente (DPS), diâmetro equatorial da semente (DES) e produtividade, em função das lâminas de irrigação, Fortaleza, Ceará, 2007

Variável	FV	GL	QM	F
PV	Lâmina	5	0,07397	4,914*
	Bloco	3	0,00939	0,624 <sup>ns</sup>
	Resíduo	15	0,01505	
NV	Lâmina	5	17,523	0,872 <sup>ns</sup>
	Bloco	3	5,2393	0,261 <sup>ns</sup>
	Resíduo	15	20,105	
NSV	Lâmina	5	6,7974	1,038 <sup>ns</sup>
	Bloco	3	7,9261	1,210 <sup>ns</sup>
	Resíduo	15	6,5484	
CV (cm)	Lâmina	5	1,7565	5,157*
	Bloco	3	0,1605	0,471 <sup>ns</sup>
	Resíduo	15	0,3406	
DPS (mm)	Lâmina	5	0,3771	10,064*
	Bloco	3	0,03228	0,862 <sup>ns</sup>
	Resíduo	15	0,03746	
DES (mm)	Lâmina	5	0,1114	6,799*
	Bloco	3	0,01058	0,646 <sup>ns</sup>
	Resíduo	15	0,01638	
PROD (kg ha <sup>-1</sup> )	Lâmina	5	359172,4	5,452*
	Bloco	3	91582,1	1,390 <sup>ns</sup>
	Resíduo	15	65874,9	

(ns) não significativo; \* significativo a 5 % de probabilidade pelo teste F.

Na Tabela 4 estão apresentados os valores médios das variáveis analisadas em função dos níveis de irrigação equivalentes a evaporação da água medida no tanque Classe "A", de 25; 50; 75; 100; 125 e 150% ECA. Embora alguns valores não tenham apresentado diferença significativa, em termos absolutos nos níveis mais baixos e mais altos de irrigação, houve uma redução das variáveis mencionadas. Isto pode ter ocorrido pelo fato de que tanto a deficiência quanto o excesso hídrico afetam de maneira marcante o comportamento dos estádios fenológicos das culturas.

O peso médio das vagens secas foi de 2,86 g, com o maior valor obtido de 3,13 g para a lâmina de 766,41 mm, que corresponde ao tratamento com 125%ECA, e, o menor peso de vagem seca foi de 2,71 g para a lâmina de 902,03 mm (150%ECA). Embora tenha havido efeito significativo, não foi possível ajustar um modelo matemático para relacionar o peso das vagens secas com as lâminas de irrigação.

O comprimento médio das vagens foi de 20,47 cm, o diâmetro médio polar da

semente foi de 8,31 mm, variando de 7,72 a 8,61 mm, para os respectivos níveis de 150% e 50% da ECA e o diâmetro médio equatorial da semente foi de 6,16 mm, variando de 5,84 a 6,29 mm para os níveis de 150 e 50% da ECA, respectivamente. A produtividade média do feijão caupi foi de 1.900 kg ha<sup>-1</sup>, com valores variando de 1.529 a 2.251 kg ha<sup>-1</sup>, para os níveis de irrigação de 25 e 75% da ECA, respectivamente. Os valores estão bem acima da média da cultura, de 1.000 a 1.300 kg ha<sup>-1</sup>. (FREIRE FILHO; LIMA; RIBEIRO, 2005).

Os baixos valores de produtividade encontrados para as condições de déficit e saturação hídrica podem ser explicados pelo fato da deficiência hídrica provocar alterações no comportamento vegetal cuja irreversibilidade vai depender do genótipo, da duração, da severidade e do estágio de desenvolvimento da planta, enquanto que a saturação hídrica do solo, aplicada à leguminosas, prejudica o desenvolvimento das raízes e da parte aérea e também a fixação de nitrogênio pelo sistema radicular, em virtude de reduzir o oxigênio para os nódulos, resultando numa conseqüente redução do número de nódulos por área radicular. (DE WIT, 1978).

Tabela 4– Valores médios do peso das vagens (PV) e número de vagens por parcela (NV), número de sementes por vagem (NSV), comprimento das vagens (CV), diâmetro polar (DP) e equatorial (DE) das sementes e produtividade (PROD) do feijão caupi em função de diferentes níveis de irrigação, Fortaleza, Ceará, 2007.

Lâmina aplicada (mm)	PV (g)	NV	NSV	CV (cm)	DPS (mm)	DES (mm)	PROD (kg ha <sup>-1</sup> )
223,91	2,83	21,4	16,60	20,68	8,32	6,19	1.529,2
359,53	2,73	23,5	16,60	20,67	8,61	6,29	1.725,1
495,16	2,89	26,0	16,62	20,40	8,49	6,16	2.251,1
630,78	2,86	26,2	19,53	20,45	8,35	6,26	2.192,3
766,41	3,13	21,5	18,03	21,30	8,37	6,24	2.033,2
902,03	2,71	23,4	16,06	19,28	7,72	5,84	1.666,7
<b>Média</b>	<b>2,86</b>	<b>23</b>	<b>17,24</b>	<b>20,47</b>	<b>8,31</b>	<b>6,16</b>	<b>1.899,6</b>

Lima (1996) e Nascimento, Pedrosa e Tavares Júnior (2004), avaliando o efeito de diferentes níveis de água disponível no crescimento e produtividade do feijão caupi, observaram que o número de vagens por planta diminuiu com o aumento do estresse hídrico. Para os autores, a redução deste componente parece ser o principal fator de decréscimo na produção de grãos de feijão caupi. Miranda, Azevedo e Miranda (2000) e Nóbrega et al. (2004) também verificaram que o aumento do estresse hídrico promoveu uma redução na produtividade do feijão cultivar carioca, nas condições de solo do cerrado e do agreste

paraibano, respectivamente.

A análise de regressão do comprimento das vagens em função das lâminas revelou que embora tenha havido efeito significativo dos níveis de irrigação não foi possível ajustar um modelo matemático para estimar o comprimento em função das lâminas aplicadas. O diâmetro polar (DPS) e o diâmetro equatorial das sementes (DES) foram ajustados a um modelo polinomial quadrático, com  $R^2$  de 0,88 e 0,71 respectivamente (Figuras 3 e 4). Os valores ótimos estimados do diâmetro polar das sementes (8,57 mm) e do diâmetro equatorial das sementes (6,29 mm) foram obtidos para as lâminas de 463 e 475 mm, respectivamente. Verificou-se que a aplicação de lâminas mais elevadas proporcionou um decréscimo nas dimensões da semente, ocasionada pelo excesso de água, observando-se que os diâmetros foram mais afetados pelo excesso de água do que pelo déficit.

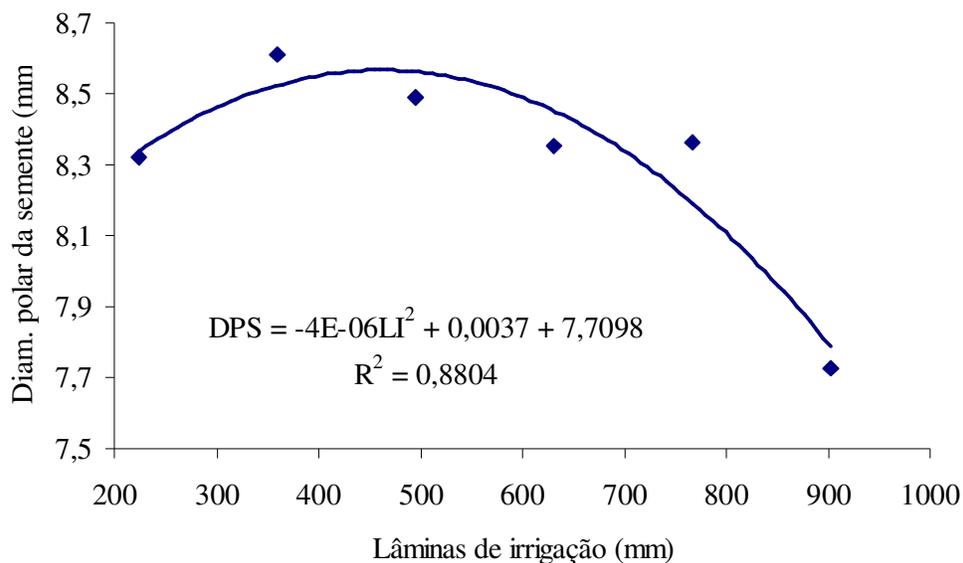


Figura 3 – Diâmetro polar das sementes de feijão vigna de cor preta, em função de diferentes níveis de irrigação, Fortaleza, Ceará, 2007.

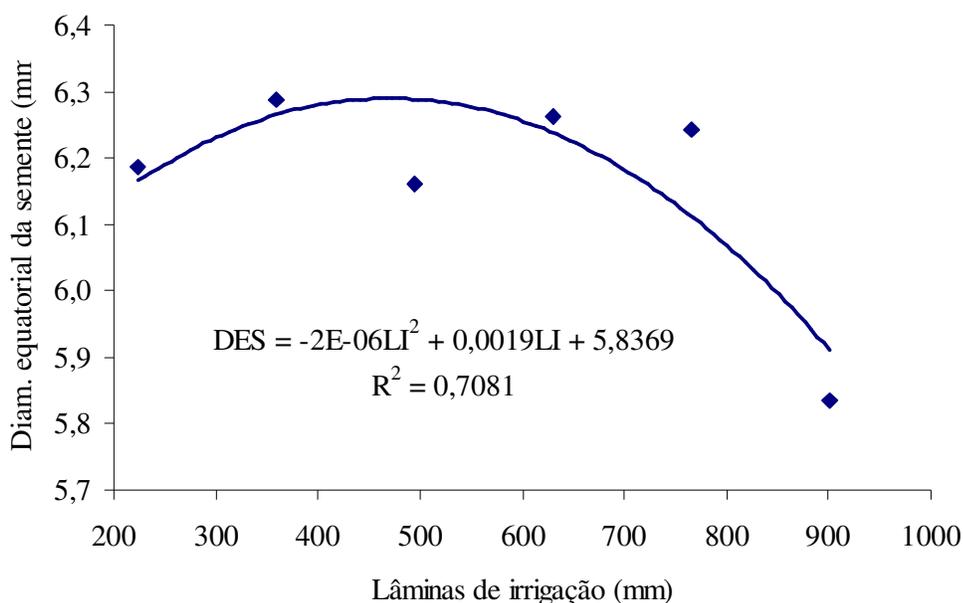


Figura 4 – Diâmetro equatorial das sementes de feijão vigna de cor preta, em função de diferentes níveis de irrigação, Fortaleza, Ceará, 2007.

A produtividade do feijão é bastante afetada pelas condições hídricas prevalentes. O rendimento da cultura foi influenciado pelas lâminas de irrigação utilizadas nos tratamentos aplicados. A análise da regressão da produtividade em função dos níveis de irrigação foi ajustada a um modelo polinomial quadrático, com  $R^2$  de 0,89 (Figura 5). A produtividade ótima estimada foi de  $2.249 \text{ kg ha}^{-1}$ , para uma lâmina estimada de 551 mm de água. Verificou-se que tanto o déficit quanto o excesso hídrico proporcionaram uma menor produção de grãos durante o ciclo da cultura. Deficiência ou excesso hídrico, nas diferentes fases do ciclo da cultura, pode causar redução na produtividade. A fase de pré-florescimento ou início da fase reprodutiva é considerada uma das mais críticas à deficiência de água. Em decorrência de um possível estresse hídrico, pode haver a suspensão brusca da emissão de novas folhas nas plantas, com perdas de produtividade de 15 a 30%. (FANCELLI; DOURADO NETO, 1997).

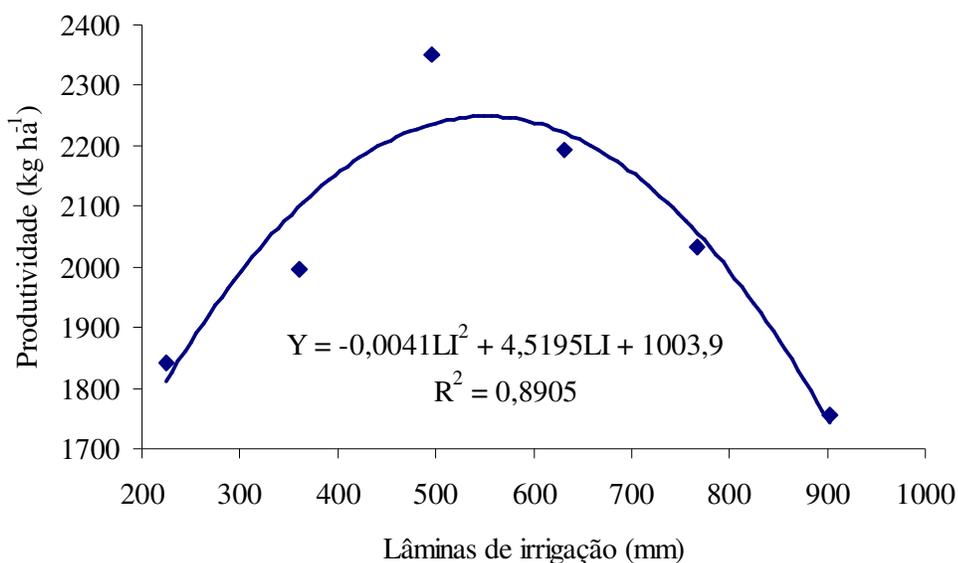


Figura 5 – Produtividade do feijão vigna de cor preta, em função de diferentes níveis de irrigação, Fortaleza, Ceará.

O excesso hídrico no feijoeiro pode prejudicar o desenvolvimento vegetativo e o rendimento, devido à deficiência de oxigênio nas raízes, à redução da atividade metabólica e ao aumento da resistência ao movimento de água nas raízes e acumulação de compostos tóxicos.

Segundo Guimarães (1988), a intensidade dos danos provocados pelo estresse hídrico depende da duração, intensidade, frequência e época de sua ocorrência. Em sementes, a deficiência hídrica provoca redução da germinação; no período vegetativo, ocorre, além de outros efeitos, a redução de área foliar (menor crescimento ou até morte das folhas), diminuindo a fotossíntese (em função da menor área foliar, ao murchamento e enrolamento e ao fechamento de estômatos), afetando vários outros processos, tais como: brotação, polinização, absorção de nutrientes e translocação de fotossintatos. (SILVEIRA; STONE, 2001); durante a floração provoca abscisão de flores, com conseqüente redução do número de vagens por planta e, no enchimento de grãos, reduz o número de grãos e peso de vagens. Carvalho et al. (2000), por sua vez, constataram queda na produção de 32 a 100%, relativos aos níveis de 80 e 20% de água consumida, respectivamente, em relação à testemunha (reposição de 100% de água consumida).

Andrade Junior Rodrigues e Frizzone (2002), em experimento com o feijão caupi BR 14 Mulato sob diferentes lâminas de irrigação, verificaram que nas menores e maiores

lâminas houve uma queda tanto no número de vagens quanto na produtividade com comportamento quadrático. Carvalho et al. (2000), Stone e Moreira (2001) e Nóbrega et al. (2004) verificaram que os rendimentos de grãos e de vagens por planta foram reduzidos com o aumento do déficit hídrico, independentemente da etapa fenológica em que esse ocorreu. No entanto, Stone e Moreira (2001) verificaram que um estresse hídrico de pequena intensidade na fase vegetativa já tem reflexo negativo sobre o rendimento.

#### **4.2 Experimento II – Doses de Methamidophos aplicadas por quimigação e por pulverização convencional.**

Analisando o efeito do methamidophos aplicado via pulverização convencional e por quimigação na mortalidade de pulgões aos 4, 7, 15, 21 e 30 dias após a aplicação, verificou-se que as duas formas de aplicação do produto reduziram o número de pulgões. Observa-se que aos 4 e aos 7 dias após a aplicação, a redução no número de pulgões em todos os tratamentos foi pequena, com exceção da dose de 700 mL ha<sup>-1</sup> aplicada via quimigação, que promoveu uma redução acentuada já neste período (Figura 6 e Tabela 5). Já, após o 15º dia, após a aplicação, o efeito do methamidophos foi mais intenso, com maior redução no número de pulgões em todos os tratamentos. O retardamento da efetividade do methamidophos na mortalidade dos pulgões pode ter ocorrido devido a alta solubilidade do produto (1.000 g L<sup>-1</sup>) e ao baixo coeficiente de adsorção ( $K_{oc}$ ) de 5,0 mL g<sup>-1</sup>, que reduz a ação sistêmica do inseticida. (OLIVEIRA et al., 2000).

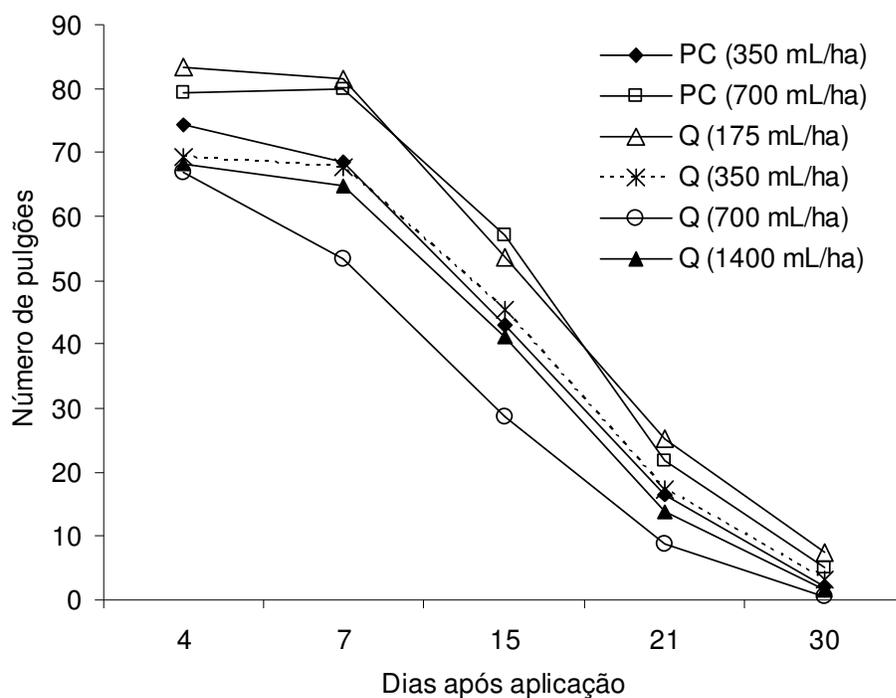


Figura 6 – Número de pulgões dias após a aplicação do methamidophos, em função do modo de aplicação e das diferentes doses aplicadas (PC- pulverização convencional e Q- quimigação), Fortaleza, Ceará, 2007.

A maior incidência de plantas com pulgões nas cinco avaliações após a aplicação ocorreu nas menores doses, de cada forma de aplicação do agrotóxico  $700 \text{ mL ha}^{-1}$  via pulverização convencional e na dose de  $175 \text{ mL ha}^{-1}$  via quimigação (Tabela 5). A aplicação da dose de  $700 \text{ mL ha}^{-1}$  via quimigação resultou em menor número de pulgões (0,50) aos 30 dias após a aplicação, porém este valor não diferiu estatisticamente da dose de  $700 \text{ mL ha}^{-1}$  aplicada via pulverização convencional e das doses de 350 e  $1400 \text{ mL ha}^{-1}$  aplicadas via quimigação, mostrando que os dois métodos de aplicação foram eficientes.

Cunha et al. (2001) verificaram que os dois métodos de aplicação do fungicida epoxiconazol (por pulverização convencional e por fungigação), resultaram em bom controle das manchas angular e alternaria do feijoeiro. Katz et al. (2006) comparando a aplicação de fungicidas para controle do mofo cinzento, pelos métodos de fungigação por gotejamento e pulverização convencional, também verificaram que os dois métodos apresentaram eficiência equivalente.

Tabela 5 – Número de pulgões em função dos dias após aplicação (DAA) das doses de methamidophos aplicadas via pulverização convencional e por quimigação, na cultura do feijão caupi, Fortaleza, Ceará, 2007.

Tratamentos	Número de pulgões/ dias após aplicação (DAA)				
	4 DAA	7 DAA	15 DAA	21 DAA	30 DAA
Pulv. Convencional (350 mL ha <sup>-1</sup> )	80,0a	79,5a	57,0a	21,8ab	5,0ab
Pulv. Convencional (700 mL ha <sup>-1</sup> )	74,5a b	68,5b	43,0abc	16,5bc	2,3bc
Quimigação (175 mL ha <sup>-1</sup> )	83,3a	81,5a	53,5ab	25,3a	7,5a
Quimigação (350 mL ha <sup>-1</sup> )	69,3b	67,8b	45,5ab	17,3bc	3,3bc
Quimigação (700 mL ha <sup>-1</sup> )	67,0b	53,3c	28,8c	8,8d	0,5c
Quimigação (1400 mL ha <sup>-1</sup> )	68,3b	64,8b	41,3bc	13,8cd	1,5c

\* Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey (P < 0,05)

As plantas de todos os tratamentos apresentaram desenvolvimento normal, fato que indica que o methamidophos aplicado nas respectivas doses e manejos não apresenta reação de fitotoxicidade mesmo na dose mais alta. Outro fato que pode justificar o desenvolvimento normal das plantas foi o baixo nível populacional do pulgão na cultura e a boa uniformidade de distribuição nas parcelas. Resultados semelhantes foram obtidos por Chediak et al. (2007), que verificou que os inseticidas empregados em diferentes doses não apresentaram reação de fitotoxicidade das plantas de feijão, onde o inseticida Tameron BR, na dose de 800 mL ha<sup>-1</sup>, possibilitou o controle satisfatório do *Thrips spp.* na cultura do feijoeiro, e por Scarpellin, Marques e Gentilin Júnior (2004) na cultura do amendoim aplicando-se uma dosagem de 500 mL ha<sup>-1</sup>.

As análises de variância demonstraram que as doses diferenciadas de methamidophos aplicadas por quimigação e por pulverização convencional influenciaram significativamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F o peso das vagens (PV), o número de vagens (NV), o número de sementes por vagem (NSV) e a produtividade (PROD). Já o comprimento das vagens (CV) e os diâmetros polar (DPS) e equatorial (DES) das sementes não foram influenciados pela doses ou método de aplicação (Tabela 6).

Tabela 6 – Resumo das análises de variância do peso das vagens (PV), número de vagens (NV), número de sementes por vagem (NSV), comprimento da vagem (CV), diâmetro polar da semente (DPS), diâmetro equatorial da semente (DES) e produtividade, em função das doses e método de aplicação. Fortaleza, Ceará, 2006.

Variável	FV	GL	QM	F
PV	Tratamento	5	0,2114	1,249 <sup>ns</sup>
	Bloco	3	0,2369	1,399 <sup>ns</sup>
	Resíduo	15	0,1694	
NV	Tratamento	5	238,06	13,08*
	Bloco	3	8,546	0,470 <sup>ns</sup>
	Resíduo	15	18,198	
NSV	Tratamento	5	5,49	8,718*
	Bloco	3	0,49	0,784 <sup>ns</sup>
	Resíduo	15	0,63	
CV	Tratamento	5	4,15	1,876 <sup>ns</sup>
	Bloco	3	7,96	3,596*
	Resíduo	15	2,21	
DPS	Tratamento	5	0,14	1,394 <sup>ns</sup>
	Bloco	3	0,18	1,744 <sup>ns</sup>
	Resíduo	15	0,10	
DES	Tratamento	5	0,77	2,658 <sup>ns</sup>
	Bloco	3	0,19	0,667 <sup>ns</sup>
	Resíduo	15	0,29	
PROD	Tratamento	5	388857,70	9,934*
	Bloco	3	69937,60	1,787 <sup>ns</sup>
	Resíduo	15	39145,70	

(ns) não significativo; \* significativo a 5 % de probabilidade pelo teste F.

Na Tabela 7 estão apresentados os valores médios do número de vagens, o peso das vagens, o número de sementes por vagem e a produtividade do feijão em função das doses de methamidophos aplicados por pulverização convencional e por quimigação. A produtividade média do feijão foi de 855,56 kg ha<sup>-1</sup>, variando de 468,65 a 1.141,72 kg ha<sup>-1</sup> para as doses de 350 e 1.400 mL ha<sup>-1</sup> aplicadas por pulverização convencional e por quimigação, respectivamente.

Verificou-se que não houve diferença significativa, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey, entre pulverização convencional na dose de 700 mL ha<sup>-1</sup> e a quimigação com as doses de 700 e 1.400 mL ha<sup>-1</sup> no número de vagens, no peso das vagens e na produtividade. A pulverização convencional com 350 mL ha<sup>-1</sup> e a quimigação com as doses de 175 e 350 mL ha<sup>-1</sup> resultaram em menores valores de número de vagens, peso das vagens, número de sementes por vagem e produtividade, não apresentando diferença

significativa entre os valores. Vale salientar que para as variáveis analisadas a dose 350 mL ha<sup>-1</sup> na pulverização convencional não deferiu da dose 175 mL ha<sup>-1</sup> quimigada. O mesmo ocorreu aconteceu nas doses 700 mL ha<sup>-1</sup> da pulverização convencional e nas doses 700 e 1400 mL ha<sup>-1</sup> quimigadas.

Tabela 7 – Doses de methamidophos aplicados por pulverização convencional e por quimigação nas variáveis: Número de vagens (NV), peso das vagens (PV), número de sementes por vagem (NSV) e produtividade (PROD) do feijão caupi, Fortaleza, Ceará, 2007.

Tratamentos	NV	PV (g)	NSV	PROD (kg ha <sup>-1</sup> )
Pulv. Convencional (350 mL ha <sup>-1</sup> )	22,45	2,60	15,40c	468,65b
Pulv. Convencional (700 mL ha <sup>-1</sup> )	10,25	2,35	16,15bc	1115,88a
Quimigação (175 mL ha <sup>-1</sup> )	10,08	2,50	17,15abc	490,77b
Quimigação (350 mL ha <sup>-1</sup> )	17,38	1,97	15,67bc	830,53ab
Quimigação (700 mL ha <sup>-1</sup> )	29,55	2,52	17,38ab	1085,81a
Quimigação (1400 mL ha <sup>-1</sup> )	22,98	2,51	18,47a	1141,72a
<b>Média</b>	<b>18,78</b>	<b>2,51</b>	<b>16,70</b>	<b>855,56</b>
<b>CV (%)</b>	<b>22,71</b>	<b>17,10</b>	<b>4,75</b>	<b>23,12</b>

\* Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey (P < 0,05)

A partir das médias de produtividade do feijoeiro obtidas em função das doses e dos métodos de aplicação de methamidophos, observa-se que na quimigação a produtividade aumentou da menor para a maior dose. Na dose de 700 mL ha<sup>-1</sup> as produtividades foram iguais quando aplicadas por pulverização convencional e por quimigação, demonstrando que não houve efeito tóxico nas plantas para as maiores doses aplicadas.

Segundo Vieira e Sumner (1999), o que se percebe em trabalhos publicados, comparando-se a fungigação e a aplicação convencional, é que esta se mostra ligeiramente superior na redução da severidade de doenças, porém os rendimentos são equivalentes. Vieira (1998) afirma que alguns fungicidas podem ser mais eficazes quando aplicados via água de irrigação do que pelos métodos convencionais, e, ainda, quando aplicados por gotejamento têm a vantagem de não expor o operador aos pesticidas durante a aplicação, também não havendo risco de perda por deriva.

Cunha et al. (2001) avaliando a aplicação do fungicida epoxiconazol por pulverização convencional e por fungigação na cultura do feijão carioca Pérola, sob pivô central verificaram que a aplicação convencional mostrou-se ligeiramente superior à fungigação na redução da severidade da mancha angular e da mancha de alternária, mas as

produtividades obtidas com essas duas formas de aplicação foram equivalentes.

Já Oliveira, Recco e Oliveira (1992), comparando a fungigação e a aplicação convencional de fungicida no controle do oídio (*Erysiphe polygoni*) e da mancha de alternária (*Alternaria spp.*), concluíram que, de maneira geral, a fungigação se mostrou melhor que o método convencional no controle do oídio, resultando em maior produtividade.

## 5 CONCLUSÕES

Os resultados dos experimentos permitiram concluir que:

- A produtividade do feijão vigna, de cor preta, respondeu significativamente às diferentes lâminas de irrigação, com melhor resposta para a lâmina estimada de 551 mm de água, com produtividade média de 2.249 kg ha<sup>-1</sup>;
- A aplicação de concentrações diferentes de inseticida à base de methamidophos aplicado por pulverização convencional e por quimigação não causou efeito de toxicidade nas plantas, não afetando o desenvolvimento das mesmas;
- A quimigação resultou em produtividade equivalente a obtida pela pulverização convencional, na dose de 700 mL ha<sup>-1</sup>, ou seja, em torno de 1.100 kg ha<sup>-1</sup>.

## 6 REFERÊNCIAS

ANDRADE JUNIOR, A. S. de; RODRIGUES, B. H. N., FRIZZONE, J. A. Níveis de irrigação na cultura do feijão caupi. **Rev. Bras. Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.6, n.1, p. 17-20, jan./abr. 2002.

ANDRADE, M. J. B.; CARVALHO, A. J.; VIEIRA, N. M. B. **Exigências edafoclimáticas**. In: VIEIRA, C.; PAULA Jr., T. J. de; BORÉM, A. **Feijão**. 2. ed. Viçosa: [s.n.], 2006. 600 p.

AQUINO, A. B.; AQUINO, B. F.; HERNANDEZ, F. F. F.; HOLANDA, F. J. M.; FREIRE, J. M.; CRISÓSTOMO, L. A.; COSTA, R. I. da; UCHOA, S. C. O.; FERNANDEZ, V. L. B. **Recomendações de adubação e calagem para o estado do Ceará**. Fortaleza: UFC, 1993.

BABALOLA, O. Water relations of three cowpea cultivars [*Vigna unguiculata* (L.) Walp]. **Plant and Soil**, [S.l.], v. 56, p. 59-69, 1980.

BASTOS, E.A. **Determinação dos coeficientes de cultura da alface (*Lactuca sativa* L.)**. 1994. 101 f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1994.

BEZERRA, A. A. de C. **Variabilidade e diversidade genética em caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) precoce, de crescimento determinado e porte ereto e semi-ereto**. 1997. 105 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 1997.

BLEICHER, E. **Princípios de manejo integrado de pragas**. Departamento de Fitotecnia. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 2004. 252 f. Apostila.

CARVALHO, J. de A. ; PEREIRA, G. M.; ANDRADE, M. J. B.; ROQUE, M. W. Efeito do déficit hídrico sobre o rendimento do feijão caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp). **Revista Ciência Agrotécnica**, Lavras, v. 24, n. 3, p. 710-717, jul./set. 2000.

CHEDIAK, M.; PICANÇO, M. C.; CAMPOS, M.; PACHECO, A. L. V.; DINIZ, L.; XAVEIR, V. M. **Controle de tripses no feijoeiro pelos inseticidas thiacloprid, methamidophos, etaciflutrina, imidacloprid e thiametoxam**. Disponível em: <<http://www.cnpaf.embrapa.br/conafe/pdf/conafe2005-0253.pdf>>. Acesso em: 28 nov. 2007.

COELHO, J. **Economia** - Tipo de feijão eleva renda de sertanejo. Disponível em: <<http://www.portalararipina.blogspot.com/2008/07/economia-tipo-de-feijo-eleva-renda>>

de.html>. Acesso em: 18 set. 2008.

COSTA, E. F. da; VIEIRA, R. F.; VIANA, P. A. **Quimigação**: aplicação de produtos químicos e biológicos via irrigação. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1994.

CHRISTIANSEN, J.E. **Irrigation by sprinkling**. Berkeley: California Agricultural Experimental Station, 1942. 124 p. (Bulletin, 670).

CUNHA, J. P. A. R. da; TEIXEIRA, M. M.; VIEIRA, R. F.; BARBOSA, L. C. de A. Eficácia do fungicida epoxiconazol aplicado via pivô central no feijoeiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 5, n. 3, 2001, p. 450-455.

DE WIT, M.C. Metabolic adaptation to anoxia. In: HOOK, D.D., CRAWFORD, E.M.M. **Plant life in anaerobic environments**. Michigan : Ann Arbor Science, 1978. p. 333-350.

DOORENBOS, J.; KASSAM, A.H. **Efeito da água no rendimento das culturas**. Roma : FAO, 1979. 306 p. (FAO. Irrigação e Drenagem, 33).

EMBRAPA ARROZ E FEIJÃO. **Pragas e doenças do Feijão**. Disponível em: <<http://www.cnpaf.embrapa.br>>. Acesso em: 14 out. 2008.

FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. Estresses de água e temperatura na cultura do feijão. In: FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. **Feijão irrigado**: estratégias básicas de manejo. Piracicaba: Publique, 1999. p. 155-169.

FANCELLI, A.L; DOURADO NETO, D. (Coord.) **Tecnologia da produção do feijão irrigado**. Piracicaba: ESALQ, Departamento de Agricultura, 1997. p. 100-120.

FAGERIA, N.K.; BALIGAR, V.C.; JONES C.A. Common bean and cowpea. In: FAGERIA, N.K.; BALIGAR, V.C.; JONES, C.A (Ed.). **Growth and mineral nutrition of field crops**. New York: M. Dekker, 1991, p. 280-318.

FERNANDES, A. L. T.; DRUMOND, L. C. D.; ROCHA, M. C. **Insetigação e fungigação no cafeeiro**. 2003.

FREIRE FILHO, F. R.; CARDOSO, M. J.; ARAÚJO, A. G. de. Caupi: nomenclatura científica e nomes vulgares. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 18, n. 12, p. 136-137, 1983.

FREIRE FILHO, F.R.; LIMA, J. A de A; RIBEIRO, V. Q. **Feijão-caupi**: Avanços tecnológicos. Brasília - DF: Embrapa Informação Tecnologia, 2005. 519.:il.

FREIRE FILHO, F.R. Genética do caupi. In: ARAUJO, J.P.P. de; WATT, E.E., org. **O caupi no Brasil**. Brasília: EMBRAPA/IITA, 1988. cap.6, p.159-229.

GOMES FILHO, R. R.; TAHIN, J. F. Respostas fisiológicas de cultivas de caupi (*vigna unguiculata*, L.) eretos e decumbentes a diferentes níveis de irrigação. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v. 10, n. 14, p. 57-60, jan./dez. 2002.

GUIMARÃES, C. M. Efeitos fisiológicos do estresse hídrico. In: ZIMMERMANN, M. J. de O. **Cultura do feijoeiro**: fatores que afetam a produtividade. Piracicaba: Associação Brasileira para pesquisa do potássio e do fosfato. Cap. 2, p. 157-174, 1988.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Produção Agrícola Municipal**. Rio de Janeiro. v. 32. 101, p. 2006.

KATZ, I.; CUNHA, A. R. da; SOUSA, A. de P.; HERDANI, E. E. de. Comparação de dois métodos de aplicação de fungicidas, irrigação por gotejamento e pulverização convencional no controle do mofo cinzento (*Botrytis cinérea* Pers.: Fr.) em vasos com plantas de lisianthus (*Eustoma grandiflorum* (Raf.) Shuinn.). **Irriga**, Botucatu, v. 11, n. 3, p. 328-338, jul./set. 2006.

KLAR, A.E. **Irrigação**: frequência e quantidade de aplicação. São Paulo: Nobel, 1991. 156 p.

LEITE, M. L.; RODRIGUES, J. D.; MISCHAN, M. M.; VIRGENS FILHO, J. S. Efeitos do déficit hídrico sobre a cultura do caupi [*Vigna unguiculata* (L.) Walp], cv. EMAPA-821. II – Análise de Crescimento. **Rev. de Agricultura**, Piracicaba, v. 74, n. 3, p. 351-370, 1999.

LEON NEW, L.I. Introduction: why chemigate? In: LEON NEW, L.; KNUTSON, A.; BEAN, B.W., MORRISON, W.P.; PATRICK, C.D.; HICKEY, M.G.; KAUFMAN, H.W.; LEE, T.; AMOSSON, S.H.; FIPPS, G.; SWEETEN, J. **Chemigation**: workbook. Texas: Agriculture Extension Service, 1990. p. I-1.

LIMA, G.P.B. Crescimento e produtividade do caupi [*Vigna unguiculata* (L.) Walp] sob diferentes níveis de disponibilidade hídrica do solo. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE CAUPI, 4., 1996, Teresina. Resumos... Teresina: CNPAMN/ EMBRAPA, 1996. p. 41-43.

LIMA, V. L. A. G. de; MÉLO, E. de A.; MACIEL, M. I. S.; SILVA, G. S. B.; LIMA, D. E da S. Fenólicos totais e atividade antioxidante do extrato aquoso de broto de feijão-mungo

(*Vigna radiata* L.) **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 17, n. 1, 2004.

MANTOVANI, E. C.; BERNARDO, S.; PALARETTI, L. F. **Irrigação: Princípios e Métodos**. 2ª Ed., Viçosa: Ed. UFV, 2007. 358 p.

MIRANDA, L. N. de; AZEVEDO, J. A. de; MIRANDA, J. C. C. de Produtividade do feijoeiro em resposta a adubação fosfatada e a regimes de irrigação em solo de cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 4, p. 703-710, abr. 2000.

MORAES, G. J.; RAMALHO, F. S. **Alguns insetos associados a *Vigna unguiculata* Walp no Nordeste. Petrolina: EMBRAPA-CPATSA, 1980. 10p. (EMBRAPA- CPATSA. Boletim de Pesquisa, 1.)**

NASCIMENTO, J. T.; PEDROSA, M. B.; TAVARES SOBRINHO, J. Efeito da variação de níveis de água disponível no solo sobre o crescimento e produção de feijão caupi, vagens e grãos verdes. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 2, p. 174-177, abr./jun. 2004.

NÓBREGA, J. Q.; RAO, T. V. R.; BELTRÃO, N. E. M. FIDELIS FILHO, J. Avaliação do efeito do estresse hídrico no rendimento do feijoeiro por sensoriamento remoto termal. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 12, n. 2, p. 299-305, 2004.

OFUYA, T.I. Control of the cowpea aphid, *Aphis craccivora*, Koch (Homóptera: Aphididae). In: cowpea, *Vigna unguiculata* (L.) Walp. **Integrated Pest Management Review**. N. 2, p. 199-207, 1997.

OLIVEIRA, R. A.; VIEIRA, R. F.; RAMOS, M. M.; LOPES, J. D. S. **Aplicação de fertilizantes e defensivos via irrigação**. Viçosa: CPT, 2000. 98 p.

OLIVEIRA, S. H. F.; RECCO, C. A. V.; OLIVEIRA, D. A. Eficiência comparativa da fungigação e aplicação convencional de fungicidas no controle de oídio e mancha de alternária em feijoeiro. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 17, n. 1, p. 67-70, 1992.

RESENDE, M.; HENDERSON, D. W. FERERES, E. Frequência de irrigação e produção de feijão Kidney. **Pesquisa Agropecuária Bras.**, Brasília, v. 16, n. 3, p. 363-370, 1981. REVISTA A GRANJA. [S.l.], mai. 1998.

RESENDE, M.; ALBUQUERQUE, P. E. P. de **Métodos e Estratégias de Manejo de Irrigação**, Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, 10 p. 2002 (Circular Técnica 19).

RODRIGUES, J. R. de M. **Resposta do feijoeiro (cvs Carioca e Pérola) a doses de nitrogênio e fósforo**, 2001, 124 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras. Lavras.

SANTOS, J. H. R. dos; QUINDERÉ, M. A. W. Distribuição, importância e manejo das pragas do caupi no Brasil. In: ARAÚJO, J. P. P.; WATT, E. E. **O caupi no Brasil**. Brasília: IITA-EMBRAPA, 1988.

SCARPELLINI, J. R.; MARQUES, J. A.; GENTILIN JÚNIOR, O. Controle do tripses *enneothrips flavens* (moulton, 1941) (thysanoptera: thripidae) via tratamento de sementes e foliar e efeito na produtividade do amendoim. **Arq. Inst. Biol.**, São Paulo, v. 71, (supl.), p. 1-749, 2004.

SEDIYAMA, G. C. Necessidades de água para os cultivos. In: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENSINO SUPERIOR. **Curso de Engenharia de Irrigação**. Brasília, 1987. 413 f. (Curso de Especialização por Tutoria à Distância, módulo 4).

SILVA, A.C.; CARNEIRO, J.E.S.; FERREIRA, L.R.; CECON, P.R. Consórcio entre feijão e *Brachiaria brizantha* sob doses reduzidas de graminicida. Viçosa. **Planta daninha**. vol. 24, n. 1, 2006.

SILVEIRA, P. M.; STONE, L. F. **Irrigação do feijoeiro**. Santo Antonio do Goiás, Embrapa, 2001, 228 p.

SIONIT, N., KRAMER, P.J. Effects of water stress during different stages of growth of soybean. **Agronomy Journal**, Madison, v.69, p. 274-278, 1977.

SMARTT, J. **Grain legumes: evolution and genetic resources**. Cambridge, Great Britain: Cambridge University Press, 1990. 333 p.

SOARES, E. G. da S.; SILVA, S. C. da. Zoneamento de risco climático para a cultura do feijoeiro no Estado da Paraíba. In: XIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO. **Anais...**, Florianópolis, Brasil, INPE, p. 423-429, abr. 2007.

SOUSA, D. M. G. de; LOBATO, E. (Ed.). **Cerrado: correção do solo e adubação**. 2. ed. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2004. 416 p.

STONE, L. F.; MOREIRA, J. A. A. Resposta do feijoeiro ao nitrogênio em cobertura, sob diferentes lâminas de irrigação e preparos do solo. **Pesq. Agropec. Bras.**, vol. 36, n.3, p. 473-481, mar. 2001.

THORNTHWAITE, C.W. **An approach toward a rational classification of climate.** Geogr. Rev, v.38, p.55-94, 1948.

VIANA, P. A; COSTA, E. F. Controle da lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) na cultura do milho com inseticidas aplicados via irrigação por aspersão. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 27, p. 451-458, 1998.

VIANA, P.A. Insetigação. In: COSTA, E.F.; VIEIRA, R.F.; VIANA, P.A. (Ed.) **Quimigação:** aplicação de produtos químicos e biológicos via irrigação. Brasília: EMBRAPA, SPI, 1994. p. 249-268.

VIEIRA, R.F. Introdução à quimigação. In: COSTA, E.F.; VIEIRA, R.F.; VIANA, P.A. (Ed.) **Quimigação:** aplicação de produtos químicos e biológicos via irrigação. Brasília: EMBRAPA, SPI, 1994. p. 13-40.

VIEIRA, R. F. Quimigação e fertigação. In: VIEIRA, C.; PAULA JÚNIOR, T. J.; BORÉM, A. **Feijão:** aspectos gerais e cultura no Estado de Minas. Viçosa: UFV, 1998. p. 221-266.

VIEIRA, R. F.; SUMNER, D. R. Application of fungicide to foliage through overhead sprinkler irrigation – a review. **Pesticide Science**, London, v. 55, 1999. p. 412-422.

VIEIRA, R. F.; PINTO, C. M. F.; PAULA JUNIOR, T. J. de. Chemigation with benomyl and fluazinam and their fungicidal effects in soil for white mold control on dry beans. **Fitopatol. bras.**, vol.28, no.3, p. 245-250, may/jun.2003.

VIEIRA, C.; PAULA Júnior., T. J. de; BORÉM, A. **Feijão**. 2. ed. Viçosa, 2006. 600 p.

VOLPE, C.A.; CHURATA-MASCA, M. G. C. **Manejo da irrigação em hortaliças:** método do tanque Classe A. Jaboticabal: FUNEP, 1988. 19 p.