



UNIVERSIDADE FEDERAL DE RORAIMA  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA - POSAGRO

VIVIANA DA ENCARNAÇÃO RODRIGUES LOCATELLI

DESEMPENHO DE FEIJÃO-CAUPI SOB LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO CULTIVADO  
SOBRE PALHADA NO CERRADO DE RORAIMA

BOA VISTA – RR  
2013

VIVIANA DA ENCARNAÇÃO RODRIGUES LOCATELLI

**DESEMPENHO DE FEIJÃO-CAUPI SOB LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO CULTIVADO  
SOBRE PALHADA NO CERRADO DE RORAIMA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal de Roraima, em parceria com a Embrapa Roraima, como pré-requisito para obtenção do título de Mestre em Agronomia, Área de Concentração: Produção Vegetal.

Orientador: Pesq. Dr. Roberto Dantas de Medeiros

Co-orientador: Pesq. Dr. Oscar José Smiderle

BOA VISTA – RR

2013

**Dados Internacionais de Catalogação-na-publicação (CIP)**

L811d Locatelli, Viviana da Encarnação Rodrigues.

Desempenho de feijão-caupi sob lâminas de irrigação cultivado sobre palhada no cerrado de Roraima / Viviana da Encarnação Rodrigues Locatelli. – Boa Vista, 2013.

57 f. : il.

Orientador: Prof<sup>o</sup>. Dr. Roberto Dantas de Medeiros.

Co-orientador: Prof<sup>o</sup>. Dr. Oscar José Smiderle.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Roraima. Programa de Pós-graduação em Agronomia – POSAGRO. Área de Concentração: Produção Vegetal.


1 – Feijão-caupi. 2 - Agricultura. 3 – Roraima. 4 - Irrigação . 5 - Cerrado. I - Título. II - Medeiros, Roberto Dantas de (orientador).

**VIVIANA DA ENCARNAÇÃO RODRIGUES LOCATELLI**

Desempenho de feijão-caupi sob lâminas de irrigação cultivado sobre palhada no cerrado de Roraima

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Agronomia da Universidade Federal de Roraima, em parceria com a Embrapa Roraima, como pré-requisito para obtenção do título de Mestre em Agronomia, Área de Concentração: Produção Vegetal.

Aprovada: 08 de fevereiro de 2013.



---

Pesquisador Dr. Roberto Dantas de Medeiros  
Orientador – Embrapa Roraima



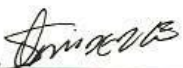
---

Prof. Dr. José de Anchieta Alves de Albuquerque  
UFRR



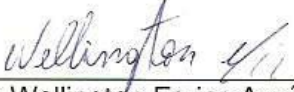
---

Profa. Dra. Kelly Tagianne Santos de Souza  
UFRR



---

Pesquisador Dr. Oscar José Smiderle  
Embrapa Roraima



---

Prof. Dr. Wellington Farias Araújo  
UFRR

Ao meu esposo e minha filha,  
Delmar Locatelli e Ana Clara,  
Dedico.

## AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, ao Reuni e a Universidade Federal de Roraima, pela oportunidade de formação.

Aos professores do POSAGRO e pesquisadores da Embrapa Roraima, pelos ensinamentos e contribuições.

A Embrapa Roraima, pela disponibilidade de local, equipamentos e logística para realização do trabalho.

Ao Pesq. Dr. Roberto Dantas de Medeiros, pela orientação, paciência, amizade e contribuições a minha formação.

Ao Pesq. Dr. Oscar José Smiderle, pelas contribuições durante a condução do experimento e correções neste trabalho.

Aos funcionários do Campo Experimental Água Boa da Embrapa Roraima, pelo auxílio na condução dos trabalhos.

A Deus, por tantas bênçãos e por mais esta conquista.

A minha filha Ana Clara que é a razão de minhas conquistas.

Ao meu esposo Delmar Locatelli pelo apoio, dedicação, incentivo, amor e companheirismo.

A minha mãe Santa Sirlei e meu pai Raimundo Nonato por todo amor, dedicação, incentivo. Exemplos de fé e coragem.

Aos meus irmãos Katiana, José Rondinelle e Kalliny Vanessa pelo carinho, apoio, paciência e dedicação durante os momentos mais difíceis.

Aos meus sobrinhos Catharina e Ryan por fazerem parte de minha vida.

A todos familiares, tios (as), primos (as), cunhados (as) parentes e agregados, distantes e próximos que sempre torceram e me incentivaram em minha vida acadêmica.

Aos colegas do Mestrado em Agronomia em especial, Guilherme, Tarcisio e Daniel pela contribuição.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

“Se o conhecimento pode criar problemas, não é através da ignorância que podemos solucioná-los.”

(Isaac Asimov)

## BIOGRAFIA

VIVIANA DA ENCARNAÇÃO RODRIGUES LOCATELLI, filha de Raimundo Nonato Rodrigues e Santa Sirlei da Encarnação Rodrigues, nasceu em 27 de fevereiro de 1982, no município de Rurópolis, Pará. Concluiu o ensino médio na Escola Estadual Terezinha de Jesus Rodrigues, município de Santarém, Pará em 1999. Ingressou no curso de Engenharia Agrícola do Centro Universitário Luterano de Santarém – CEULS/ULBRA em 2004. Foi bolsista de iniciação científica PIBICT/FADESP no período de maio de 2005 a maio de 2006. Foi estagiária no Sindicato dos Trabalhadores Rurais de Santarém no período de janeiro a dezembro de 2007. Concluiu o curso de Engenharia Agrícola em 2008. Trabalhou como professora temporária no Instituto Federal de Roraima no período de agosto de 2009 a março de 2011. Em março de 2011, iniciou o curso de mestrado em agronomia, Programa de Pós - Graduação em Agronomia - POSAGRO, na área de produção vegetal pela Universidade Federal de Roraima – UFRR. Sendo bolsista Reuni no período de junho de 2011 a março de 2013.

.



LOCATELLI, Viviana da Encarnação Rodrigues. **Desempenho de feijão-caupi sob lâminas de irrigação cultivado sobre palhada no cerrado de Roraima**. Boa Vista, 2013. 57p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Roraima.

## RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar a resposta de cultivares de feijão-caupi sob diferentes lâminas de irrigação, analisando-se, características fisiológicas, componentes de produção, produtividade de grãos e eficiência de uso da água. Foram conduzidos dois experimentos, em mesma área, no “Campo experimental Água Boa” pertencente à Embrapa-Roraima, em sistema de cultivo sobre palhada no cerrado de Roraima, sob irrigação por aspersão convencional, nos períodos de fevereiro a abril e de setembro a novembro de 2012. Foram testadas cinco lâminas de irrigação 30%, 60%, 90%, 120% e 150% da ETo (evapotranspiração de referência) e três cultivares de feijão-caupi (BRS Guariba, BRS Novaera e BRS Pajeú). As lâminas de irrigação foram estabelecidas com base em frações da ETo diária estimada por meio do tanque classe A, instalado próximo à área experimental, adotando-se o coeficiente do tanque (Kt) 0,75 ao longo do experimento. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com os tratamentos dispostos em faixas, no esquema de parcelas subdivididas, com cinco repetições. Avaliou-se, altura de plantas, massa seca da parte aérea, índice da área foliar, os componentes de produção, produtividade de grãos e eficiência de uso da água. Os dados foram submetidos à análise de variância com aplicação do teste F ( $p \leq 0,05$ ), as médias das cultivares foram comparadas por teste de Tukey e as referentes às lâminas por meio de regressão polinomial com teste t ( $p \leq 0,05$ ). O incremento das lâminas de irrigação proporcionou aumento para altura de plantas, massa seca da parte aérea e índice da área foliar, sendo que a cultivar BRS Pajeú apresentou efeito quadrático, mostrando máxima eficiência técnica com as lâminas de 106,84% da ETo (317,75 mm) para 30 g de massa seca da parte aérea e 89,31% da ETo (265,62 mm) para 2,74 de índice da área foliar. Verificou-se diferença entre as cultivares BRS Guariba, Novaera e Pajeú, em resposta às lâminas de irrigação. A cultivar BRS Pajeú não mostrou influência das lâminas para os componentes de produção e produtividade de grãos. O número máximo de vagens por planta (12), considerando a média das três cultivares, foi obtido com a lâmina de 81,35% da ETo (247,4 mm). As lâminas de irrigação não interferiram no número de grãos por vagem. A cultivar BRS Novaera foi superior às demais com massa de cem grãos acima de 22 g, já a BRS Guariba e BRS Pajeú apresentaram médias de 19,63 e 18,61 g, respectivamente. As cultivares BRS Guariba e BRS Novaera atingiram a produtividade máxima de grãos ( $1275,19 \text{ kg ha}^{-1}$ ) e ( $1504,98 \text{ kg ha}^{-1}$ ) com a aplicação das lâminas 74,3% da ETo e 94,02% da ETo (157,27 mm e 199 mm), respectivamente. A máxima eficiência de uso da água foi obtida com a lâmina 30% da ETo (107,3 mm) para as três cultivares.

Palavras-chave: *Vigna unguiculata*. Savana. Cultivares. Plantio direto. Roraima.

LOCATELLI, Viviana da Encarnação Rodrigues. **Performance of cowpea grown under irrigation on no-tillage system in the Cerrado of Roraima.** Boa Vista, 2013. 57p. Dissertation (MSc in Agronomy) - Federal University of Roraima.

## ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate physiological characteristics, yield components, yield and water use efficiency of cowpea cultivars under different irrigation levels. From February to April and from September to November of 2012, two experiments were conducted in no-tillage system in the Cerrado, at the experimental field Água Boa of the Embrapa Roraima. Five sprinkler irrigation levels (30%, 60%, 90%, 120% and 150% of the reference evapotranspiration -ET<sub>o</sub>), which were daily estimated using the class A tank installed near to the experimental area, were used. The coefficient of the tank (Kt) 0.75 was adopted and three varieties of cowpea (BRS Guariba, BRS Novaera and BRS Pajeú) were evaluated. The experimental design used was the randomized blocks, with the treatments arranged in strips, in a split-plot design with five replicates. The traits plant height, shoot dry weight, leaf area index, yield components, yield and water use efficiency were evaluated. Data were subjected to analysis of variance, the mean of cultivars compared by Tukey test and those relating to the irrigation levels by polynomial regression. The increase of the irrigation levels increased plant height, shoot dry weight and leaf area index. BRS Pajeú presented quadratic effect, where the maximum efficiency for the irrigation levels of 106.84% (317.75 mm) to 30 g dry mass of shoots and 89.31% (265.62 mm) to 2.74 in leaf area index. There were differences between BRS Guariba, BRS Novaera and BRS Pajeú in response to irrigation. BRS Pajeú showed no influence of the irrigation levels to yield components and grain yield. On the average of the cultivars, the maximum number of pods per plant (12) was obtained with the irrigation level of 81.35% (247.4 mm). The irrigation levels did not affected the number of grains per pod. Weight of hundred grains of BRS Novaera was superior (above 22 g) to the others cultivars. BRS Guariba and BRS Pajeú had means of 19.63 g and 18.61 g, respectively. BRS Guariba and BRS Novaera reached the maximum grain yield (1275.19 kg ha<sup>-1</sup> and 1504.98 kg ha<sup>-1</sup>, respectively) at the irrigation levels of 74.3% and 94.02% (157.27 mm and 199 mm respectively). The maximum water use efficiency was obtained at irrigation level of 30% of ETo (107.3 mm) for the three cultivars.

Key-words: *Vigna unguiculata*. Savana. Genotype. Tillage. Roraima

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	11
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	13
2.1 A CULTURA FEIJÃO - CAUPI .....	13
2.2 ASPECTOS SÓCIO-ECONÔMICOS .....	13
2.3 CULTIVARES .....	14
2.3.1 BRS GUARIBA .....	14
2.3.2 BRS NOVAERA .....	15
2.3.3 BRS PAJEÚ .....	16
2.4 CULTIVO SOBRE PALHADA MORTA .....	16
2.5 CARACTERÍSTICAS FISIOLÓGICAS .....	18
2.6 COMPONENTES DE PRODUÇÃO .....	19
2.7 NECESSIDADE HÍDRICA .....	21
2.7.1 LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO .....	21
2.7.1.1 PRODUTIVIDADE DE GRÃOS .....	21
2.7.1.2 EFICIÊNCIA DO USO DA ÁGUA .....	24
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	25
3.1 CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL DO EXPERIMENTO .....	25
3.2 TRATAMENTOS E DELINEAMENTO EXPERIMENTAL .....	27
3.3 CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO .....	28
3.4 VARIÁVEIS ANALISADAS .....	31
3.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA .....	33
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	33
4.1 CARACTERÍSTICAS FISIOLÓGICAS .....	33
4.1.1 ALTURA DE PLANTA .....	34
4.1.2 MASSA SECA DA PARTE AÉREA E ÍNDICE DA ÁREA FOLIAR .....	35
4.2 COMPONENTES DE PRODUÇÃO .....	37
4.2.1 NÚMERO DE VAGENS POR PLANTA .....	38
4.2.2 NÚMERO DE GRÃOS POR VAGEM .....	39
4.2.3 MASSA DE CEM GRÃOS .....	40
4.3 PRODUTIVIDADE DE GRÃOS SECOS E EFICIÊNCIA DO USO DA ÁGUA .....	41
4.3.1 Produtividade de Grãos Secos .....	42
4.3.2 Eficiência do Uso da Água .....	46
<b>5 CONCLUSÕES</b> .....	47
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	48

## 1. INTRODUÇÃO

O Feijão-caupi comumente conhecido por feijão-de-corda é considerado uma das principais alternativas socioeconômicas para as populações rurais, por apresentar grande adaptabilidade às diversas condições de cultivo e por estar presente na dieta alimentar dessas populações como fonte de proteínas, carboidratos, vitaminas e minerais (SILVA; FREIRE FILHO, 1999).

No País, principalmente nas regiões Norte e Nordeste, o feijão-caupi foi e ainda é cultivado como cultivo secundário visando garantir alimento por determinado período e o excedente é comercializado em feiras de produtores nas áreas urbanas mais próximas.

Essa realidade vem mudando ao longo dos anos com a inserção de tecnologias inovadoras e conservacionistas como a utilização de cultivares altamente produtivas com resistência às doenças e tolerantes à seca, e o cultivo sobre palhada morta, mais conhecido como plantio direto, que aliadas à irrigação podem levar resultados economicamente satisfatórios para agricultores familiares e empresariais, garantindo emprego, renda e alimento a população.

No período de 2001 a 2009 foram lançadas 23 cultivares de feijão-caupi para as regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste do Brasil, apresentando alto potencial produtivo, portes variando de semi-prostrado a semi-ereto, ciclo de maturidade fisiológica de médio precoce a precoce, tipos comerciais diferentes e resistentes a pragas e doenças (FREIRE FILHO et al., 2009).

Em Roraima, dentre as recomendadas para cultivo no estado destacam-se, BRS Guariba e BRS Novaera de portes semi-ereto, e BRS Pajeú de porte semi-prostrado.

A resposta das cultivares a irrigação geralmente é elevada podendo sua produção ser direcionada tanto a grãos verdes ou vagens quanto a grãos secos. O acesso a essas cultivares, incentiva o produtor a investir mais em tecnologias de cultivo que visem proporcionar condições favoráveis para que as mesmas demonstrem seu potencial produtivo (SINGH, 2006). Devendo-se, portanto, realizar um criterioso manejo do sistema solo-água-plantas de modo que se possa alcançar elevados retornos econômicos (MOUSINHO et al., 2008).

Um aspecto inovador em relação ao manejo de irrigação em feijão-caupi é a introdução de cobertura morta sobre o solo. Pois, a presença de palhada na superfície do solo em quantidade adequada é de grande importância na agricultura irrigada. Ela altera a relação solo-água, reduzindo a taxa de evapotranspiração das culturas, principalmente nos estádios em que o dossel destas não cobre totalmente o solo, o que resulta em redução na frequência de irrigação e economia nos custos de operação do sistema (STONE et al., 2006).

Para um correto manejo de irrigação deve-se levar em consideração a lâmina de irrigação adequada para bom suprimento hídrico, evitando estresse à cultura que possa afetar o crescimento das plantas, e conseqüentemente os componentes de produção, a qualidade e a produtividade de grãos (BEZERRA et al., 2003).

Trabalhos com lâminas de água e feijão-caupi foram realizados principalmente para a região Nordeste, em que Andrade Júnior et al. (2002); Nascimento (2004); Alves (2008); Andrade et al. (2008); Blanco et al. (2011); Souza et al. (2011); Ramos et al. (2012) e Bastos et al. (2012), obtiveram resultados satisfatórios em produtividade de grãos verdes e secos, utilizando lâminas de água no intervalo de 300 a 430 mm.

No entanto, os resultados não devem ser extrapolados para outras regiões devido a diferenças entre cultivares estudadas e as condições edafoclimáticas entre os locais de condução de cada experimento (RAMOS, 2011).

Em Roraima, Oliveira (2009), trabalhando o efeito da irrigação e doses de fósforo sobre o feijão caupi cultivado em campo e em casa de vegetação, observou que a menor lâmina de irrigação aplicada, 187 mm, reduziu em 43,3% a produção de grãos.

Entretanto, pesquisas em manejo do sistema solo-água-plantas em feijão-caupi não atendem às expectativas do avanço alcançado com o melhoramento genético, havendo carência de informações sobre estratégias ótimas de irrigação que demonstre a influência sobre as características vegetativas e de produção das cultivares recomendadas para a região Norte.

Portanto, objetivou-se com este trabalho, avaliar o desempenho de feijão-caupi com as cultivares BRS Guariba, BRS Novaera e BRS Pajeú sob cinco lâminas de irrigação, cultivado sobre palhada no cerrado roraimense.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. A CULTURA DO FEIJÃO-CAUPI

Feijão-de-rama e feijão-de-corda são apenas duas das várias formas como é comumente conhecido o feijão-caupi. Considerado uma fonte alimentar importantíssima para a dieta humana principalmente nas regiões tropicais e subtropicais do mundo (SINGH, 2006).

O Feijão-caupi, com origem na África, foi introduzido no Brasil no século XVI pelos colonizadores portugueses, expandindo-se rapidamente a partir da Bahia, para todas as regiões Brasileiras, sendo cultivado principalmente nas regiões Norte e Nordeste (FREIRE FILHO et al., 2005).

Esta cultura apresenta várias formas de utilização, sendo aproveitada principalmente como grãos secos e verdes para o consumo humano. Em Roraima, a produção de feijão-caupi se destina, principalmente, ao mercado interno, porém ainda sem satisfazer a demanda, possuindo um mercado atraente para seu estabelecimento (ALVES et al., 2007)

### 2.2. ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS

Historicamente, no Brasil a produção de feijão-caupi concentra-se nas regiões Nordeste com 1,05 milhões de hectares e Norte com 80,5 mil hectares (CONAB, 2012).

Por muitos anos o feijão-caupi foi visto como uma cultura de subsistência para a agricultura familiar nessas regiões, e com o passar dos anos sua rusticidade e adaptabilidade a diversas condições ambientais foram abrindo novos focos de mercado em todo o País. Atualmente é cultivado na região centro-oeste e no estado do Mato Grosso em escala comercial, com vista a atender o mercado interno de grãos secos, vagens verdes e mercado de sementes.

Da produção de feijão no país, onde está incluso o gênero *Phaseolus*, o feijão-caupi contribui com 15% e, 35,6% do total da área plantada (CONAB, 2012).

Segundo o censo do IBGE (2012) o estado de Roraima produziu em 2011 um total de 1.992 toneladas de feijão em 2.987 hectares, com produtividade média de

grãos de 666 kg ha<sup>-1</sup> gerando uma renda acima de 3 milhões de reais, para o Estado.

Se compararmos a área plantada com feijão-caupi à de soja em Roraima que segundo IBGE (2012) foi de 3.600 hectares, podemos verificar que a cultura do feijão-caupi está se expandindo a cada ano e ganhando espaço no setor produtivo comercial.

Porém, a nível nacional, o feijão-caupi apresenta baixa produtividade de grãos, podendo variar, dependendo da safra e do sistema agrícola, de 300 a 900 kg ha<sup>-1</sup>. Isso se deve a vários fatores, como distribuição irregular das chuvas e/ou falta de utilização de uma lâmina de irrigação adequada; uso de cultivares tradicionais de baixa produtividade entre outros (FREIRE FILHO et al., 2005).

## 2.3. CULTIVARES

O Brasil já dispõe de cultivares de feijão-caupi melhoradas que têm apresentado produtividades superiores a 2.600 kg ha<sup>-1</sup> quando irrigado (BEZERRA, 1997).

No período de 2001 a 2009 foram lançadas 23 cultivares de feijão-caupi para as regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste do Brasil, apresentando alto potencial produtivo, portes variando de semi-prostrado a semi-ereto, ciclo de maturidade fisiológica de médio precoce a precoce, tipos comerciais diferentes e resistentes a pragas e doenças (FREIRE FILHO et al., 2009).

Em Roraima, dentre as recomendadas para o estado destacam-se, BRS Guariba e BRS Novaera de portes semi-ereto, e BRS Pajeú de porte semi-prostrado.

A resposta de cultivares a irrigação geralmente é elevada podendo sua produção ser direcionada tanto para vagens quanto para grãos secos. Portanto, a utilização de cultivares melhoradas incentiva o produtor a investir mais em tecnologias de cultivo, com vista a proporcionar condições favoráveis para que as mesmas demonstrem seu potencial produtivo (SINGH, 2006).

### 2.3.1. CULTIVAR BRS GUARIBA

O genótipo BRS Guariba apresenta alta estabilidade temporal e pode ser indicado para os sistemas de cultivo sequeiro e irrigado, no estado de Roraima

(FREIRE FILHO et al., 2006; ROCHA et al., 2007; VILARINHO et al., 2009b). De acordo com Rocha et al. (2006), esta cultivar expressa melhor potencial genético em ambientes de alta produtividade.

Segundo Vilarinho et al. (2009a) a BRS Guariba foi recomendada para cultivo no estado de Roraima em 2006 com produtividade média de  $1.783 \text{ kg ha}^{-1}$ . A cultivar apresenta porte semi-ereto, grupo comercial branco, ciclo variando entre 65 e 70 dias e hábito de crescimento indeterminado, apresenta em média: 17,8 cm de comprimento de vagem; 12 grãos por vagem; 19,5 g no peso de cem grãos; e teor de proteína nos grãos de 22,1%.

Apesar de ser de crescimento indeterminado apresenta ramos curtos, o que propicia sua utilização no cultivo mecanizado em grandes áreas. Moderadamente resistente à seca, veranicos e altas temperaturas, a BRS Guariba pode ser cultivada tanto no sistema de sequeiro quanto irrigado, com características fenológicas adaptadas à colheita mecânica com uso de dessecante (FREIRE FILHO et al., 2004). Sua produção pode ser destinada ao mercado de grãos verdes, conforme observado por Andrade et al. (2006), verificaram que a BRS Guariba foi o genótipo de maior potencial para produção de feijão verde.

### 2.3.2. CULTIVAR BRS NOVAERA

Lançada em 2007 pela Embrapa Meio Norte a cultivar BRS Novaera teve origem a partir do cruzamento de linhagens procedentes do International Institute of Tropical Agriculture (IITA) () na Nigéria e da Empresa de Pesquisa Agropecuária do Ceará em Fortaleza – CE (EPACE) ().

O Valor de Cultivo e Uso (VCU) foi realizado nas regiões Norte, Nordeste e Centro-oeste no período de 2004 a 2006, destacando-se a linhagem MNCOO-S53D-8-1-2-2, que foi selecionada para lançamento comercial com o nome de BRS Novaera (FREIRE FILHO et al., 2008).

Segundo Freire Filho et al. (2008), nos estados da região norte, as médias de produtividade variaram de  $538 \text{ kg ha}^{-1}$  em Rondônia a  $1.839 \text{ kg ha}^{-1}$  no Amazonas, em Roraima  $1.242,9 \text{ kg ha}^{-1}$  e nos demais estados média de  $1.074 \text{ kg ha}^{-1}$ .

Porte semi-ereto, alta resistência ao acamamento e boa desfolha natural destacam essa cultivar para a colheita mecânica direta. Seus grãos são bem formados de grupo comercial branco, hábito de crescimento indeterminado e ciclo



variando entre 65 e 70 dias. Apresenta em média, 15 cm de comprimento de vagem, 10 grãos por vagem e peso de cem grãos em torno de 20 g. Embora seja uma cultivar muito adequada à agricultura empresarial também se adéqua à familiar, pela vantagem de ter ciclo precoce com vagens alcançando a maturidade em período concentrado, podendo ser colhida de uma só vez, mecanicamente, por meio do arranquio ou do corte das plantas (FREIRE FILHO et al., 2008).

### 2.3.3. CULTIVAR BRS PAJEÚ

A cultivar BRS Pajeú se originou do cruzamento de linhagens procedentes da Embrapa Meio-Norte com Embrapa Arroz e Feijão, realizado na Embrapa Meio-Norte.

Nos ensaios de VCU realizados em Roraima no período de 2004 a 2006 a linhagem TE97-304G-12 se destacou e foi lançada em 2008 com o nome comercial BRS Pajeú. Sendo recomendada para cultivo de sequeiro e irrigado no estado de Roraima. A cultivar apresenta porte semi-prostrado e inserção da vagem levemente acima da folhagem facilita a colheita manual. Os grãos mulatos-claros são bem formados e estão no padrão de preferência de uma grande faixa de consumidores (VILARINHO et al., 2009c).

No ensaio experimental realizado em Roraima por Vilarinho et al. (2009c) a BRS Pajeú foi considerada como genótipo mais produtivo com produtividade média alcançada de 1.234 Kg ha<sup>-1</sup>. Com comprimento médio de vagens de 21,4cm, 16 grãos por vagem e peso de cem grãos em torno de 21g com ciclo variando entre 70 e 75 dias.

Por ser de porte semi-prostrado, crescimento indeterminado e maturação desuniforme terá uma expansão para o mercado de grãos verdes, o qual está sendo cada vez mais abrangente no Brasil, tanto na agricultura familiar quanto na empresarial e no setor agroindustrial (ROCHA et al., 2006).

### 2.4. CULTIVO SOBRE PALHADA

Um aspecto inovador em relação ao manejo de irrigação em feijão-caupi é a introdução de cobertura morta sobre o solo, comumente definida como plantio direto ou cultivo sobre palhada, método conservacionista que consiste na manutenção da

cobertura vegetal sobre o solo, atuando diretamente na proteção do mesmo, contra raios solares e precipitação direta. Diminuindo, portanto, impactos negativos causados por esses eventos climáticos e proporcionando um ambiente favorável para as culturas.

O plantio direto pode ser visto como uma alternativa vantajosa tanto para o produtor quanto para o meio ambiente. Esse sistema, entretanto, ainda não dispõe de resultados de pesquisa com feijão-caupi na região amazônica, devendo ser considerado como prioridade para o aprimoramento dos conhecimentos, considerando-se as características dos solos, da cultura e do ambiente amazônico (CRAVO et al., 2009).

Segundo Stone et al. (2006), a presença de palhada na superfície do solo, em quantidade adequada, é de grande importância na agricultura irrigada. Pois, altera a relação solo-água-planta, reduzindo a taxa de evapotranspiração das culturas, principalmente nos estádios em que o dossel dessas não cobre totalmente o solo, o que resulta em redução na frequência de irrigação e economia nos custos de operação do sistema.

De acordo com Albuquerque (2008), solos com cobertura de palhada podem reduzir a evaporação de água das camadas superficiais no início do ciclo da cultura em até 50%, o que reduziria sensivelmente os valores de coeficiente de cultura ( $K_c$ ) nessa fase. O mesmo resultado foi encontrado por Andrade et al. (2002) em estudo sobre o consumo relativo de água do feijoeiro no plantio direto em função da porcentagem de cobertura morta no solo. Observaram que o aumento da cobertura do solo ocasionou decréscimo nos valores de coeficientes da cultura e na evapotranspiração da cultura do feijoeiro comum, influenciando diretamente nos custos com irrigação.

Resultados obtidos por Arf et al. (2004) revelaram que o tratamento com a menor lâmina de irrigação propicia produtividade de grãos semelhantes aos tratamentos com maior lâmina, e conseqüentemente menor custo de irrigação.

Contudo, a formação e manutenção de cobertura morta é um dos principais entraves ao estabelecimento do plantio direto nos trópicos, onde as altas temperaturas, associadas à umidade, promovem a decomposição rápida dos resíduos vegetais (STONE et al., 2006).

## 2.5 CARACTERÍSTICAS FISIOLÓGICAS

As características fisiológicas expressam o comportamento de determinadas cultivares com relação à lâmina de irrigação aplicada. Pois segundo Oliveira (2009), há comportamento diferenciado nas variáveis de crescimento do feijoeiro, sob diferentes lâminas de irrigação e a redução da água repostada no solo influencia diretamente os processos fisiológicos, resultando na diminuição do crescimento. De acordo com Leite; Virgens Filho (2004), em condições de déficits hídricos mais prolongados, as plantas diminuem seu crescimento, evidenciando um período de repouso fisiológico, podendo retomar suas atividades após o final do período estressado.

A altura de planta é uma característica muito importante no momento da escolha de cultivares para a colheita mecanizada. No entanto, para o feijão-caupi não há uma determinação de altura ideal, principalmente por apresentar hábito indeterminado. Em estudos com feijão comum de porte ereto para colheita mecanizada Simone et al. (1992) sugerem uma altura ideal de 50 a 55cm.

Machado et al. (2008) identificando genótipos de feijão-caupi quanto a precocidade, arquitetura de planta e produtividade para colheita mecanizada, obtiveram altura média de plantas de 37,2cm e 41,33cm. Já Bezerra (2005) e Horn et al. (2000), obtiveram médias entre 44 cm e 56,1cm.

Quanto ao ciclo, a arquitetura e a produtividade de grãos são correlacionados entre si dificultando, portanto, a obtenção de cultivares precoces, de porte ereto e com alto rendimento de grãos (MACHADO et al., 2008). Já, em relação à massa seca da parte aérea Oliveira et al. (2011) evidenciaram que a interação entre lâminas de água e doses de fósforo influencia de forma significativa sobre essa variável.

Quando a área foliar é restringida, a quantidade de biomassa seca produzida é menor, uma vez que o aproveitamento da energia luminosa é alterado em consequência da diminuição da superfície responsável pela interceptação da radiação luminosa (NOGUEIRA, 1997) citado por Bastos et al. (2012). De maneira geral, a área foliar, apresenta-se como importantíssimo parâmetro na determinação da capacidade fotossintética, da densidade ótima de plantio, da relação solo-água-planta, ou em investigações sobre nutrição de várias culturas. Ela relaciona-se com o metabolismo da planta, na produção de matéria seca e produtividade de grãos (OLIVEIRA, 1977) citado por Ramos et al. (2011).

Segundo, Nóbrega et al. (2001) a competição por água, imposta pelos diferentes níveis de umidade do solo, 80 mm, 160 mm, 320 mm e 140 mm, condicionou as plantas a variações na produção de fitomassa, nas taxas da área foliar, índice de área foliar, assimilação líquida e na razão da área foliar. O índice de área foliar consiste na relação da área foliar da planta com a área ocupada por ela (EVANS, 1972). Sendo possível avaliar por meio desse índice o crescimento e desenvolvimento de um cultivo tanto irrigado quanto de sequeiro, uma vez que a escassez ou o excesso de água afetam diretamente o desenvolvimento das folhas (MAGALHÃES, 1979).

Segundo Bastos et al. (2002); Nascimento (2009), avaliando o crescimento e o desenvolvimento do Feijão-caupi sob diferentes lâminas de irrigação, verificaram redução marcante da área foliar da cultura, à medida que se intensificou o estresse hídrico. De acordo com Taiz; Zeiger (2004) essa redução ocorreu devido, a deficiência hídrica reduzir o potencial hídrico das plantas, diminuindo a condutância e a transpiração foliar. Como consequência há um aumento da temperatura foliar e redução na produção de fotoassimilados, causando redução no crescimento e na produtividade da cultura.

## 2.6 COMPONENTES DE PRODUÇÃO

Por meio dos componentes de produção é possível determinar o comportamento das cultivares em relação às lâminas de irrigação aplicadas. Segundo, Ramos Junior et al. (2005) avaliando os componentes de produção do feijão comum, relataram ser a massa de cem grãos e o número de grãos por vagem os componentes que mais influenciam na produtividade final de grãos.

A produtividade, o número de vagens por planta, o número de grãos por vagem e a massa de cem grãos do feijoeiro comum responderam de maneira linear crescente a irrigação (GOMES et al., 2012). Por sua vez, Ávila et al. (2010) também trabalhando com *Phaseolus* observaram diferença significativa somente para número de vagens por planta quando submetido a irrigação, enquanto a variável número de grãos por vagem não foi afetada pela presença de irrigação. A maior média de número de vagem por planta obtida pelos autores foi de 13 vagens por planta com ausência de irrigação e 21 vagens por planta na presença de irrigação. Para Pacheco et al. (2012) a maior média de número de vagem por planta obtida

para o feijão comum com manejo do tanque classe A em sistema de plantio direto foi de 17,4.

Andrade Junior et al. (2002), analisando níveis de irrigação para o caupi no Piauí, verificaram que o componente de produção com maior variabilidade positiva em resposta ao aumento da produtividade de grãos foi o número de vagens por planta.

Avaliando o efeito da variação de níveis de água disponível no solo sobre o crescimento e produção de feijão-caupi, vagens e grãos verdes, Nascimento et al. (2004) verificaram que o número de vagens por planta foi grandemente afetado pelos níveis de estresse hídrico. Principalmente das fases de florescimento e enchimento dos grãos, a falta de água provoca redução significativa no número de vagens por planta, comprimento da vagem e número de grãos por vagem com consequente diminuição da produtividade (RAMOS et al., 2012). Por sua vez, Leite; Rodrigues; Virgens Filho (2000) observaram que a diminuição no número de vagens por planta pode ser um mecanismo de resistência a seca utilizada pela planta, pois em busca de melhores condições de superação do déficit hídrico, produzem uma quantidade menor de vagens.

Avaliando as relações fonte-dreno em feijão-caupi para produção de grãos secos, Mendes et al. (2007) constataram que a massa de cem grãos não foi afetada pela deficiência hídrica, assim como as cultivares não mostraram diferenças entre si quanto a esta variável. Os mesmos autores verificaram que o número e a massa de sementes por planta diferiram entre as cultivares sendo que a cultivar Epace 10 foi mais produtiva que a cultivar Seridó, produzindo mais vagens, maior número e massa de sementes por planta.

## 2.7. NECESSIDADE HÍDRICA

A medição do requerimento de água e do estresse hídrico de culturas é importante para programar a irrigação e influencia os parâmetros ligados a relação solo-planta-atmosfera. O principal objetivo da irrigação é fornecer uma quantidade adequada de água às culturas para prevenir o estresse hídrico, o qual pode afetar tanto em quantidade quanto em qualidade, a produção de grãos (GOMIDE; MAEMO, 2008).

Com relação às necessidades hídricas, Medeiros et al. (2005) não

evidenciaram diferenças significativas na produção do Feijão-caupi entre os sistemas de irrigação por sulco e por aspersão, embora se saiba do menor consumo de água pelo sistema por sulco em relação ao sistema por aspersão. Na região Norte o feijão-caupi pode ser cultivado durante todo ano sob condições de sequeiro e irrigado, obtendo-se produtividades médias de grãos que variam de 500 a 1.800 kg ha<sup>-1</sup>, dependendo do nível tecnológico adotado (MEDEIROS et al., 2005).

Mesmo com a alta adaptabilidade do feijão-caupi às diversas condições de cultivo, o excesso ou a escassez de água tem influência direta sobre seu desenvolvimento. Sendo que o excesso de água pode levar a podridão das raízes e suscetibilidade a doenças. Já a escassez causa deficiência de oxigênio e prejudica seu crescimento e produtividade. A cultura do feijão-caupi, por ser extremamente dependente das chuvas para seu pleno desenvolvimento em condições ambientais naturais, podendo ser economicamente viável a introdução da irrigação mesmo que haja um custo mais elevado para o uso da mesma (MOUSINHO, 2005).

### 2.7.1 LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO

A cultura do feijão-caupi pode ser irrigada por qualquer sistema, aspersão, sulcos ou inundação (cultivo em várzeas), proporcionando até mais de duas safras por ano em Roraima, contudo o manejo da água de irrigação é fundamental para o sucesso da lavoura, sendo necessário o fornecimento de água no momento oportuno e em quantidade adequada para os diferentes estádios de desenvolvimento da planta (MEDEIROS et al., 2009).

#### 2.7.1.1 PRODUTIVIDADE DE GRÃOS

Para correto manejo de irrigação deve-se levar em consideração a lâmina de irrigação adequada para suprimento hídrico, evitando estresse à cultura que possa afetar o crescimento das plantas, e conseqüentemente os componentes de produção, a qualidade e a produtividade de grãos (BEZERRA et al., 2003).

Avaliando a produtividade do feijoeiro em resposta a adubação fosfatada e a regimes de irrigação em solos do cerrado, Miranda et al. (2000), em experimento conduzido no Distrito Federal, utilizaram as lâminas médias de 426 mm para

irrigação adequada e 338 mm para irrigação restrita, por ciclo, e verificaram que a restrição da irrigação promoveu redução de produtividade em todos os tratamentos.

De acordo com Alves (2008), tanto o déficit quanto o excesso hídrico, proporcionaram menor produção de grãos durante o ciclo da cultura do feijão-caupi.

Por sua vez, Ramos (2011) verificou redução de 64,8% e 70,6% na produtividade de vagens verdes, com a redução das lâminas de irrigação de 322 mm para 161 mm, respectivamente. Resultado análogo foi observado por Gomes et al. (2012), onde a maior produtividade para o feijoeiro comum 2224 kg ha<sup>-1</sup>, foi obtida com aplicação da maior lâmina de irrigação de 333 mm.

Trabalhando com cultivares de portes semi-ereto e semi-prostrado Andrade Júnior et al. (2002) observaram respostas diferenciadas entre as cultivares quanto às lâminas de água aplicadas, sendo que a cultivar de porte semi-ereto apresentou máxima produtividade de grãos com a lâmina correspondente a 449,1 mm e a de semi-prostrado com a lâmina de 389,9 mm.

Por sua vez, Blanco et al. (2011), avaliando diferentes lâminas de irrigação para a produção de grãos verdes de feijão-caupi consorciado com milho, nas condições de Teresina - PI, observaram que a cultura respondeu linearmente à irrigação e que a sua máxima produtividade foi obtida com a lâmina de 640 mm.

Os intervalos de lâminas de irrigação que maximizam a receita líquida para a produção de grãos verdes obtidos por Ramos et al. (2012) foram entre 290 e 325 mm para a BRS Guariba e de 325 a 365 mm para a BRS Paraguaçu.

Em estudo com cultivar de porte semi-prostrado, e diferentes níveis de irrigação no estado do Piauí, Andrade Júnior et al. (2002) observaram que os valores máximos de número de vagem por planta (15,0) e produtividade de grãos (2.103 kg ha<sup>-1</sup>) foram obtidos com as lâminas de irrigação relativas a 363,5 e 389,9 mm, respectivamente.

Segundo, Carvalho et al. (2000), o aumento do déficit hídrico sobre a produção de feijão-caupi resulta em quedas de rendimento variando de 35% a 100% na fase de crescimento, 34 a 81 % na floração e de 32 a 73% na frutificação.

Em Roraima, Oliveira et al. (2011) verificaram que a menor lâmina de irrigação aplicada, 187 mm reduziu em 43,3% a produção em comparação com a lâmina de 273,4 mm. E os níveis de deficiência hídrica influenciaram no aumento da área foliar em plantas de feijão-caupi.

Em estudo sobre os parâmetros fisiológicos e produtividade de grãos verdes do feijão-caupi sob déficit hídrico Bastos et al. (2012) obtiveram a menor produtividade de grãos verdes  $853 \text{ kg ha}^{-1}$  e  $650 \text{ kg ha}^{-1}$  para as cultivares BRS Guariba e BRS Paraguaçu, respectivamente, com a aplicação da lâmina de irrigação de 161 mm.

Para o feijão-caupi em sistema exclusivo, Souza et al. (2011) observaram que a aplicação da lâmina de 100% da ETo (evapotranspiração de referência), resultou em maior produtividade de grãos, totalizando  $1374,7 \text{ kg ha}^{-1}$ , já a lâmina de 125% da ETo resultou em diminuição da produtividade, indicando aplicação excessiva de água.

Para a estimativa da evapotranspiração da cultura do feijão-caupi Gondim et al. (2000) não observaram diferenças entre os manejos – tensiometria, Tanque Classe A e por equação que estime a evapotranspiração. No entanto Lima et al. (2006) estimaram a evapotranspiração do feijão-caupi pelo método do balanço hídrico no solo, sendo o valor total de 346,2 mm e 349,4 mm obtidos com a sonda de nêutrons e com os sensores tipo TDR, respectivamente.

Segundo Medeiros et al. (2009) para as condições da Região Amazônica a quantidade de água necessária para a cultura pode apresentar variações de 3,0 a 7,0 mm de água por dia, dependendo do estágio de desenvolvimento da planta e da época de plantio. O que corresponde a uma quantidade de água de 30.000 a 70.000 litros por hectare por dia.

Pesquisas com lâminas de água e feijão-caupi foram realizadas principalmente nas regiões Nordeste e centro-oeste, onde Andrade Júnior et al. (2002); Leite; Virgens Filho (2004); Mendes et al. (2007); Alves (2008); Nascimento (2009); Blanco et al. (2011); Souza et al. (2011); Ramos et al. (2012); obtiveram resultados satisfatórios com produtividade de grãos, utilizando lâminas de água no intervalo de 300 a 450 mm para o ciclo.

No entanto os resultados não devem ser extrapolados para outras regiões devido a diferenças entre cultivares estudadas e as condições edafoclimáticas entre os locais de condução de cada experimento (NÓBREGA et al., 2001; RAMOS, 2011).

#### 2.7.1.2 EFICIÊNCIA DO USO DA ÁGUA



Atualmente, com o avanço da tecnologia atrelado ao menor custo e maior ganho, a utilização de indicadores da eficiência do uso da água é um fator de suma importância para analisar a resposta dos cultivos às diferentes condições de disponibilidade de água com vista à diminuição no custo dos investimentos ligados à prática da irrigação.

A eficiência do uso da água (Ef.UA) é obtida pela relação entre produtividade de grãos e lâminas de irrigação aplicadas, com o intuito de adotar um manejo que proporcione a máxima produção por unidade de água aplicada (FREIRE FILHO et al., 2005)

Segundo Oliveira et al. (2012) a disponibilidade de água é um fator relevante a ser considerado quando se pretende ganhos na produtividade de grãos do feijão-caupi, o que pode ser obtido com um manejo adequado que proporcione a maximização da eficiência do uso da água.

O aumento da lâmina de irrigação aplicada causa redução na eficiência do uso da água e pode também promover a lixiviação dos nutrientes, contribuindo para reduzir a produtividade e aumentar os riscos de contaminação dos lençóis subterrâneos de água (ANDRADE et al., 2008).

Conforme Taiz; Zeiger (2004) a eficiência do uso da água pode aumentar quando o estresse hídrico é moderado. Segundo os mesmos autores isso ocorre por que a taxa fotossintética da folha raramente é tão responsiva ao estresse hídrico moderado quanto à expansão foliar, pois a fotossíntese é menos sensível ao turgor que a expansão foliar, ou seja, mais  $\text{CO}_2$  pode ser absorvido por unidade de água transpirada, pois o fechamento estomático inibe a transpiração mais do que diminui as concentrações intercelulares de  $\text{CO}_2$ .

Para a produtividade de grãos, Souza et al. (2011) trabalhando com feijão-caupi no semiárido brasileiro, verificaram que a Ef.UA tende a decrescer com o incremento da lâmina de irrigação aplicada. Os mesmos observaram que, apesar de a lâmina 100% ter apresentado maior produtividade de grãos, quando se realizou a análise de Ef.UA, constatou-se que a lâmina 75% se mostrou mais eficiente, com 31,3 kg  $\text{m}^3$  de água aplicada.

Andrade Júnior et al. (2002), avaliando a eficiência do uso da água para a BR-14 Mulato, nas condições edafoclimáticas dos tabuleiros costeiros do Piauí, observaram resposta quadrática, com máxima Ef.UA de 66,1 kg  $\text{m}^3$ , com a aplicação da lâmina de irrigação correspondente a 306,3 mm. Esses autores relatam ainda

que, apesar de as lâminas que maximizaram a produção de grãos serem de 449,1 e 389,9 mm para as cultivares BR 17 Gurguéia e BR 14 Mulato, respectivamente, a Ef.UA máxima de 306,3 mm é um indicativo de que a aplicação das lâminas visando à máxima produção de grãos acima desse nível, para essas cultivares, somente deve ser recomendada economicamente quando a água não for um fator limitante à produção agrícola ou apresentar baixo custo.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL DO EXPERIMENTO

Os experimentos foram conduzidos, nos períodos de fevereiro a abril e de setembro a novembro de 2012, no Campo Experimental Água Boa (CEAB), pertencente a Embrapa Roraima no município de Boa Vista, cujas coordenadas geográficas de referência são: 02°49'11"N e 60°40'24"W e 85 m de altitude.

O clima da região segundo a classificação de Köppen é do tipo Aw, tropical chuvoso, com precipitação média anual de aproximadamente 1.700 mm e umidade relativa do ar em torno de 70% (ARAÚJO et al., 2001).

No primeiro cultivo a área utilizada estava há quatro anos consecutivos coberta por *Brachiaria Ruziziensis*, apresentando 7.764 kg ha<sup>-1</sup> de massa seca da palhada (Figura 1), com espessura de 5 cm acima do solo, onde foi realizado o cultivo no sistema de plantio direto.



**Figura 1-** Palhada de *Brachiaria ruziziensis* na área experimental no Campo Experimental Água Boa (CEAB) Boa Vista, Roraima.

No segundo cultivo foi realizado plantio direto sobre os restos vegetais deixados pelo cultivo anterior, assim como palhada de *Brachiaria Ruziziensis* ainda presente, apresentando média de 4 toneladas de massa seca de palhada, com espessura de 3 cm acima do solo.

O solo da área de estudo é classificado como Latossolo Amarelo, cuja análise das propriedades físico-químicas são apresentadas na Tabela 1.

**Tabela 1**– Análise física e química do solo nas camadas 0-20 e 20-40 cm da área de estudo sobre palhada de *Brachiaria ruziziensis*, na savana de Roraima. Boa Vista, RR. 2012

Profundidade (cm)	pH	Características Químicas								V%	P mg dm <sup>-3</sup>	S
		MO g kg <sup>-1</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	H+Al	SB	CTC	cmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup>			
Primeiro Cultivo												
0 – 20	5,4	150	0,09	0,63	0,19	2,29	0,91	3,20	28	33,2	ND	
20 – 40	5,3	70	0,04	0,53	0,16	2,01	0,72	2,70	26,5	23,0	ND	
Segundo Cultivo												
0 – 20	5,6	160	0,10	0,65	0,20	2,25	0,95	3,22	29	33,1	ND	
20 – 40	5,4	75	0,05	0,54	0,17	2,00	0,76	2,73	27	22,9	ND	
Granulometria (g.kg <sup>-1</sup> )												
		Areia			Silte			Argila				
0 – 20		846,7			40,1			121,1				
20 – 40		760,2			59,5			180,3				

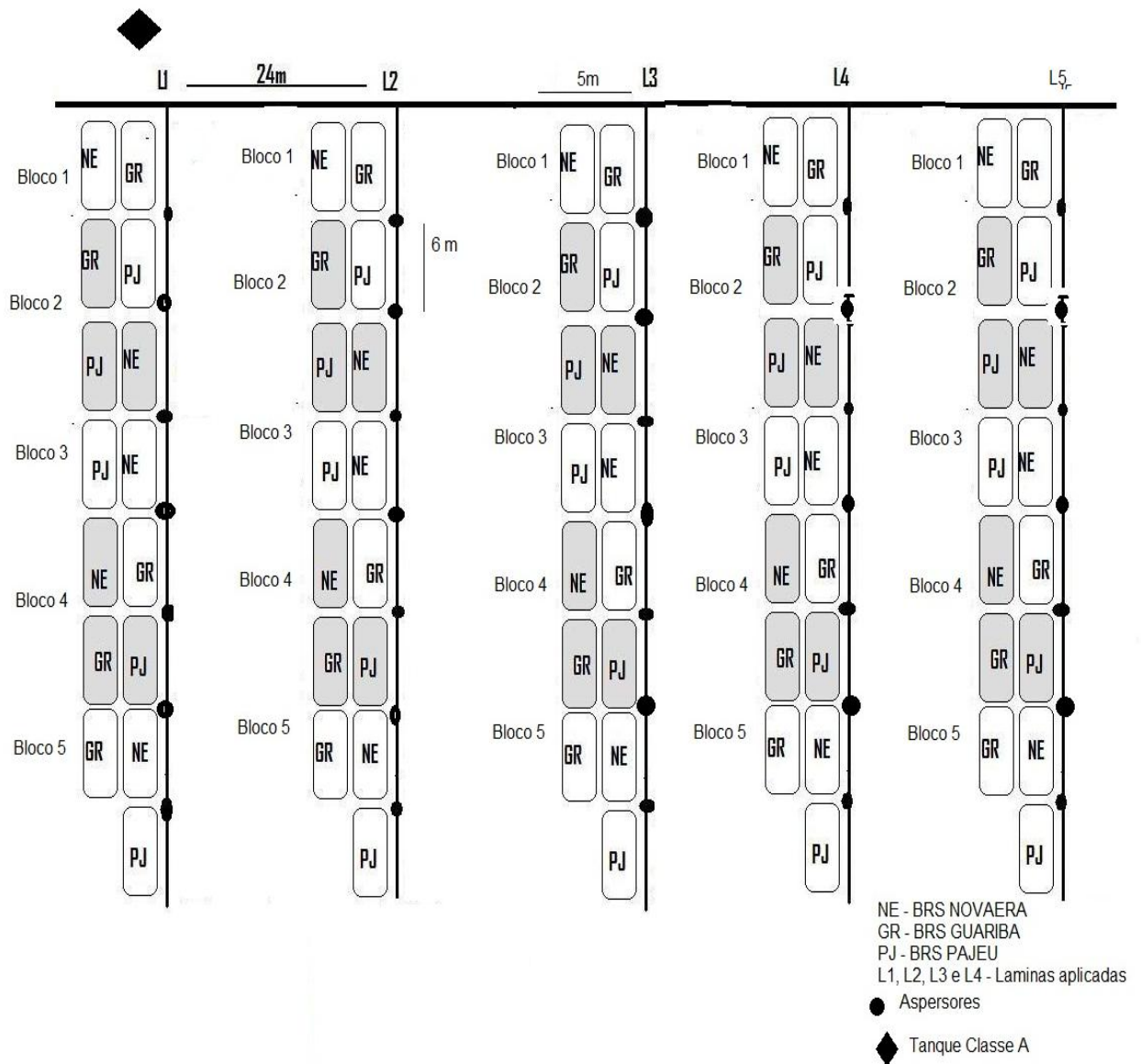
Laboratório de análise de solo, Embrapa Roraima. Manual de Métodos de Análise do Solo da Embrapa (1997).

### 3.2 TRATAMENTOS E DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Foram testadas três cultivares de feijão-caupi sendo BRS Guariba e BRS Novaera de porte semi-ereto, maturação uniforme e ciclo entre 60-65 dias e a BRS Pajeú de porte semi-prostrado, maturação desuniforme e ciclo entre 65-70 dias todas de crescimento indeterminado. Combinadas com cinco lâminas de água correspondentes a 30%, 60%, 90%, 120% e 150% ETo, estabelecidas com base em frações de evapotranspiração de referência (ETo) diária estimada por meio do tanque classe A instalado próximo à área experimental adotando-se coeficiente do tanque (Kt) 0,75 ao longo do experimento. Para maior precisão dos dados, foram verificados os dados climáticos obtidos da estação agrometeorológica automática, instalada próximo ao experimento.

O delineamento experimental foi em parcela subdividida com cinco repetições, onde as parcelas 282,75 m<sup>2</sup> (6,5 m x 43,5 m) foram constituídas pelas lâminas de irrigação e as sub-parcelas 12,5 m<sup>2</sup> (2,5 m x 5,0 m) pelas cultivares. Cada

subparcela foi formada por cinco fileiras de 5,0 m de comprimento. A área útil foi formada por três fileiras eliminando 0,5 m em cada extremidade (Figura 2).



**Figura 2** – Croquí da distribuição das unidades experimentais no Campo Experimental Água Boa (CEAB) Boa Vista, Roraima.

Os dados foram submetidos à análise de variância com a aplicação de teste F. As médias referentes às cultivares foram comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade e as referentes às lâminas de irrigação analisadas por regressão polinomial, utilizando o Software Sisvar - versão 5.3 (FERREIRA, 2010).

### 3.3 CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO

Nos dois cultivos, a semeadura do feijão foi realizada no sistema de plantio direto sobre a palhada de *Brachiaria ruziziensis* 15 dias após a dessecação das plantas de cobertura, feita com Glyfosate.

Em ambos experimentos, as sementes foram inoculadas no dia do plantio com *Bradyrhizobium elkanii*, na proporção de 100 g de inoculante, misturado com 30 ml de água para 50 kg de sementes.

A adubação de plantio foi realizada com 70 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> na forma de superfosfato simples para os dois cultivos. Já, a de cobertura foi realizada com 40 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O na fonte Cloreto de Potássio aplicada oito dias após a emergência das plantas.

Para a semeadura, foi feita abertura dos sulcos com cultivador e distribuição das sementes manualmente, em linhas espaçadas de 0,5 m, com a densidade de 8 sementes por metro linear, para as cultivares BRS Guariba e Novaera e 5 sementes para a BRS Pajeú.

O herbicida Glyphosate (glifosato) pós-emergente foi aplicado utilizando pulverizador costal pressurizado com CO<sub>2</sub>, pressão constante de 25 libras pol<sup>-2</sup> equipado com barra de pulverização de 2 m e volume de calda de 250 l ha<sup>-1</sup>. E, no controle de pragas foi utilizado o inseticida sistêmico Tiametoxam 250 g kg<sup>-1</sup>.

O sistema de irrigação utilizado foi por aspersão convencional fixo-portátil disposto em faixas (Figura 3), foi composto por uma linha principal fixa com ramais contendo sete aspersores espaçados de 6 m x 24 m. Os aspersores utilizados apresentavam as seguintes características: marca: *Asperjato*, diâmetro dos bocais de 3,2 x 2,0 m; pressão de serviço de 28 m.c.a.; vazão de 980 litros.h<sup>-1</sup> com intensidade de aplicação de 13,6 mm.h<sup>-1</sup>. As irrigações ocorreram diariamente repondo-se a lâmina de irrigação correspondente ao percentual de cada tratamento de acordo com a evaporação do tanque classe (Figura 4 A) A segundo Bernardo (2006) por meio da equação:

$$ET_o = K_t \cdot E_v.$$

Onde:

ET<sub>o</sub> = Evapotranspiração potencial de referência

K<sub>t</sub> = Coeficiente do tanque (Seguindo os dados tabelados de Doorembos e Pruitt (FAO, 1997). K<sub>t</sub> adotado 0,75, conforme média de dados climáticos observados para a área num período de dois anos.

Ev= Evaporação do tanque, em  $\text{mm.dia}^{-1}$ .



**Figura 3** – Disposição dos tratamentos (em faixa) com lâminas de irrigação de acordo com a estimativa da evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>) no Campo Experimental Água Boa (CEAB) Boa Vista, Roraima.

Para maior precisão das conclusões foram observados também os dados climáticos obtidos por meio da estação agrometeorológica instalada próximo à unidade experimental. Pela qual foram verificadas as seguintes médias:

- Primeiro cultivo no período de fevereiro a abril de 2012, temperatura 28,2°C, Umidade Relativa do Ar 74%, precipitação pluviométrica total de 52 mm.

- Segundo cultivo no período de setembro a novembro de 2012, temperatura 29,26°C, Umidade Relativa do Ar 78%, precipitação pluviométrica total de 80,65 mm.

As lâminas aplicadas foram medidas, utilizando-se pluviômetros alternativos (Figura 4 B) confeccionados com material plástico reciclado, instalados nas faixas

irrigadas e distribuídos de maneira uniforme durante todo o ciclo, sendo a lâmina definida pela média da água coletada nesses pluviômetros, os quais foram instalados à altura das plantas.



**Figura 4** - A) Tanque Classe A instalado próximo ao experimento. B) Pluviômetro alternativo instalados em cada tratamento. Campo Experimental Água Boa (CEAB) Boa Vista, Roraima.

Esses dados serviram para estimar a lâmina aplicada em cada tratamento e calcular o coeficiente de uniformidade de distribuição de água, o qual foi realizado no período de instalação dos experimentos, utilizando-se o coeficiente de Christiansen (1942). De acordo com a fórmula a seguir:

$$CUC = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n [X_i - \bar{X}]^2}{n \cdot \bar{X}^2}$$

Onde:

CUC= Coeficiente de uniformidade de Christiansen, em decimal;

n= número de observações;

$X_i$  = lâmina de irrigação aplicada no i-ésimo ponto da superfície do solo;

$\bar{X}$  = lâmina média aplicada.

O Coeficiente de Christiansen resultou em 81% para uma média de velocidade de vento observada, durante os testes, de  $1,7m \cdot s^{-1}$ .



As irrigações ocorreram no período de 17 a 19 horas, e entre 6 a 8 horas da manhã, quando há praticamente ausência de vento naquele local, o que propiciou maior uniformidade de distribuição da água.

A colheita de grãos no primeiro cultivo foi realizada aos 61 dias após a emergência (DAE), e do segundo experimento ocorreu aos 65 DAE.

### 3.4 VARIÁVEIS ANALISADAS

As características fisiológicas: altura de planta (ALTP), massa seca da parte aérea (MSPA) e índice da área foliar (IAF) foram avaliados apenas no primeiro experimento e utilizando os tratamentos 30%, 60%, 90% e 120% da ETo.

- ALTP – foi determinada pela média de cinco plantas, escolhidas de forma aleatória nas subparcelas, medida com régua graduada em centímetros, pela distância do nó cotiledonar até a extremidade apical da haste principal, aos 44 dias após a emergência;
- MSPA - obtida a partir da coleta de cinco plantas, as quais foram embaladas em saco de papel, identificadas e secadas em estufa a 65°C, até atingir peso constante e por fim realizado o cálculo de média; e
- IAF - das cinco plantas coletadas no período da floração para obtenção da MSPA, foram utilizadas antes da secagem, para a medição da área foliar, por meio do medidor da área foliar, LI 3100C Area Meter com resolução de 0,1 mm<sup>2</sup>, em laboratório. Após a medição obteve-se o índice da área foliar segundo Evans (1972) determinado através da razão entre os valores da área foliar total (AFtotal) e área de solo (AS) ocupada pelas plantas, obtidos em cada amostragem para as diferentes cultivares:  $IAF = AF_{total}/AS$ .

A avaliação dos componentes de produção: número de vagens por planta (NVP), número de grãos por vagem (NGV) e massa de cem grãos (MCG) foram realizadas com as médias obtidas entre os dois cultivos para os cinco tratamentos:

- NVP - obtido pela média da coleta das vagens de cinco plantas representativas no período da colheita;

- NGV - foram contados o número de grãos de 10 vagens coletadas ao acaso durante a colheita de grãos secos.
- MCG - determinado conforme as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

A Produtividade de grãos secos (PGS) foi determinada a partir da média obtida nos dois cultivos para os cinco tratamentos, por meio da colheita de grãos secos na área útil de cada subparcela, corrigindo a umidade para 13% e expressa em  $\text{kg ha}^{-1}$ .

A Eficiência do Uso da Água (Ef.UA) para produtividade de grãos foi determinada por meio da relação entre produção de grãos em  $\text{kg ha}^{-1}$  e a lâmina total de água aplicada em (mm) correspondente ao percentual da Evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>), sendo expressa portanto, em  $\text{kg mm}^{-1}$ .

### 3.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os resultados foram submetidos à análise de variância com aplicação do teste F ( $p < 0,05$ ). Realizou-se análise de regressão na presença de efeito significativo para lâminas e interações. Foram consideradas as médias ajustadas com  $R^2 \geq 50\%$ . Na presença de efeito significativo para cultivar e interações foi realizado comparação de médias pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ), utilizando o software SISVAR (FERREIRA, 2010).

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 CARACTERÍSTICAS FISIOLÓGICAS

Com a aplicação das frações 30%, 60%, 90% e 120% da ET<sub>o</sub>, foram obtidas as respectivas lâminas de água 107,3 mm, 190,5 mm, 273,7 mm e 356,9 mm.

Todas as características avaliadas foram afetadas significativamente pelas lâminas de irrigação, pelas cultivares e interação lâmina x cultivar, cujos resultados estão apresentados na Tabela 2.

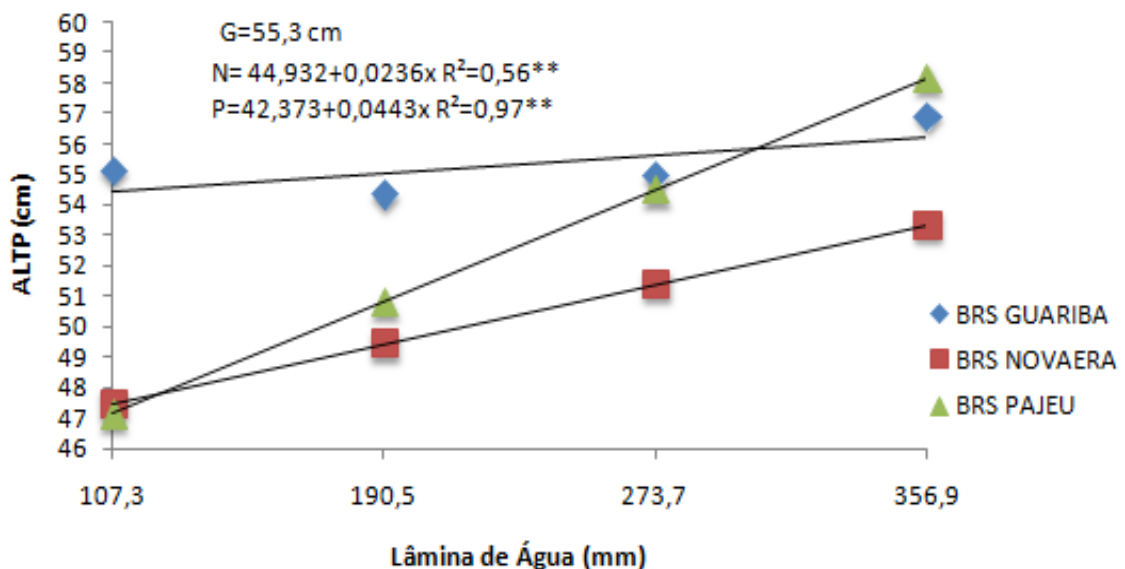
**Tabela 2** - Resumo das análises de variância para: altura de plantas (ALTP), massa seca da parte aérea (MSPA), índice da área foliar (IAF)

FV	GL	QUADRADO MÉDIO		
		ALTP (cm)	MSPA (g)	IAF
Bloco	4	10,14	1,15	0,12
<b>Lâmina</b>	3	125**	43,3**	3,79**
Erro a	12			
<b>Cultivar</b>	2	120**	471,3**	3,20**
<b>Lam*Cult</b>	6	29,7**	20,66**	0,61**
Erro b	32			
<b>CV 1 (%)</b>		7,8	4,58	13,25
<b>CV 2 (%)</b>		4,44	4,81	11,09
<b>Média</b>		52,78	22,01	2,66

<sup>ns</sup>, \*, \*\* - Não significativo, significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

#### 4. 1.1 ALTURA DE PLANTA (ALTP)

As médias de altura de plantas, obtidas em função do efeito da interação lâminas de irrigação e cultivares, estão representadas na Figura 5.



**Figura 5** - Altura de planta (ALTP), em função da interação lâminas de irrigação e cultivares de feijão-caupi no cerrado de Roraima, Boa Vista-RR, 2013.

A altura de plantas aumentou com o incremento da irrigação para as cultivares Novaera e Pajeú (Figura 5). Por sua vez, a cultivar Guariba não se ajustou a nenhum modelo de regressão, apresentando altura média de plantas de 55,3cm a

qual é considerada ideal para colheita mecanizada, segundo (SIMONE et al., 1992), deve ser de 50 a 55 cm.

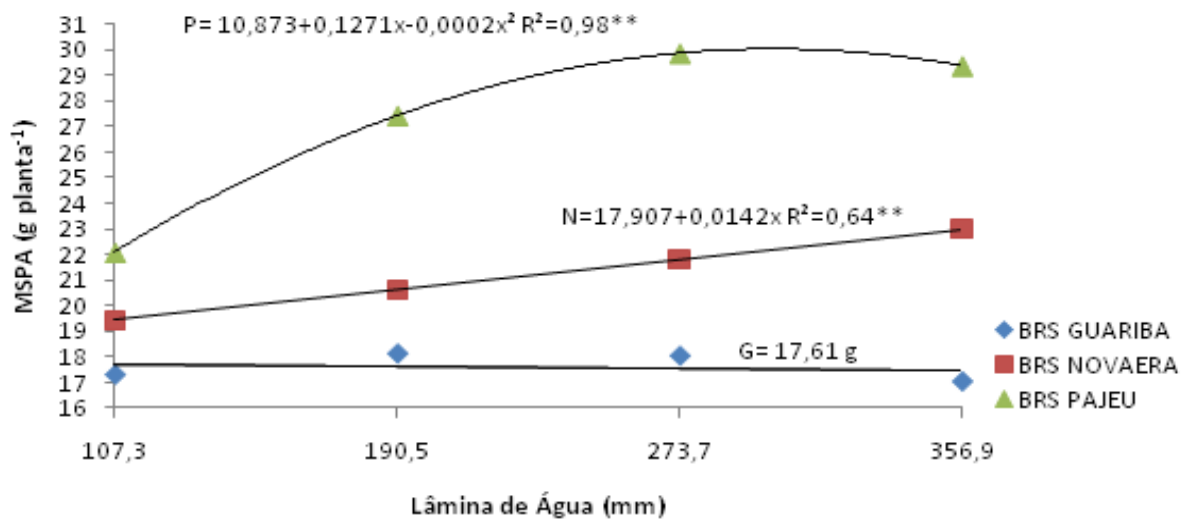
A resposta das cultivares BRS Novaera e BRS Pajeú para altura de plantas está de acordo com o observado por Oliveira (2009), que trabalhando com a cultivar BRS Novaera verificou diminuição na altura de planta com o aumento do déficit hídrico.

As médias gerais de altura de plantas entre as cultivares foi 55,3 cm para Guariba, 52,64 cm para Pajeú e 50,4 cm para Novaera. Estes resultados estão acima das médias obtidas por Machado et al. (2008) e Oliveira (2009) que foram entre 19 cm e 37,2 cm. Provavelmente houve uma influência da palhada, pois, nas características físico-químicas do solo apresentados por Machado et al. (2008) observa-se que o material orgânico equivaleu a 14% apenas da quantidade apresentada neste experimento e o sistema de cultivo utilizado por Oliveira (2009) se modificou deste apenas na utilização da palhada onde os mesmos realizaram roçagem do material (capim nativo) o que manteve o solo coberto por menos tempo que a *Brachiaria*, utilizada em nosso trabalho. Mas, se assemelham aos resultados obtidos por Bezerra (2005) que trabalhando com feijão-caupi de porte semi-ereto obteve média de 56,1 cm, segundo o autor, a arquitetura da planta e o sistema de produção influenciam na determinação do arranjo de plantas mais adequado, para que fatores de produção sejam eficientemente aproveitados e o potencial produtivo da cultivar maximizado.

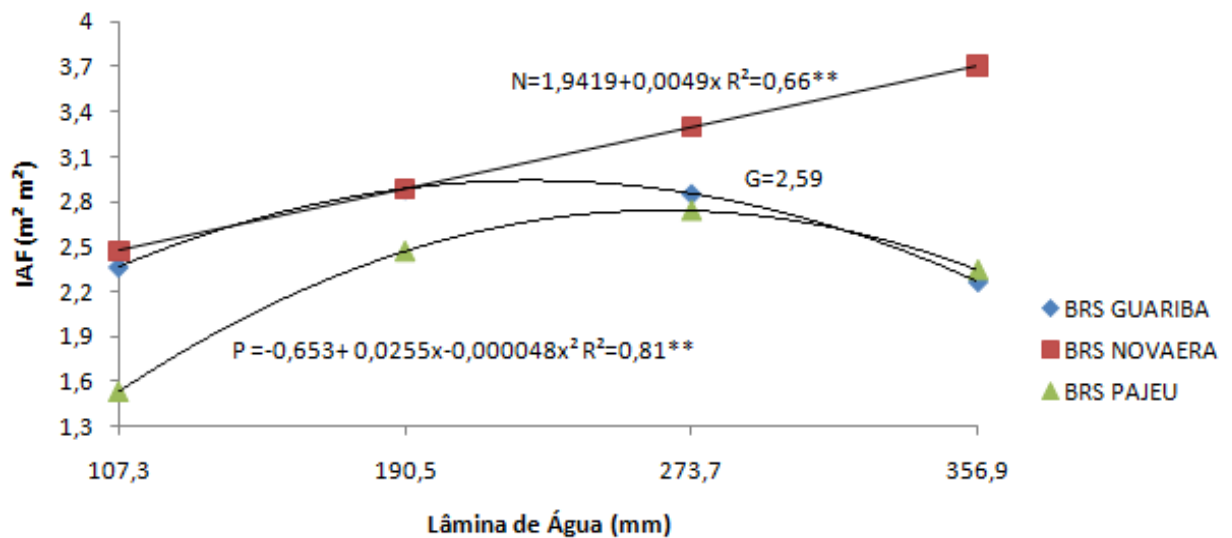
Portanto, os resultados obtidos com as cultivares BRS Guariba, BRS Novaera e BRS Pajeú para a variável altura de plantas, evidenciam influência positiva das lâminas de irrigação, pois a utilização da irrigação propicia a obtenção de plantas com alturas mais favoráveis para a colheita mecanizada, assim como a cobertura de palhada pode proporcionar ambiente mais propício ao melhor desempenho das cultivares.

#### 4.1.2 MASSA SECA DA PARTE AÉREA (MSPA) E ÍNDICE DA ÁREA FOLIAR (IAF)

Para a cultivar BRS Novaera, verifica-se que a massa seca da parte aérea e o índice da área foliar, ajustaram-se a modelo de regressão polinomial crescente, isto é, aumentaram com o aumento das lâminas de irrigação (Figuras 6, 7).



**Figura 6** - Massa seca da parte aérea (MSPA) em função de lâminas de irrigação e cultivares de feijão-caupi no cerrado de Roraima, Boa Vista-RR, 2012.



**Figura 7** - Índice da área foliar (IAF) em função de lâminas de irrigação e cultivares de feijão-caupi no cerrado de Roraima, Boa Vista-RR, 2012.

Este resultado se assemelha aos obtidos por Bastos et al. (2002); Oliveira (2009) que avaliando o crescimento e o desenvolvimento do Feijão-caupi sob diferentes lâminas de irrigação, verificaram redução marcante da área foliar da cultura, à medida que se intensificou o estresse hídrico.

Já para a cultivar Pajeú a massa seca da parte aérea e o índice de área foliar ajustaram-se ao modelo de regressão polinomial quadrático, atingindo a máxima eficiência técnica com as lâminas 317,75 mm para 30 g de MSPA e 265,62 mm para 2,74 de IAF (Figuras 6,7). Esse efeito está de acordo com o observado por Freire Filho et al. (2005) em trabalho realizado com genótipos de feijão-caupi no Piauí, onde os mesmos enfatizam que há um limite máximo de disponibilidade hídrica no solo para a cultura, sendo um desperdício tanto fisiológico quanto econômico o aumento excessivo da parte vegetativa da planta o que implica em menor produtividade. Também estão bem próximos dos valores verificados por Lacerda et al. (2009) os quais trabalhando com feijão-caupi obtiveram um valor máximo de MSPA de 27 g para uma lâmina de 326 mm.

No entanto, os valores do IAF para a cultivar Pajeú estão abaixo dos obtidos por Bastos et al. (2012), que encontraram valores variando de 3,2 a 4,8 para a cultivar BRS Paraguaçu, e de 3,2 a 4,9 para a BRS Guariba. Segundo Correia; Nogueira (2004) a redução da área foliar se traduz numa estratégia de sobrevivência da planta com o intuito de diminuir a área disponível à transpiração. Com a área foliar menor a transpiração é reduzida conservando o suprimento de água limitado no solo por um período maior (TAIZ; ZEIGER, 2004). Essa redução limita a produtividade de grãos devido a queda de absorção de CO<sub>2</sub> e na interceptação de luz (MATTOS et al., 2005).

A cultivar Guariba não se ajustou à nenhum modelo de regressão para nenhuma das variáveis, apresentando média de 17,6 g para MSPA e IAF de 2,6. Esse comportamento pode ser uma tentativa de adaptação às condições de umidade do solo por essa cultivar, e não somente ao estresse hídrico conforme observado por Leite; Virgens Filho (2004) a planta apresenta um período de repouso fisiológico, tentando se adaptar às condições de estresse hídrico e pode retomar suas atividades após o final do período de estresse.

Portanto, há um comportamento diferenciado entre as cultivares do feijão-caupi para as variáveis, massa seca da parte aérea e índice da área foliar, em função das lâminas de água. Onde a BRS Guariba se mostrou indiferente, a BRS Novaera mostrou resposta crescente e a BRS Pajeú apresentou um limite de tolerância à umidade do solo para seu melhor desenvolvimento fisiológico.

#### 4.2 COMPONENTES DE PRODUÇÃO

A aplicação das frações 30%, 60%, 90%, 120% e 150% da ETo, corresponderam as lâminas de água 107,3 mm, 190,5 mm, 273,7 mm, 356,9 mm e 440,1 mm, respectivamente.

Os resultados da análise de variância são verificados na Tabela 3. Somente a massa de cem grãos teve influência significativa da interação lâminas de irrigação *versus* cultivar. O fator lâmina influenciou significativamente o número de vagens por planta. Já o fator cultivar afetou significativamente o número de vagens por planta e o número de grãos por vagem (Tabela 3).

**Tabela 3** - Resumo das análises de variância para número de vagem por planta (NVP), número de grãos por vagem (NGV) e massa de cem grãos (MCG)

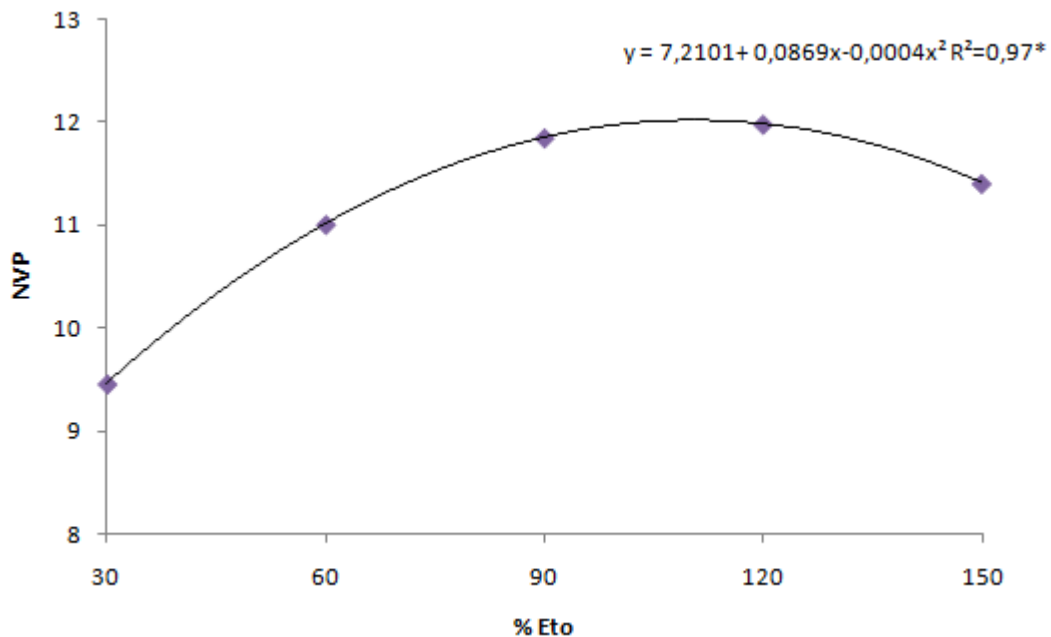
FV	GL	QUADRADO MÉDIO		
		NVP	NGV	MCG (g)
Bloco	4	9,73	3,70	0,12
Lâmina	4	15,73*	1,56 <sup>ns</sup>	2,52**
Erro a	16			
Cultivar	2	70,02**	226,88**	93,59**
Lam*Cult	8	5,34 <sup>ns</sup>	1,24 <sup>ns</sup>	0,52*
Erro b	40			
<b>CV 1 (%)</b>		19,66	9,58	1,85
<b>CV 2 (%)</b>		17,81	11,42	2,43
<b>CULTIVAR</b>		<b>MÉDIAS (teste Tukey p&lt;0,05)</b>		
<b>BRS GUARIBA</b>		9,498 c	12,254 b	19,632 b
<b>BRS NOVAERA</b>		12,844 a	7,962 c	22,356 a
<b>BRS PAJEÚ</b>		11,084 b	13,770 a	18,613 c
<b>Média geral</b>		11,14	11,33	20,2

<sup>ns</sup>, \*, \*\* - Não significativo, significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F. Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

#### 4.2.1 NÚMERO DE VAGENS POR PLANTA (NVP)

Quanto aos efeitos das cultivares sobre o número de vagens por planta (tabela 3) verifica-se diferença significativa entre as médias proporcionadas pelas cultivares. A BRS Novaera apresentou maior número de vagens por planta (12,84), seguida da BRS Pajeú, cuja média (11,08) foi superior a média (9,5) obtida pela cultivar BRS Guariba. Essa diferença no número de vagens por planta entre cultivares pode estar relacionado às características de cada cultivar.

Quanto às médias do número de vagens por planta obtida em função das lâminas de irrigação (Figura 8). Verifica-se que o número de vagens por planta aumentou com o incremento das lâminas de irrigação, atingindo o ponto de máxima eficiência técnica (12 vagens por planta) com a lâmina de 108,6% equivalente a 247,4 mm.



**Figura 8** - Número de vagens por planta (NVP) em função de lâminas de irrigação no cerrado de Roraima, Boa Vista-RR, 2012.

Estes resultados, corroboram com observações feitas por Nascimento et al. (2004), avaliando o efeito da variação de níveis de água disponível no solo sobre o crescimento e produção de feijão-caupi, vagens e grãos verdes, verificaram que o número de vagens por planta é influenciado pelas lâminas de água sendo mais afetado pelo déficit hídrico. Andrade Junior et al. (2002), analisando níveis de irrigação para o caupi no Piauí, verificaram que o componente de produção com maior variabilidade positiva em resposta ao aumento da produtividade de grãos foi o número de vagens por planta.

Provavelmente, a resposta observada para o número de vagens por planta em função das lâminas irrigação pode estar relacionada às cultivares, pois, segundo SINGH (2006), as cultivares geralmente respondem satisfatoriamente à irrigação e à condições de cultivo favoráveis, demonstrando todo seu potencial produtivo.



#### 4.2.2 NÚMERO DE GRÃOS POR VAGEM (NGV)

O maior número médio de grãos por vagem (13,8) foi obtido com a cultivar BRS Pajeú, seguida (12,3 grãos por vagem) obtida com a cultivar BRS Guariba, que por sua vez superou em 54% a obtida (7,96 grãos por vagem) pela cultivar BRS Novaera (Tabela 3).

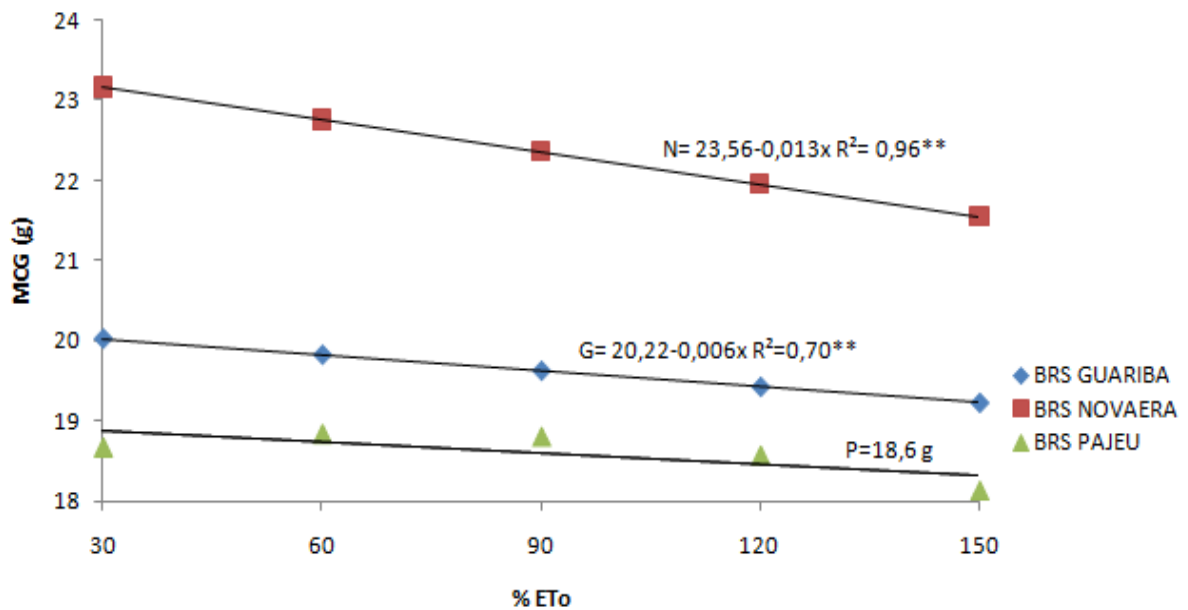
As cultivares BRS Novaera e BRS Pajeú apresentaram médias de grãos por vagem, inferiores às observadas por Freire Filho et al. (2008); Vilarinho et al. (2009c) que foram 10 e 16, respectivamente. No entanto, para a cultivar BRS Novaera, o resultado corrobora com os encontrados por Oliveira et al. (2011) os quais trabalhando com a mesma cultivar e quatro diferentes lâminas de água no estado de Roraima, obtiveram médias entre 7,0 e 7,53 grãos por vagem.

Para a cultivar BRS Guariba, a média observada está de acordo com os valores apresentados por esta cultivar em ensaio de valor de cultivo e uso, realizado por Freire Filho et al. (2004).

Oliveira et al. (2003) comentaram que o componente número de grãos por vagem é de pouca importância direta na seleção para o aumento da produtividade. Andrade et al. (1998); Binotti et al. (2007) e Lopes et al. (2011) afirmam que esta variável é uma característica de alta herdabilidade genética, sendo pouco influenciada pelo ambiente.

#### 4.2.3 MASSA DE CEM GRÃOS (MCG)

A massa de cem grãos, para as cultivares BRS Guariba e BRS Novaera, foi influenciada pelas lâminas de água, ajustando-se ao modelo de regressão polinomial linear decrescente, conforme Figura 9.



**Figura 9** - Massa de cem grãos (MCG) em função de lâminas de irrigação e cultivares de feijão-caupi no cerrado de Roraima, Boa Vista-RR, 2012.

Para a cultivar BRS Pajeú, a massa de cem grãos não foi influenciada pelas lâminas de irrigação, obtendo-se média de 18,61 g. Segundo Ferreira et al. (1991), esse componente de produção, normalmente, resiste às modificações induzidas por estresse ambiental.

A cultivar BRS Novaera se mostrou superior às demais com valores de MCG superiores a 22 g sendo que a BRS Guariba e BRS Pajeú apresentaram médias de 19,63 e 18,61 g respectivamente. Ressalta-se, porém, que as cultivares BRS Guariba e BRS Novaera superaram as médias dos ensaios de valor de cultivo e uso obtidas por Freire Filho et al. (2004; 2008) as quais foram 19,5 g para BRS Guariba e 20 g para BRS Novaera. Já para a BRS Pajeú, Vilarinho et al. (2009c) obtiveram, em ensaios de valor de cultivo e uso, a média de 21 g, superando portanto, a obtida nesses experimentos. No entanto, concordam com Bezerra et al. (2003); Mendes et al. (2007) e Ramos (2011) os quais constataram que a massa de cem grãos não foi afetada pela deficiência hídrica.

Para os efeitos observados com as cultivares BRS Guariba e BRS Pajeú verifica-se semelhança para com observação feita por Shouse et al. (1981) os quais dizem haver uma relação fonte dreno refletida por esse componente de produção, onde no momento em que a massa de cem grãos é reduzida indica que está ocorrendo limitação da produção na fonte. Esse fato pode ocorrer em virtude do

aumento no número de vagens, como no caso de tratamentos adequadamente irrigados, ou pelo efeito do estresse hídrico sobre a fotossíntese ou translocação de fotoassimilados. Que neste caso, segundo Costa et al. (1997), o número de vagens por planta é inversamente proporcional a massa de cem grãos, refletindo em uma compensação para limitações de tamanho do dreno. Entretanto a cultivar BRS Novaera se mostrou totalmente contrária a essa observação apresentando o maior número de vagens por planta e conseqüentemente maior massa de cem grãos.

#### 4.3 PRODUTIVIDADE DE GRÃOS SECOS (PGS) E EFICIÊNCIA DE USO DA ÁGUA (EF.UA)

A Produtividade de grãos e a eficiência de uso da água foram influenciadas ( $p \leq 0,05$ ) pelas lâminas de irrigação, pelas cultivares bem como pela interação lâmina de irrigação *versus* cultivar, conforme mostrado na tabela 4.

**Tabela 4** - Resumo das análises de variância para produtividade de grãos secos (PGS) e eficiência do uso da água para produtividade de grãos secos (Ef.UA PGS)

FV	GL	QUADRADO MÉDIO	
		PGS (kg ha <sup>-1</sup> )	EF.UA PGS
Bloco	4	50859,7	1,16
Lâmina	4	202903,7**	197,03**
Erro a	16		
Cultivar	2	664379,93**	15,55**
Lam*Cult	8	52415,21*	3,60**
Erro b	40		
<b>CV 1 (%)</b>		8,92	10,37
<b>CV 2 (%)</b>		10,96	10,5
<b>CULTIVAR</b>		<b>MÉDIAS (teste Tukey p&lt;0,05)</b>	
<b>BRS GUARIBA</b>		1170,19 c	5,548 b
<b>BRS NOVAERA</b>		1308,85 b	5,882 b
<b>BRS PAJEÚ</b>		1495,07 a	7,050 a
<b>Média geral</b>		1324,70	6,16

<sup>ns</sup>, \*, \*\* - Não significativo, significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F. Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

##### 4.3.1 PRODUTIVIDADE DE GRÃOS SECOS (PGS)

As produtividades de grãos obtidas em função dos efeitos das cultivares dentro das lâminas de irrigação estão apresentadas na Tabela 5 e as médias obtidas

em função do desdobramento dos efeitos das lâminas dentro de cultivares estão na figura 10.

**Tabela 5** – Médias de produtividade de grãos secos obtidas em função do desdobramento da interação de cultivar *versus* lâminas de água, no cerrado de Roraima. Boa Vista –RR, 2012

LÂMINAS (%ETo)	PRODUTIVIDADE DE GRÃOS SECOS (kg ha <sup>-1</sup> )		
	BRS GUARIBA	BRS NOVAERA	BRS PAJEÚ
<b>30</b>	1190,67 B	1113,60 B	1545,07 A
<b>60</b>	1247,99 B	1268,67 B	1496,00 A
<b>90</b>	1215,60 B	1529,60 A	1524,13 A
<b>120</b>	1247,33 B	1508,27 A	1538,80 A
<b>150</b>	949,33 B	1124,13 B	1371,33 A
<b>MÉDIA</b>	<b>1170,19 C</b>	<b>1308,85 B</b>	<b>1495,07 A</b>

Médias seguidas pela mesma letra, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Na tabela 5, verifica-se que a produtividade de grãos foi influenciada pelo fator cultivar, sendo que a cultivar BRS Pajeú proporcionou maior produtividade de grãos em relação às médias obtidas com a cultivar BRS Guariba, sob todas as lâminas de irrigação bem como em relação às médias obtidas com a cultivar BRS Novaera sob as lâminas de 30, 60 e 150% da Eto. Apenas nas lâminas de irrigação de 90% e 120% da ETo correspondentes a 273,7 e 356,9 mm, respectivamente, a cultivar BRS Novaera apresentou produtividade de grãos estatisticamente igual a obtida com a BRS Pajeú.

A média de produtividade obtida para a cultivar BRS Novaera 1308,85 kg ha<sup>-1</sup> foi superior a observada por Freire Filho et al. (2008) em ensaio de valor de cultivo e uso, de 1242,9 kg ha<sup>-1</sup>. Já a BRS Guariba apresentou produtividade média de 1107,19 kg ha<sup>-1</sup>, sendo inferior a obtida em ensaio de valor de cultivo e uso por Freire Filho et al. (2004) de 1783 kg ha<sup>-1</sup>.

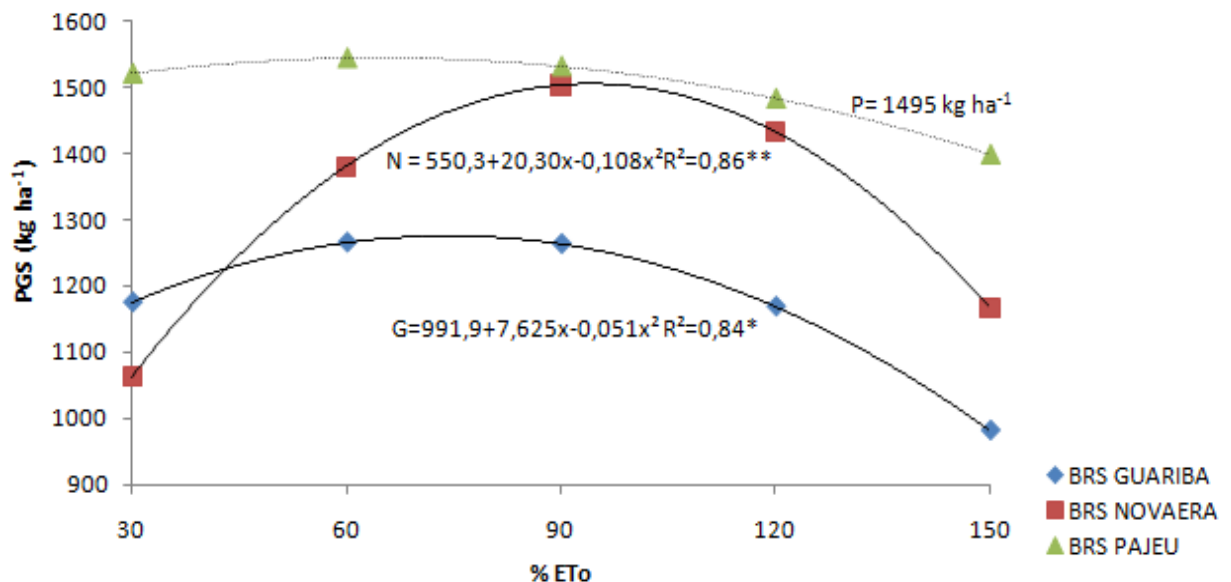
A BRS Pajeú se destacou entre às demais, apresentando a maior produtividade de grãos 1545,07 kg ha<sup>-1</sup> obtida com a aplicação da lâmina de 30% da ETo, correspondente a 107,3 mm. Superando também a média observada por Vilarinho et al. (2009c) os quais em ensaio de valor de cultivo e uso obtiveram média de produtividade de 1234 kg ha<sup>-1</sup>.

Resultado análogo foi obtido por Andrade et al. (2002), os quais trabalhando com cultivares de caupi de portes semi-ereto e semi-prostrado, observaram respostas diferenciadas entre as cultivares quanto às lâminas de irrigação aplicadas,

onde a cultivar de porte semi-ereto apresentou máxima produtividade de grãos com a lâmina correspondente a 449,0 mm e a de semi-prostrado com a lâmina de 389,9 mm.

Quanto ao desdobramento dos efeitos das lâminas de irrigação dentro de cultivares (Figura 10) verifica-se que a produtividade de grãos para as cultivares BRS Guariba e BRS Novaera ajustaram-se ao modelo de regressão polinomial quadrático. Mostrando performance diferenciada entre as cultivares.

As cultivares BRS Guariba e BRS Novaera atingiram a máxima eficiência técnica para as produtividades 1275,19 kg ha<sup>-1</sup> e 1504,98 kg ha<sup>-1</sup> com as respectivas lâminas 157,27 mm (74,3%ETo) e 199 mm (94,02%ETo). Estes resultados diferem dos observados por Alves (2008); Blanco et al. (2011); Ramos (2011) e Gomes et al. (2012), os quais obtiveram as maiores produtividade com a aplicação das maiores lâminas de irrigação. Por sua vez, resultados semelhantes foram obtidos por Souza et al. (2011), onde a aplicação da lâmina de 100% da ETo resultou em maior produtividade de grãos, totalizando 1374,7 kg ha<sup>-1</sup> e a lâmina de 125% resultou em diminuição da produtividade.



**Figura 10** - Produtividade de grãos (PGS) em função de lâminas de irrigação e cultivares de feijão-caupi no cerrado de Roraima, Boa Vista-RR, 2012.

A utilização da irrigação no cultivo de feijão-caupi deve ser realizada com um manejo adequado, ou seja, as cultivares respondem a irrigação até uma certa

lâmina, que neste caso para a BRS Novaera foi com a lâmina de 94% ETo (199 mm) e a BRS Guariba com 74% ETo (157,27 mm). Sendo, então, desperdício a utilização de uma lâmina superior a essas.

Se compararmos as médias apresentadas pela cultivar BRS Pajeú nos tratamentos com as diferentes lâminas (Tabela 5), observa-se que apenas com a lâmina correspondente a 30% da ETo essa cultivar manteve seu potencial produtivo. Discordando de Carvalho et al. (2000); Oliveira et al. (2011); Ramos et al. (2012) e Bastos et al. (2012), os quais relatam que o incremento da irrigação resulta em aumento da produtividade. No entanto, observa-se que este resultado pode estar relacionado ao sistema de cultivo sobre palhada, utilizado nestes experimentos. Pois, segundo Albuquerque (2008) a cobertura de palhada reduz em até 50% a evaporação do solo. Da mesma forma, Arf et al. (2004) observaram que o tratamento com a menor lâmina de irrigação propicia produtividade de grãos semelhantes aos tratamentos com maior lâmina e conseqüente diminuição no custo com irrigação.

As respostas diferenciadas das cultivares BRS Guariba, BRS Novaera e BRS Pajeú às lâminas de irrigação para produtividade de grãos, tornam-se importante resultado no momento da escolha da cultivar para atender o mercado ao qual será destinada a produção.

Para o mercado de grãos secos são utilizadas cultivares de porte semi-ereto e maturação uniforme, que seja possível a realização da colheita totalmente mecanizada, a BRS Novaera se encaixa neste perfil, sendo possível obter com esta cultivar, além dessas características uma produtividade economicamente satisfatória ( $1504 \text{ kg ha}^{-1}$ ) e menor custo com água utilizando apenas 94% de reposição da ETo o que corresponde a lâmina de 199mm. Sendo possível ainda, com seu ciclo de 60-65 dias, realizar até três safras no período de seca com o uso da irrigação, em Roraima. Podendo ser apreciada por consumidores exigentes quanto ao gosto, cor e facilidade de preparo.

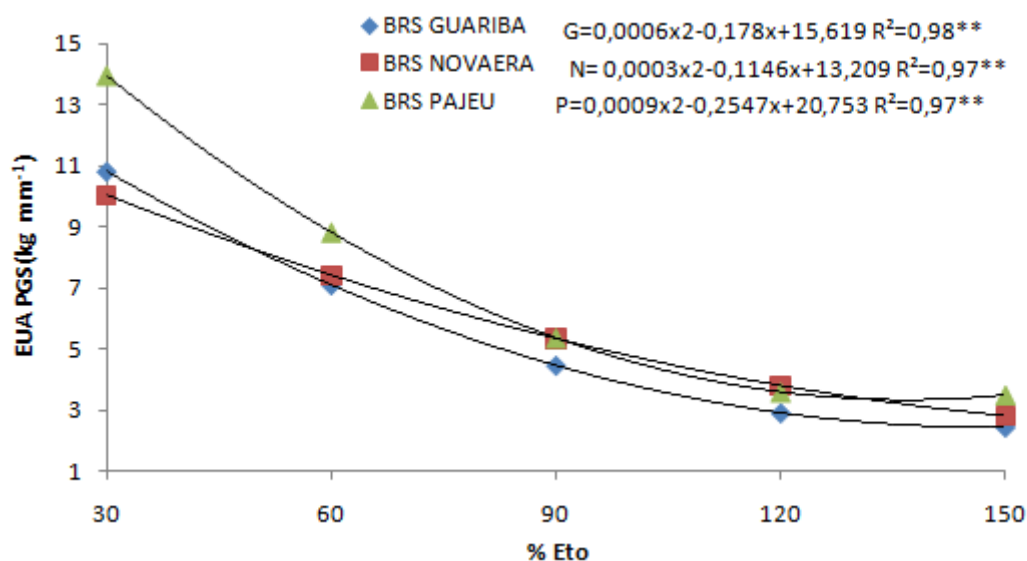
Com a BRS Guariba é possível atender tanto o mercado de grãos secos quanto de grãos verdes. Para grãos verdes, apresenta vagens de fácil debulha e grãos que agradam tanto em cor quanto em paladar os consumidores. Para grãos secos é possível realizar a colheita mecanizada mesmo sem a dessecação, pois neste experimento obteve-se maturação uniforme com ciclo de até 65 dias sem necessitar dessecação, podendo realizar mais de dois cultivos no período de seca

em Roraima. Contudo a produtividade está abaixo da obtida com a BRS Novaera assim como a lâmina requerida.

A cultivar BRS Pajeú por ser de porte semi-prostrado não se adéqua a colheita mecanizada. No entanto, é apreciada por consumidores que preferem grãos mulatos claros de fácil cocção e agradável ao paladar. Para o mercado de grãos verdes tem um destaque especial, pois é possível obter mais de uma colheita em apenas um cultivo. Seu potencial produtivo pode ser superado apenas com a disponibilidade de uma lâmina de água de 30% de reposição da ETo que corresponde a 107,3 mm. Neste experimento foi realizada apenas uma colheita de grãos secos para esta cultivar, sem uso de dessecante, o que nos mostra que esta cultivar com o uso da irrigação mantém seu potencial produtivo com um ciclo de até 65 dias, sendo possível realizar mais de duas safras no período de seca em Roraima.

#### 4.3.2 EFICIÊNCIA DE USO DA ÁGUA (EF.UA)

Quanto à eficiência do uso da água para a produtividade de grãos, o efeito médio das lâminas ajustou-se a uma função polinomial quadrática para as três cultivares, conforme Figura 11.



**Figura 11** – Eficiência do uso da água para produtividade de grãos (Ef.UA) em função de lâminas de irrigação e cultivares de feijão-caupi no cerrado de Roraima, Boa Vista-RR, 2012.

Houve redução da eficiência do uso da água com o incremento das lâminas independentemente da cultivar. Assim, as maiores eficiências ( $9,74 \text{ kg mm}^{-1}$ ) para a cultivar BRS Guariba,  $10,04 \text{ kg mm}^{-1}$  BRS Novaera e  $13,94 \text{ kg mm}^{-1}$  para BRS Pajeú, foram obtidas com a lâmina de 30% da ETo (107,3 mm). Proporcionando produtividades de  $1190,67 \text{ kg ha}^{-1}$  com a BRS Guariba,  $1113,60 \text{ kg ha}^{-1}$  e na BRS Novaera e  $1545,7$  com BRS Pajeú.

As cultivares BRS Guariba e BRS Novaera atingiram as máximas produtividades  $1275,19 \text{ kg ha}^{-1}$  e  $1504,98 \text{ kg ha}^{-1}$  com as respectivas lâminas 74,3% ETo (157,27 mm) e 94,02%ETo (199 mm). Correspondendo a uma Ef.UA de 8,11 e  $7,56 \text{ kg mm}^{-1}$  para as cultivares BRS Guariba e BRS Novaera, respectivamente. Essa resposta foi similar a observada por Andrade Júnior et al. (2002) e Souza et al. (2011), avaliando a eficiência do uso da água para o feijão-caupi observaram resposta quadrática, com máxima EF.UA de  $66,1 \text{ kg.m}^{-3}$  e  $31,3 \text{ kg.m}^{-3}$  com a aplicação das lâminas 306,3 mm e 75% da ETo, respectivamente.

Segundo Andrade Júnior et al. (2002) esse resultado é um indicativo de que a aplicação das lâminas visando à máxima produção de grãos acima do nível obtido com a lâmina mais eficiente, para essas cultivares, somente deve ser recomendada economicamente quando a água não for um fator limitante à produção agrícola ou apresentar baixo custo. De acordo com Oliveira et al. (2012) a disponibilidade de água é um fator relevante a ser considerado quando se pretende ganhos na produtividade de grãos do feijão-caupi, o que pode ser obtido com um manejo adequado que proporcione a maximização da eficiência do uso da água.

## 5. CONCLUSÕES

O incremento das lâminas de irrigação proporciona aumento na altura de plantas, massa seca da parte aérea e o índice da área foliar.

Há diferença entre as cultivares de feijão-caupi em resposta à lâminas de irrigação.

Para a cultivar BRS Pajeú, as lâminas de irrigação não afetam os componentes de produção nem a produtividade de grãos.



As lâminas de irrigação não interferem no número de grãos por vagem das cultivares.

A cultivar BRS Pajeú apresenta produtividade de grãos superior a BRS Guariba, independentemente da lâmina de irrigação.

As cultivares BRS Guariba e BRS Novaera atingem a produtividade máxima de grãos ( $1275,19 \text{ kg ha}^{-1}$ ) e ( $1504,98 \text{ kg ha}^{-1}$ ) com a aplicação das lâminas 157,27 mm (74,3% da ETo) e 199 mm (94,02% da ETo), respectivamente.

A máxima eficiência de uso da água é atingida com a lâmina de irrigação de 30% da ETo, correspondente a 107,3 mm, para as três cultivares.

## REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, P. E. P.; **Estratégias de manejo de irrigação.** In: ALBUQUERQUE, P. E. P.; DURÃES, F. O. M. Uso e manejo de irrigação. – Brasília, Embrapa Informação Tecnológica, p. 449 – 486, 2008.

ALVES, J. P.; **Efeitos de lâminas de irrigação e de insetigação por gotejamento na cultura do feijão Vigna de cor preta.** 2008 53f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola. Universidade Federal do Ceará, Fortaleza-CE.

ALVES, J. M. A.; UCHÔA, S. C. P.; SILVA, A. J.; NASCIMENTO, J. F.; LIMA, A. C. S.; ALBUQUERQUE, J. A. A.; SILVA, L. C.; BARBOSA, R. N. T.; TEROSSI FILHO, C. A.; BARROS, M. M.; RODRIGUES, G. S. Programa de melhoramento de feijão-caupi da UFRR. CRAVO, M. S.; SOUZA, B. D. L. Sistemas de cultivo do feijão-caupi na Amazônia. In: WORKSHOP SOBRE A CULTURA DO FEIJÃO-CAUPI EM RORAIMA, 2007, Boa Vista. **Anais...**Boa Vista: Embrapa Roraima, 2007. p. 15-21. (Embrapa Roraima. Documentos, 4).

ANDRADE JÚNIOR, A. S.; RODRIGUES, B. H. N.; FRIZZONE, J. A.; CARDOSO, M.J.; BASTOS, E. A.; MELO, F.B. Níveis de irrigação na cultura do feijão caupi. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.6, n.1, p.17-20, 2002.

ANDRADE, R. da S.; MOREIRA, J. A. A.; STONE, L. F.; CARVALHO, J. de A.. Consumo relativo de água do feijoeiro no plantio direto em função da porcentagem de cobertura morta do solo. **Revista brasileira de engenharia agrícola e ambiental**. [online]. 2002, vol.6, n.1, pp. 35-38. ISSN 1807-1929. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v6n1/v6n1a07.pdf>> acesso em 14 de jan de 2013.

ANDRADE, M. J. B.; DINIZ, A. R.; CARVALHO, J. G. de.; LIMA, S. F. Resposta da cultura do feijoeiro à aplicação foliar de molibdênio e às adubações nitrogenadas de plantio e cobertura. **Ciência e Agrotecnologia**, vol.22, n.4, p. 499-508, 1998.

ANDRADE, F. N.; ROCHA, M. de M.; GOMES, R. L. F.; FREIRE FILHO, F. R.; RIBEIRO, V. Q.; RAMOS, S. R. R. Avaliação de genótipos de feijão-caupi de vagem roxa e grãos brancos para feijão-verde. In: CONGRESSO NACIONAL DE FEIJÃO-CAUPI, 1.; REUNIÃO NACIONAL DE FEIJÃO-CAUPI, 6., 2006, Teresina. Tecnologias para o agronegócio: **Anais...** Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2006. 1 CD-ROM. (Embrapa Meio-Norte. Documentos, 121).

ANDRADE, E. M.; PALÁCIO, H. A. Q.; SOUZA, I. H.; LEÃO, R. A. O.; GUERREIRO, M. J. Land use effects in groundwater composition of an alluvial aquifer (Trussu River, Brazil) by multivariate techniques. **Environmental Research**, Amsterdam, v.106, n.1, p.170-177, 2008.

ARAÚJO, W. F.; ANDRADE JUNIOR, A. S.; MEDEIROS, R. D.; SAMPAIO, R. A. Precipitação pluviométrica provável em Boa Vista, Estado de Roraima, Brasil. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.5, n.3, p.563-567, 2001.

ARF, O; RODRIGUES, R. A. F; SÁ, M. E de; BUZETTI, S.; NASCIMENTO, V. do. Manejo do solo, água e nitrogênio no cultivo de feijão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.2, p.131-138, fev. 2004

ÁVILA, M. R.; BARIZÃO, D. A. O.; GOMES, E. P.; FEDRI, G.; ALBRECHT, L. P. Cultivo do feijoeiro no outono/inverno associado à aplicação de bioestimulante e adubo foliar na presença e ausência de irrigação. **Scientia Agrária**, Curitiba, v. 11, n. 3, p. 221-230, 2010.

BASTOS, E.A.; RODRIGUES, B.H.N.; ANDRADE JÚNIOR, A.S.; CARDOSO, M.J. Parâmetros de crescimento do feijão caupi sob diferentes regimes hídricos. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.22, n.1, p.43-50, 2002.

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

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. 105f. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Curso de Pós-graduação em Botânica, Universidade Federal Rural de Pernambuco.

BEZERRA, F. M. L.; ARARIPE, M. A. E.; TEÓFILO E. M.;CORDEIRO, L. G; SANTOS, J.J.A. dos Feijão caupi e déficit hídrico em suas fases fenológicas. **Revista Ciência Agrônômica** v. 34, n 01, p. 13-18, 2003.

BEZERRA, A. A. de C. **Efeitos de arranjos populacionais na morfologia e produtividade de feijão-caupi de crescimento determinado e porte ereto**. 2005.

123f. Tese (Doutorado em Fisiologia Vegetal) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

BEZERRA, A. A. de C.; TAVORA, F. J. A. F.; FREIRE FILHO, F. R.; RIBEIRO, V. Q. Características de dossel e de rendimento em feijão-caupi ereto em diferentes densidades populacionais. **Pesq. agropec. bras.** [online]. 2009, vol.44, n.10, pp. 1239-1245. ISSN 0100-204X. disponível em <<http://www.scielo.br/pdf/pab/v44n10/v44n10a05.pdf>> acesso em 14 fev. 2013.

BINOTTI, F. F. S.; ARF, O.; ROMANINI JÚNIOR, A.; FERNANDES, F. A.; SÁ, M. E. de.; BUZETTI, S. Manejo do solo e adubação nitrogenada na cultura do feijão de inverno e irrigado. **Bragantia**, v.66, n.01, p. 121-129, 2007.

BLANCO, F.F.; CARDOSO, M.J.; FREIRE FILHO, F.R.; VELOSO, M.E. da C.; NOGUEIRA, C.C.P.; DIAS, N. da DIAS, N. da S. Milho verde e feijão-caupi cultivados em consórcio sob diferentes lâminas de irrigação e doses de fósforo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, p.524-530, 2011

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Regras para análise de sementes. Brasília, 2009, 389 p.

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

CONAB. Acompanhamento da safra de grãos 2011/12. Décimo primeiro levantamento – agosto 2012. Brasília, 2012. Disponível em [http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/12\\_08\\_09\\_10\\_58\\_55\\_boletim\\_portugues\\_agosto\\_2012.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/12_08_09_10_58_55_boletim_portugues_agosto_2012.pdf) acesso em 10 jan 2013.

CORREIA, K. G.; NOGUEIRA, R. J. M. C. Avaliação do crescimento do amendoim (*Arachis hypogaea* L.) submetido a déficit hídrico. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Belo Horizonte, v.4, n.2, 2004.

COSTA, M. M. M. N.; TÁVORA, F. J. A. F.; PINHO, J. L. N. de; MELO, F. I. O. Produção, componentes de produção, crescimento e distribuição das raízes de caupi submetido a deficiência hídrica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.32, n.1, p.43-50, jan.1997.

CRAVO, M. da S.; SOUZA, B. D. L. de.; CUNHA, F. D. R.; CAVALCANTE, E. da S.; ALVES, J. M. A.; MARINHO, J. T. de S.; VIEIRA JÚNIOR, J. R.; GONÇALVES, J. R. P.; FREITAS, A. C. R. de.; TOMAZETTI, M. A. **Sistemas de Cultivo**. 59 – 104p. In: ZILLI, J.E.; VILARINHO, A.A.; ALVES, J.M.A. A cultura do feijão-caupi na Amazônia Brasileira, Boa Vista, RR. Embrapa RR, 356p. 2009.

CHRISTIANSEN, E.J. **Irrigation by sprinkler**. Berkeley University of California, 1942.

DOORENBOS, J.; PRUITT, W.O. **Necessidades hídricas das culturas**. Campina Grande: UFPB, 1997. 204p. (Estudos FAO. Irrigação e Drenagem, 24).

EVANS, G.C. **The quantitative analysis of plant growth**. Londres: Blackweel Sci. Public., p. 734, 1972.

FERREIRA, L. G. R.; COSTA, J. O.; ALBUQUERQUE, I. M. de. Estresse hídrico nas fases vegetativas e reprodutivas de duas cultivares de caupi. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.26, n.7, p.1049-1055, 1991.

FERREIRA, D. F. **SISVAR, Versão 5.3 (Build 75) DEX/UFLA**, 2010.

FREIRE FILHO, F. R.; RIBEIRO, V. Q.; ROCHA, M. de M.; SILVA, S. M. de S. e; SITTOLIN, I. M. BRS Guariba nova cultivar de feijão-caupi para a Região Meio-Norte. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2004. Folder. Disponível em <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/54343>>. Acesso em 28 dez 2012.

FREIRE FILHO, F. R.; RIBEIRO, V. Q.; BARRETO, P. D.; SANTOS, A. A. dos. **Melhoramento genético**. In: FREIRE FILHO, F. R.; LIMA, J. A. de A.; RIBEIRO, V. Q. (Ed.). Feijão-caupi: avanços tecnológicos. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2005. p 28-92.

FREIRE FILHO, F. R.; ROCHA, M. D. M.; BRIOSSO, P. S. T.; RIBEIRO, V. Q. BRS Guariba: white-grain cowpea cultivar for the mid-north region of Brazil. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Londrina, v. 6, n. 2, p. 175-178, June 2006. Disponível em < <http://www.sbmp.org.br/cbab/siscbab/uploads/bd6ba09c-51e8-6213.pdf>> acesso em 13 de maio de 2012.

FREIRE FILHO, F. R.; ROCHA, M. de M.; RIBEIRO, V. Q.; RAMOS, S. R. R.; MACHADO, C. de F. Novo gene produzindo cotilédone verde em feijão-caupi. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 38, n. 3, p.286-290, jul./set. 2007.

FREIRE FILHO, F. R.; CRAVO, M. da S.; VILARINHO, A. A. CAVALCANTE, E. da S.; FERNANDES, J. B.; SAGRILO, E.; RIBEIRO, V. Q.; ROCHA, M. de M.; SOUZA, F. de F.; LOPES, A de M.; GONÇALVES, J. R. P.; CARVALHO, H. W. L. de.; RAPOSO, J. A. A.; SAMPAIO, L. S. **BRS Novaera**: cultivar de feijão-caupi de porte semi-ereto. Belém, PA: EMBRAPA, 2008. 3p. (EMBRAPA-CPATU. Comunicado Técnico, 215).

FREIRE FILHO, F. R.; ROCHA, M. M.; RIBEIRO, V. Q.; DAMASCENO-SILVA, K. J.; NOGUEIRA, M. S.R. Melhoramento genético e potencialidades do feijão-caupi no Brasil. In: CONGRESSO NACIONAL DE FEIJÃO-CAUPI, 2., 2009, Belém. **Anais...**Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2009. p. 120-135. 1 CD-ROM.

GOMES, E.P.; BISCARO, G.A.; ÁVILA, M.R.; LOOSLI, F.S.; VIEIRA, C.V.; BARBOSA, A.P. Desempenho agrônômico do feijoeiro comum de terceira safra sob irrigação na região noroeste do Paraná. **Semina: ciências agrárias**, Londrina, v.33. n. 3, p.889-910 maio/jun 2012.

GOMIDE, R.L.; MAEMO, P. **Requerimento de água pelas culturas** 225-252p In: ALBUQUERQUE, P.E.P de; DURÃES, F.O.M. Uso e manejo de Irrigação, Brasília, DF. Embrapa Informação Tecnológica, 528p. 2008.

GONDIM, R.S.; Aguiar, J.V.; COSTA, R.N.T. Estratégias de manejo de água em caupi irrigado. R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental, Campina Grande, v.4, n.1, p.14-18, 2000.

HORN, F. L.; SCHUCH, L. O. B.; SILVEIRA, E. P.; ANTUNES, I. F.; VIEIRA, J. C.; MARCHIORO, G.; MEDEIROS, D. F.; SCHWENGBER, J. E. Avaliação de espaçamentos e populações de plantas de feijão visando à colheita mecanizada direta. **Pesq. agropec. bras.** [online]. 2000, vol.35, n.1, pp. 41-46. ISSN 0100-204X.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção Agrícola Municipal:** Lavoura temporária 2011, disponível em <<http://www.ibge.gov.br/estadosat/temas.php?sigla=rr&tema=lavouratemporaria2011>. 2012>. Acesso em: 09 jan 2013.

LACERDA, C. F. de; NEVES, A. L. R.; GUIMARÃES, F. V. A.; SILVA, F. L.B.da; PRISCO, J. T.; GHEYI, H. R. Eficiência de utilização de água e nutrientes em plantas de feijão-de-corda irrigadas com água salina em diferentes estádios de desenvolvimento. **Engenharia Agrícola**. Jaboticabal vol. 29, n.2, p. 221-230, 2009.

LEITE, M. de L.; RODRIGUES, J. D.; VIRGENS FILHO, J. S. das. Efeitos do déficit hídrico sobre a cultura do caupi, cv. EMAPA-821. III - Produção. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v.75, n.1, p.9-20, 2000.

LEITE, M. de L.; VIRGENS FILHO, J. S. das. Produção de matéria seca em plantas de caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) submetidas a déficits hídricos. **Publicatio UEPG Ciências Agrárias e da Terra, Ciências Agrárias e Engenharias**. Ponta Grossa. v.10, n.1,p.43-51,2004.

LIMA, J. R. S.; ANTONINO, A. C. D.; ANDRADE, A.P.; SOUZA, C.; SOARES, W.A; SOUZA, E. S.; SILVA, I. F. Comparação da sonda de nêutrons e de sensores tipo TDR para determinação dos componentes do balanço hídrico no solo e evapotranspiração do feijão-caupi. **Agropecuária Técnica**, Areia, v.27, n1, p.21-29, 2006.

LOPES, A. da S.; OLIVEIRA, G. Q. de; SOUTO FILHO, S. N.; GOES, R. J.; CAMACHO, M. A. Manejo de irrigação e nitrogênio no feijoeiro comum cultivado em sistema de plantio direto. **Revista Ciência Agronômica**. v. 42, n.1, p. 51-56, jan-mar, 2011. Centro de Ciências Agrárias – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE.

MACHADO, C. de F.; TEIXEIRA, N. J. P.; FREIRE FILHO, F. R.; ROCHA, M. de M.; GOMES, R. L. F. Identificação de genótipos de feijão-caupi quanto à precocidade, arquitetura da planta e produtividade de grãos. **Rev. Ciên. Agron.**, Fortaleza, v. 39, n. 01, p. 114-123, Jan.- Mar., 2008 Centro de Ciências Agrárias - Universidade Federal do Ceará.

MAGALHÃES, A. C. N. **Fotossíntese**. in: Fisiologia Vegetal. FERRI, M. G.(ed.) Editora Pedagógica Universitária. São Paulo. p.117-180,1979.

MATTOS, J. L. S.; GOMIDE, J. A.; HUAMAN, C. A. M. Crescimento de espécies do gênero *Brachiaria*, sob déficit hídrico, em casa de vegetação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 34, n. 3, p.746-754, 2005.

MEDEIROS, R. D. ; ARAÚJO,W.F.; COSTA, M.C.C. Efeito de sistemas de preparo do solo e métodos de irrigação sobre a cultura do caupi em várzeas em Roraima. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.9, n.2. Campina Grande, p.205-209, 2005.

MEDEIROS,R.D.; ARAÚJO,W.F.; CORDEIRO A.C.; BENDAHAN, A.B; MEDEIROS FILHO, R.D. **Irrigação e manejo da água**. 305 – 326p. In: ZILLI, J.E.; VILARINHO, A.A.; ALVES, J.M.A. A cultura do feijão-caupi na Amazônia Brasileira, Boa Vista, RR. Embrapa RR, 356p. 2009.

MENDES, R. M. S.; TÁVORA, F. J. A. F.; PITOMBEIRA, J. B.; NOGUEIRA, R. J. M. C. Relações fonte-dreno em feijão-de-corda submetido à deficiência hídrica. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, 2007, v.38, n.01, p.95-103, ISSN 0045-6888. Disponível em: <<http://www.ccarevista.ufc.br/seer/index.php/ccarevista/article/viewFile/158/152>> acesso em 15 de dezembro de 2012.

MIRANDA, L. N. de; AZEVEDO, J. A. DE; MIRANDA, J. C. C. de; GOMES, A. C. Produtividade do feijoeiro em resposta a adubação fosfatada e a regimes de irrigação em solo de cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. 2000, vol.35, n.4, pp. 703-710. ISSN 0100-204X.

MOUSINHO, F. E. P.; ANDRADE JÚNIOR, A. S de; FRIZZONE, J.A. Viabilidade econômica do cultivo irrigado do feijão-caupi no estado do Piauí. **Acta Science Agronomic**. Maringá, v. 30, n. 1, p. 139-145, 2008.

MOUSINHO, F. E. P.; Viabilidade econômica do cultivo irrigado do feijão-caupi no estado do Piauí. Piracicaba, 2005. 103p. Tese de doutorado (Doutorado em Agronomia) Escola Superior de Agricultura – Universidade de São Paulo.

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, [online]. 2004, vol.22, n.2, pp. 174-177. ISSN 0102-0536. Disponível em:< <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362004000200002>>. acesso em 15 de dezembro de 2012.

NASCIMENTO, S. P.; BASTOS, E.A.; ANDRADE JÚNIOR, A.S.; FREIRE FILHO, F.R.; SILVA, E.M. Rendimento de grãos de feijão-caupi sob irrigação. In: **Congresso Nacional De Irrigação E Drenagem**, 2008, São Mateus. O equilíbrio do fluxo hídrico para uma agricultura irrigada sustentável. São Mateus: ABID, 2008. Disponível em <<http://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/70382>> acesso em 11 jan. 2013.

NASCIMENTO, S. P. do. **Efeito do déficit hídrico em feijão-caupi para identificação de genótipos com Tolerância à seca**. 2009 Dissertação (mestrado em agronomia) Universidade Federal do Piauí. Teresina-PI.

NÓBREGA, J. Q.; RAO, T. V. R.; BELTRÃO, N. E. de M.; FIDELES FILHO, J.

Análise de crescimento do feijoeiro submetido a quatro níveis de umidade do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** [online]. 2001, vol.5, n.3, p.437-443. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662001000300012>> acesso em 08 de dezembro de 2012.

NOGUEIRA, R. J. M. C. **Expressões fisiológicas da aceroleira (*Malpighia emarginata* D. C.)**. Tese de Doutorado. Universidade Federal de São Carlos, São Carlos. 205p, 1997.

OLIVEIRA, J. P. Método não destrutivo para determinação da área foliar do feijoeiro caupi, *vigna sinensis* (L) savi, cultivado Em casa de vegetação. **Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v.7, n.12, p.53-57, 1977.

OLIVEIRA, F. J. de; ANUNCIAÇÃO FILHO, C. J. da; BASTOS, G. Q.; REIS, O. V. dos; TEÓFILO, E. M. Caracteres agrônômicos aplicados na seleção de cultivares de caupi. **Revista Ciência agrônômica**. 2003, vol.34, n.1, p. 5-11. ISSN 1806-6690.

OLIVEIRA, G. A. **Efeito da irrigação e doses de fósforo sobre o feijão caupi cultivado em campo e em casa de vegetação**. 2009. Dissertação (Mestrado em Agronomia) Universidade Federal de Roraima, RR.

OLIVEIRA, G. A.; ARAUJO, F. W.; CRUZ, P.L.S; SILVA, W. L. M. da,; FERREIRA, G. B. Resposta do feijão-caupi as lâminas de irrigação e as doses de fósforo no cerrado de Roraima. **Revista Ciência agrônômica**. 2011, vol.42, n.4, pp. 872-882. ISSN 1806-6690. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1806-66902011000400008>>. Acesso em: 28 de fevereiro de 2012.

OLIVEIRA, S. R. M.; ANDRADE JUNIOR, A. S; RIBEIRO, V. Q.; BRAGA, D. L.; GOMES, E. R. Produtividade e eficiência do uso da água de irrigação do feijão-caupi, BRS ITAIM, em resposta a densidade de plantas. Resumo expandido. **Inovagri workshop internacional de inovações tecnológicas na irrigação. IV Winotec** Fortaleza – Ceará maio de 2012.

PACHECO, A. LOPES, A.S.; BARBOSA, A.S.; OLIVEIRA, G.Q.; SILVA, L.E. Manejo de irrigação e doses de nitrogênio em cobertura no feijoeiro em plantio direto. Resumo expandido. **Inovagri workshop internacional de inovações tecnológicas na irrigação. IV Winotec** Fortaleza – Ceará maio de 2012.

RAMOS JUNIOR, E. U.; LEMOS, L. B.; SILVA, T. R. B. da. Componentes da produção, produtividade de grãos e características tecnológicas de cultivares de feijão. **Bragantia** [online]. 2005, vol.64, n.1, pp. 75-82. ISSN 0006-8705.

RAMOS, H.M.M. **Características produtivas, fisiológicas e econômicas do feijão-caupi para grãos verdes sob diferentes regimes hídricos**. 2011.109f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) Universidade Federal do Piauí, Terezina, PI.

RAMOS, H.M.M; BASTOS, E. A; ANDRADE JUNIOR, A. S.de; MAROUELLI, W.A. Estratégias ótimas de irrigação do feijão-caupi para produção de grãos verdes. **Pesquisa agropecuária brasileira** Brasília, v.47, n.4, p.576-583, abr. 2012

ROCHA, M. de M.; FREIRE FILHO, F. R.; RAMOS, S. R. R.; RIBEIRO, V. Q.; ANDRADE, F. N.; GOMES, R. L. F. **Avaliação agrônômica de genótipos de feijão-caupi para produção de grãos verdes**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2006. 16 p. (Embrapa Meio-Norte. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 67).

ROCHA, M. de M.; FREIRE FILHO, F. R.; RIBEIRO, V. Q.; CARVALHO, H. W. L. de; BELARMINO FILHO, J.; RAPOSO, J. A. A; ALCÂNTARA, J. dos P.; RAMOS, S. R. R.; MACHADO, C. de F. Adaptabilidade e estabilidade produtiva de genótipos de feijão-caupi de porte semi-ereto na Região Nordeste do Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n.9, p. 1283-1289, set. 2007.

SHOUSE, P.; DASBERG, S.; JURY, W. A.; STOLZY, L.M. Water deficits effects on water potential yield, and water use of cowpeas. **Agronomy Journal**. Madison, v 73. p.333-336.1981.Disponível em <<https://www.crops.org/publications/aj/abstracts/73/2/AJ0730020333>> acesso em 29 de jan 2012.

SIMONE, M. de; FAILDE, V.; GARCIA, S.; PANADERO, P.C. Adaptación de variedades y líneas de judias secas (*Phaseolus vulgaris* L.) a la recolección mecánica directa. **Salta: INT A**, 1992. 5p.

SINGH, B. B. Cowpea breeding at IITA: highlights of advances impacts. In: CONGRESSO NACIONAL DE FEIJÃO-CAUPI, 1.; REUNIÃO NACIONAL DE FEIJÃO-CAUPI, 6., 2006, Teresina. Tecnologias para o agronegócio: **Anais...** Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2006. 1 CD-ROM. (Embrapa Meio-Norte. Documentos, 121).

SILVA, S. M. de S.; FREIRE FILHO, F. R. **Proteínas de feijão-caupi [*Vigna unguiculata* (L) Walp.]**: Caracterização e aplicação nutricional. Terezina. Embrapa Meio-Norte. Documentos 46, 1999. 20p

SOUZA, L. S. B de.; MOURA, M. S. B. de; SEDIYAMA, G. C.; SILVA, T. G. F. da. Eficiência do uso da água das culturas do milho e do feijão-caupi sob sistemas de plantio exclusivo e consorciado no semiárido brasileiro. **Bragantia**, Campinas, v.70, n.3, p.715-721, 2011.

STONE, L. F.; SILVEIRA, P.M. da; MOREIRA, J. A. A; BRAZ, A.J.B.P. Evapotranspiração do feijoeiro irrigado em plantio direto sobre diferentes palhadas de culturas de cobertura. **Pesquisa agropecuária brasileira**. [online]. 2006, vol.41, n.4, pp. 577-582. ISSN 0100-204X. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2006000400005>>. acesso em: 06 de janeiro de 2013.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719 p

VILARINHO, A.A.; LOPES, A.M; FREIRE FILHO, F. R; GONÇALVES, J.R.P; ALVES, J.M.A.; MARINHO, J.T. de S.; VIEIRA JUNIOR, J.R.; CAVALCANTE, E.da S. **Melhoramento** 105 -130p In: ZILLI, J.E.; VILARINHO, A.A.; ALVES, J.M.A. A cultura do feijão-caupi na Amazônia Brasileira, Boa Vista, RR. Embrapa RR, 356p. 2009a.



VILARINHO, A. A.; FREIRE FILHO, F.R; ROCHA, M.de M; RIBEIRO, V. Q; OLIVEIRA JUNIOR, J.O.L de. Desempenho de linhagens de feijão-caupi avaliadas em Roraima no período de 2004 a 2006. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, 18. Boa Vista: Embrapa Roraima, 2009b 17p.

VILARINHO, A. A.; FREIRE FILHO, F. R.; ROCHA, M. de M.; RIBEIRO, V. Q. **BRS Pajeú** – nova cultivar de feijão caupi para cultivo em Roraima. Boa Vista, Roraima. 2009c. 5p. (EMBRAPA-Roraima. Comunicado Técnico 35).