



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

KATHERINE RODRIGUES DE ARRUDA

CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS, ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE  
PRODUTIVA DE GENÓTIPOS DE FEIJÃO-CAUPI DE PORTE SEMI-ERETO NO  
ESTADO DE RORAIMA

BOA VISTA – RR

2011

KATHERINE RODRIGUES DE ARRUDA

**CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS, ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE  
PRODUTIVA DE GENÓTIPOS DE FEIJÃO-CAUPI DE PORTE SEMI-ERETO NO  
ESTADO 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, Área de Concentração Produção Vegetal.

Orientador: Pesq. Dr. Aloisio Alcantara  
Vilarinho

Co-orientador: Pesq. Dr. Antonio Carlos  
Centeno Cordeiro

BOA VISTA – RR

2011

#### Dados Internacionais de Catalogação na publicação (CIP)

A779c Arruda, Katherine Rodrigues de.

Características agronômicas, adaptabilidade e estabilidade produtiva de genótipos de feijão-caupi de porte semi-ereto no Estado de Roraima / Katherine Rodrigues de Arruda. – Boa Vista, 2011.

69 p.

Orientador: Pesq. Dr. Aloisio Alcantara Vilarinho.

Co-orientador: Pesq. Dr. Antonio Carlos Centeno Cordeiro.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Roraima, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Área de Concentração Produção Vegetal.

1 – Melhoramento genético. 2 – *Vigna unguiculata*. 3 – Cultivares. 4 – Roraima. I - Título. II. – Vilarinho, Aloisio Alcantara (orientador). III – Cordeiro, Antonio Carlos Centeno (co-orientador).

CDU – 631.52

**KATHERINE RODRIGUES DE ARRUDA**

Características agronômicas, adaptabilidade e estabilidade produtiva de genótipos de feijão-caupi de porte semi-ereto no Estado 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: 26 de setembro de 2011



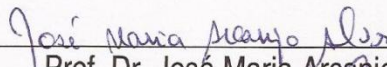
---

Pesquisador. Dr. Aloisio Alcantara Vilarinho  
Orientador – EMBRAPA/RR



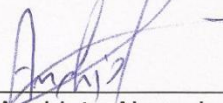
---

Pesquisador. Dr. Antonio Carlos Centeno Cordeiro  
Co-orientador – EMBRAPA/RR



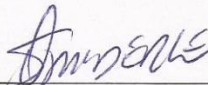
---

Prof. Dr. José Maria Arcanjo Alves  
UFRR



---

Prof. Dr. José de Anchieta Alves de Albuquerque  
UFRR



---

Pesquisador Dr. Oscar José Smiderle  
EMBRAPA/RR

À minha mãe Mônica, à minha avó Alzira e  
ao meu avô mais que amado, Aldemar, *in*  
*memoriam*, pelo amor e carinho dedicados  
ao longo dos anos.

**Dedico e ofereço.**

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida e da reencarnação;

A minha, mais que amada mãe, Mônica Tavares Rodrigues, pelas orações, carinho, compreensão, auxílio e amizade, por sempre ter confiado e acreditado no meu potencial, pelo amor incondicional e pelos sacrifícios ao longo dos anos só para que eu pudesse ser feliz e realizada, por sempre ter me ensinado as coisas certas, por mais que eu não tenha aprendido todas, por ser minha base, minha estrutura e pelo exemplo de profissional apaixonada pelo trabalho e de mulher guerreira. Por sempre estar presente na minha vida, principalmente quando precisava conversar e chorar, enfim, simplesmente por me amar incondicionalmente.

A minha querida e amada avó Alzira Tavares Rodrigues e ao meu avô, meu herói, pai e avô mais que amado e admirado, brincalhão, alegre e de irreparável conduta, Aldemar Rodrigues, *in memoriam*, por sempre terem cuidado de mim e me apoiado, por estarem presentes na minha vida e, por me amarem incondicionalmente;

Aos meus tios, tias, primos e primas, que mesmo distantes nunca foram esquecidos e sempre pensaram e acreditaram em mim;

A família Silva Rodrigues, que tanto admiro, pelo apoio e carinho, especialmente a Guilherme Silva Rodrigues, pelo carinho, pelas palavras motivadoras e pelo auxílio;

Tobby e Oliver pelas alegrias, pelo conforto nos momentos de angústias e pelo amor incondicional;

Ao Pesq. Dr. Aloisio Alcantara Vilarinho, por ter aceitado ser meu orientador apesar da grande quantidade de encargos que já possuía, pela paciência e compreensão inesgotáveis, principalmente nesses dois anos de estudo e de momentos difíceis que passei na vida pessoal, pelos constantes ensinamentos e pelo exemplo humano e profissional, a minha eterna gratidão;

Ao Pesq. Dr. Antonio Carlos Centeno Cordeiro pela co-orientação, pelas críticas construtivas e pelo apoio na apresentação do pré-projeto desta dissertação;

A Universidade Federal de Roraima e Embrapa Roraima, pela oportunidade e infra-estrutura concedidas;

A CAPES pela concessão da bolsa de estudo e bancar Programa de Pós graduação em Agronomia da UFRR;

Aos professores do POSAGRO, demais professores do Centro de Ciências Agrárias e pesquisadores da Embrapa Roraima, pelos ensinamentos e contribuições;

Ao Pesq. Dr. Oscar José Smiderle pelas inúmeras e longas conversas, pelo apoio emocional e acadêmico, e pelas críticas construtivas;

Ao professor Dr. Wellington Farias Araújo pelas conversas, apoio e compreensão nos assuntos acadêmicos, e também no momento mais difícil da minha vida pessoal;

A Professora Dr<sup>a</sup>. Célida Socorro Vieira dos Santos, pelo carinho e apoio emocional nos momentos mais difíceis da minha vida acadêmica e pessoal;

Aos professores Dr<sup>a</sup>. Sandra Cátia Pereira Uchôa e Dr. José Maria Arcanjo Alves, pelos ensinamentos e exemplos de profissionais;

Ao professor Dr. José de Anchieta Alves de Albuquerque pelas correções e contribuições nesse trabalho;

Aos meus amigos do mestrado: Edson Farias de Oliveira, Kelter dos Santos Carvalho, Márcio Mesquita Barros e Marcos André de Souza Prill, pela ajuda e companheirismo;

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

“O que nós fazemos nunca é compreendido,  
apenas louvado ou condenado.”

**Friedrich Nietzsche**



ARRUDA, Katherine Rodrigues de. **Características agronômicas, adaptabilidade e estabilidade produtiva de genótipos de feijão-caupi de porte semi-ereto no estado de Roraima**. Boa Vista, 2011. 69f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Roraima.

## RESUMO

Foram conduzidos ensaios de avaliação de 17 genótipos de feijão-caupi de porte semi-ereto nos anos de 2007, 2008 e 2009, no período de julho a setembro de cada ano, com o objetivo de identificar aqueles com ampla adaptabilidade e estabilidade de produção no Estado de Roraima. O delineamento experimental utilizado foi o de Blocos Completos Casualizados, com 17 tratamentos (genótipos) e quatro repetições. Foram coletados dados de número de dias transcorridos da emergência das plantas até o início da floração, comprimento de cinco vagens, massa de cinco vagens, número de grãos de cinco vagens, peso de grãos de cinco vagens e peso de grãos na área útil da parcela, corrigida para umidade padrão de 13% e transformada para produtividade ( $\text{kg ha}^{-1}$ ). Com base nos dados coletados foram estimados o peso de 100 grãos e o índice de grãos. Os resultados foram submetidos à análise de variância individual e conjunta e, posteriormente, foram realizadas as análises de adaptabilidade e estabilidade de produção pelas metodologias propostas por: Eberhart e Russell (1966) e Annicchiarico (1992). Os melhores genótipos foram as cultivares BRS Cauamé, BRS Tumucumaque e BRS Guariba. Nenhuma linhagem experimental superou essas três cultivares quando consideradas todas as variáveis analisadas.

**Palavras-chave:** *Vigna unguiculata*. Melhoramento genético. Seleção. Interação genótipo por ambiente.

ARRUDA, Katherine Rodrigues de. **Agronomic characteristics, yield adaptability and stability of semi erect cowpea genotypes carried in the Roraima state.** Boa Vista, 2011. 69f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Roraima.

## ABSTRACT

Trials have been conducted to evaluate 17 semi erect cowpea genotypes in the years 2007, 2008 and 2009, in the period from July to September of each year aiming identify those with wide adaptability and stability of production in Roraima State. The experimental design was a randomized complete block design with 17 treatments (genotypes) and four replications. The collected data were the number of days elapsed from plant emergence until the beginning of flowering, lodging, length of five pods, mass of five pods, number of grains of five pods, grains weight of five pods and grains weight in each plot, corrected to standard moisture of 13% and transformed to productivity ( $\text{kg ha}^{-1}$ ). Based on data collected were estimated weight of 100 grains and grain index. The results were submitted to individual and jointly analysis of variance and were later carried out the analysis of adaptability and stability of production by the methodologies proposed by Eberhart and Russel (1966) and Annicchiarico (1992). The best genotypes were BRS Cauamé, BRS Tumucumaque and BRS Guariba cultivars. No experimental lines overcame these three cultivars when considering all variables evaluated.

**Key-words:** *Vigna unguiculata*. Genetic improvement. Selection. Genotype by environment interaction.

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1	Características físicas e químicas na camada de 0-20 cm de profundidade das áreas experimentais.....	30
TABELA 2	Genótipos de feijão-caupi de porte semi-ereto avaliados nos campos experimentais da Embrapa Roraima no período de 2007 a 2009 e subclasse comercial dos grãos.....	32
TABELA 3	Resumo da análise de variância conjunta para início da floração (IF, em dias), nos ambientes CEAB2007C, CEAB2007S, CESP2008 e CESP2009, e das análises individuais nos ambientes CEMC2009 e CEAB2009.....	39
TABELA 4	Médias do número de dias para início da floração (IF, em dias) de 17 genótipos de feijão-caupi de porte semi-ereto avaliados em Roraima no período de 2007 a 2009 em seis ambientes.....	40
TABELA 5	Resumo da análise de variância conjunta das variáveis comprimento de cinco vagens (COM5V, em cm), número de grãos de cinco vagens (NG5V), massa de cinco vagens (M5V, em g) e massa de grãos de cinco vagens (MG5V, em g).....	41
TABELA 6	Médias do comprimento de cinco vagens (COM5V) de 17 genótipos de feijão-caupi de porte semi-ereto avaliados em Roraima no período de 2007 a 2009 em sete ambientes.....	43
TABELA 7	Médias da massa de cinco vagens (M5V, em g) de 17 genótipos de feijão-caupi de porte semi-ereto avaliados em Roraima no período de 2007 a 2009 em sete ambientes.....	44
TABELA 8	Médias do número de grãos de cinco vagens (NG5V) de 17 genótipos de feijão-caupi de porte semi-ereto avaliados em Roraima no período de 2007 a 2009 em sete ambientes.....	46
TABELA 9	Médias da massa de grãos de cinco vagens (MG5V, em g) de 17 genótipos de feijão-caupi de porte semi-ereto avaliados em Roraima no período de 2007 a 2009 em sete ambientes.....	47
TABELA 10	Resumo da análise de variância conjunta para produtividade de grãos (PROD, em kg ha <sup>-1</sup> ) e índice de grãos (IDG, em %)......	48
TABELA 11	Médias da variável produtividade de grãos (PROD, em kg ha <sup>-1</sup> ) obtida em 17 genótipos de feijão-caupi de porte semi-ereto avaliados em Roraima no período de 2007 a 2009 em oito ambientes.....	50

TABELA 12	Médias da variável índice de grãos (IDG, em %) de 17 genótipos de feijão-caupi de porte semi-ereto avaliados em Roraima no período de 2007 a 2009 em sete ambientes.....	51
TABELA 13	Resumo da análise de variância conjunta para massa de cem grãos (M100G, em g).....	52
TABELA 14	Médias da massa de cem grãos (M100G, em g) estimada com base na massa dos grãos de cinco vagens (MG5V, em g) de 17 genótipos de feijão-caupi de porte semi-ereto avaliados em Roraima no período de 2007 a 2009 em sete ambientes.....	55
TABELA 15	Acima da diagonal, correlações entre as variáveis comprimento de cinco vagens (COMP5V, em cm), massa de cinco vagens (M5V, em g), número de grãos de cinco vagens (NG5V), massa de grãos de cinco vagens (MG5V, em g), estimativa da massa de 100 grãos (M100G, em g), índice de grãos (IDG, em %) e produtividade de grãos (PROD, em kg ha <sup>-1</sup> ) obtidas a partir de 17 genótipos de feijão-caupi avaliados em Roraima no período de 2007 a 2009. Abaixo da diagonal, valores de probabilidade pelo teste t de Student calculados para o teste da nulidade das correlações.....	56
TABELA 16	Valores Wi (índice que mede a adaptabilidade e estabilidade pela metodologia de Annicchiarico, 1992) dos 17 genótipos de feijão-caupi avaliados considerando ambiente geral (Wi <sub>G</sub> ), ambientes desfavoráveis (Wi <sub>D</sub> ) e ambientes favoráveis (Wi <sub>F</sub> ); e média de produtividade de grãos (em kg ha <sup>-1</sup> ) de cada genótipo em cada grupo de ambientes, geral (M <sub>G</sub> ), favoráveis (M <sub>F</sub> ) e desfavoráveis (M <sub>D</sub> ) .....	57
TABELA 17	Média geral, coeficiente de regressão linear ( $\beta_i$ ), desvios da regressão linear ( $s^2 di$ ) e coeficiente de determinação ( $R^2$ ) referentes à produtividade (PROD, em kg ha <sup>-1</sup> ) de 17 genótipos de feijão-caupi de porte semi-ereto avaliados em Roraima no período de 2007 a 2009 em sete ambientes.....	58

## SUMÁRIO

1.	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	13
2.	<b>OBJETIVOS</b> .....	15
2.1.	Objetivo Geral.....	15
2.2.	Objetivos Específicos.....	15
3.	<b>REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	16
3.1.	A Cultura do Feijão-caupi.....	16
3.2.	Interação genótipos com ambientes.....	18
3.3.	Estratificação de ambientes.....	21
3.4.	Adaptabilidade e estabilidade.....	22
3.5.	Metodologias para avaliar a adaptabilidade e estabilidade fenotípica.	23
3.5.1	<b>Métodos baseados na variância da interação genótipos com ambientes</b> .....	24
3.5.2	<b>Métodos baseados na regressão da interação genótipos com ambientes</b> .....	25
3.5.3	<b>Métodos não paramétricos para estimação da adaptabilidade e estabilidade dos genótipos</b> .....	26
4.	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	29
4.1.	Caracterização do local do experimento.....	29
4.2.	Tratamentos, delineamento experimental e condução do experimento.....	30
4.2.1	<b>Campo Experimental Água Boa (CEAB)</b> .....	31
4.2.2	<b>Campo Experimental Monte Cristo (CEMC)</b> .....	33
4.2.3	<b>Campo Experimental Serra da Prata (CESP)</b> .....	34
4.3	Análises Estatísticas.....	35
5.	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	38
6.	<b>CONCLUSÕES</b> .....	60
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	61

## 1. INTRODUÇÃO

O feijão-caupi, *Vigna unguiculata* (L.) Walp., pertencente a família botânica Fabaceae (leguminosae), é cultivada principalmente nas regiões das savanas tropicais e subtropicais da África, Ásia e América do Sul. O valor do feijão-caupi reside no seu elevado teor de proteínas, e capacidade de resistir à seca. Como uma leguminosa, tem a capacidade de se associar a bactérias do solo que fixam nitrogênio do ar, permitindo que cresça em solos de baixa fertilidade natural. Todas as partes da planta do feijão-caupi que são utilizadas para alimentos são nutritivas, fornecendo proteínas, vitaminas e minerais. O grão de feijão-caupi contém cerca de 25% de proteína, tornando-se extremamente valioso em regiões com população de baixa renda que não podem pagar alimentos protéicos como carnes e peixes (IITA, 2009).

Embora a área plantada com feijão-caupi em Roraima seja pequena, em torno de 3.000 ha (CONAB, 2011), é uma cultura de grande importância social e de grande potencial econômico para o Estado, podendo a produção obtida atender tanto ao mercado interno quanto ao externo. O desenvolvimento de novos cultivares adaptadas às diferentes regiões do Estado de Roraima, com alta qualidade e produtividade de grãos pode contribuir para estimular o cultivo dessa cultura no Estado.

Como parte do programa de melhoramento do feijão-caupi na Embrapa são avaliados, na Embrapa Roraima, linhagens oriundas de cruzamentos efetuados na Embrapa Meio-Norte e algumas linhagens introduzidas do International Institute of Tropical Agriculture (IITA), sediado em Ibadan, na Nigéria. Essas avaliações incluem ambientes de mata e de savana e de dois a três anos, para cada conjunto de linhagens avaliadas. Com base nos resultados obtidos são selecionadas linhagens para registro no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento e, utilização comercial.

A existência, entretanto, de interação genótipos por ambientes dificulta a recomendação, uma vez que, existindo interação, os melhores genótipos em um ambiente podem não sê-lo em outro ambiente distinto. Uma solução para este problema seria recomendar genótipos distintos para cada ambiente, de forma que fossem separados em grupos dentro dos quais não houvesse interação e a

recomendação seria feita para cada grupo, separadamente. Outra solução seria estudar a adaptabilidade e estabilidade de produção dos genótipos e selecionar aqueles produtivos e de ampla adaptabilidade que pudessem ser recomendados para toda a região.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

Indicar, com base em características agronômicas avaliadas e no estudo de adaptabilidade e estabilidade produtiva, genótipos de feijão-caupi para cultivo em Roraima.

### **2.2 Objetivos Específicos**

2.2.1. Identificar dentre os genótipos avaliados, aqueles com maior produtividade de grãos, precocidade de produção, menor índice de acamamento, maior comprimento de vagem, maior número de grãos por vagem, maior tamanho de grãos e maior índice de grãos;

2.2.2. Estudar a adaptabilidade e estabilidade de produção dos genótipos no Estado de Roraima pelas metodologias propostas por Eberhart e Russell (1966) e por Annicchiarico (1992);

2.2.3. Interpretar e comparar os resultados obtidos com as duas metodologias;

2.2.4. Identificar genótipos com ampla adaptabilidade e estabilidade produtiva.



### 3. REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1. A Cultura do Feijão-caupi

O feijão-caupi é uma planta Dicotyledonea, que pertence à ordem Fabales, família Fabaceae, subfamília Faboideae, tribo Phaseoleae, subtribo Phaseolina, gênero *Vigna*, subgênero *Vigna*, secção *catiang*, espécie *Vigna unguiculata* (L.) Walp. e subesp. *unguiculata* (FREIRE FILHO et al., 2005b). É também conhecido como feijão-de-corda, feijão macaça, feijão macassar, feijão-de-praia e, em Roraima, como feijão regional, além de várias outras denominações dependendo da região onde é cultivado.

É originário do continente africano de onde se expandiu pela Arábia, Ásia e Mediterrâneo. Acredita-se que foi introduzido na América Latina no século XVI, pelos colonizadores espanhóis e portugueses, primeiramente nas colônias espanholas sendo, em seguida, introduzido no Brasil, provavelmente pelo estado da Bahia, por meio dos colonizadores portugueses e a partir daí expandiu-se para todo o país (WATT, 1978; FREIRE FILHO et al., 1981; VIEIRA et al., 1984; FREIRE FILHO, 1988; DUKE, 1999; FREIRE FILHO et al., 2005b)

É uma das mais importantes leguminosas e, componente essencial nos sistemas de cultivo de regiões secas e de áreas marginais tropicais e subtropicais cobrindo partes da Ásia e Oceania, sul da Europa, África, sul dos EUA, e Américas do Sul e Central. É particularmente importante no oeste da África com 9,3 milhões de hectares plantados e produção de 2,9 milhões de toneladas anuais (FATOKUN et al., 2000).

Estima-se que 70% do feijão produzido no território brasileiro sejam do feijão comum (*Phaseolus vulgaris*) e 30% do feijão-caupi. Porém, fogem a esta regra os Estados das Regiões Nordeste e Norte, cuja produção de feijão chega a ser quase que exclusiva de feijão-caupi (FILGUEIRAS et al., 2009), sendo a região Nordeste a maior produtora e uma das maiores consumidoras deste tipo de feijão. No Estado do Pará, a produção de feijão-caupi chega a 85% do total de feijões produzidos neste Estado, já nos Estados do Amazonas, Amapá e Roraima a produção de feijão-caupi corresponde a praticamente 100% do total de feijões produzidos.

Os grãos do feijão-caupi são uma excelente fonte de proteínas (23 a 25%), apresenta todos os aminoácidos essenciais, carboidratos (62%), vitaminas e sais minerais, além de possuir baixa quantidade de gordura e grande quantidade de fibras dietéticas, representando alimento básico para as populações de baixa renda no Nordeste brasileiro (ANDRADE JUNIOR et al., 2009). Desta forma, o feijão-caupi é uma espécie de grande importância econômica e social para as populações das regiões Norte e Nordeste do Brasil (FREIRE FILHO; LIMA; RIBEIRO, 2005a; LIMA et al., 2005; ASSUNÇÃO et al., 2006). É consumido sob as formas de grãos secos e verdes, além de seus caules e ramos serem usualmente utilizados na alimentação animal (SILVA; OLIVEIRA, 1993), pois a parte aérea do feijão-caupi contém mais de 15% de proteínas, constituindo uma valiosa fonte de forragens (FATOKUN et al., 2000).

No Brasil, seu cultivo concentra-se nas regiões Norte e Nordeste, onde constitui uma das principais alternativas sociais e econômicas de suprimento alimentar e geração de emprego, especialmente para as populações rurais (FREIRE FILHO et al., 2005b).

Em Roraima a área plantada com essa cultura ainda é pequena, em torno de 3.000 ha, quando comparada com o Estado do Pará, que possui 52 mil ha plantados (CONAB, 2011). Porém, é de grande importância social, uma vez que grande parte dos agricultores que plantam feijão-caupi o fazem para subsistência, obtendo nos grãos dessa cultura uma proteína de baixo custo. Além disso, é uma cultura de grande potencial econômico, obtendo, em Roraima, produtividade média de 667 kg ha<sup>-1</sup>, acima da média mundial de produtividade do feijão-caupi, estimada pela FAO (2011) em 526 kg ha<sup>-1</sup>, no ano de 2009. A nível nacional, as estimativas de produtividade de feijão englobam todos os tipos de feijão produzidos, não se tendo estatísticas separadas para cada espécie.

Atualmente, as cultivares recomendadas para cultivo no estado de Roraima são: Vita – 7, Pitiúba e BR 3 Tracuateua (EL HUSNY et al., 1995); Amapá (CAVALCANTE; FREIRE FILHO; PINHEIRO, 1999; OLIVEIRA JÚNIOR et al., 2002a); BRS Mazagão (CAVALCANTE 2000; OLIVEIRA JÚNIOR et al., 2002b); BRS Guariba (VILARINHO et al., 2006b), BRS Novaera (VILARINHO et al., 2006a), BRS Cauamé (VILARINHO et al., 2008a), BRS Tumucumaque (VILARINHO et al., 2008c), BRS Xiquexique (VILARINHO et al., 2008b), BRS Potengi (VILARINHO et al., 2008d), BRS Pajeu (VILARINHO et al., 2009); e BRS Itaim (VILARINHO et al.,

2010b) e BRS Aracê (VILARINHO et al., 2010a), todas com potencial de produção acima de 1.000 kg ha<sup>-1</sup>. No entanto, o potencial teórico estimado para a cultura é de 6.000 kg ha<sup>-1</sup> (FREIRE FILHO et al., 2005b), evidenciando o quanto o melhoramento ainda pode contribuir para o aumento de produtividade da cultura.

Segundo Freire Filho et al. (2005c), o feijão-caupi poderia ser classificado, quanto ao porte, em quatro tipos principais:

- Ereto: ramos principal e secundários curtos, ramo principal ereto, com os ramos secundários formando um ângulo que pode variar de reto a agudo com o ramo principal; contudo, a partir do terço médio, os ramos secundários tornam-se paralelos ao ramo principal;

- Semi ereto: ramos principal e secundários de tamanho curto a médio, ramo principal ereto com os ramos secundários formando um ângulo reto com o ramo principal, geralmente sem tocar o solo.

- Semi prostrado: ramos principal e secundários de tamanho médio, ramo principal ereto com os ramos secundários inferiores tocando o solo; a partir de seu terço médio, os ramos apresentam tendência de se apoiar em suportes verticais; e

- Prostrado: ramos principal e secundários longos, ramo principal curvado com os ramos secundários inferiores tocando o solo em quase toda a sua extensão e apresentando pouca tendência de se apoiar em suportes verticais.

As cultivares Vita 7, BRS Mazagão, BRS Guariba, BRS Novaera, BRS Cauamé, BRS Tumucumaque, BRS Potengi e BRS Itaim são de porte ereto ou semi ereto, enquanto a cultivares Pitiúba, BR 3 Tracuateua, Amapá, BRS Xiquexique, BRS Pajeu e BRS Aracê são de porte prostrado ou semi-prostrado. .

### **3.2. Interação genótipos com ambientes**

A interação genótipo com ambientes (G x A) pode ser definida como o comportamento diferencial dos genótipos em função da diversidade ambiental. As condições edafoclimáticas, associadas às práticas culturais, a ocorrência de patógenos e outras variáveis que afetam o desenvolvimento das plantas, são denominadas ambiente (BORÉM; MIRANDA, 2009). Ainda segundo esses autores,

o ambiente é constituído de todos os fatores que afetam o desenvolvimento das plantas que não são de origem genética.

Allard e Bradshaw (1964) classificaram as variações ambientais que contribuem para a interação em previsíveis e imprevisíveis. Nas previsíveis estão incluídos os fatores permanentes do ambiente, como as características gerais do clima e do tipo de solo, e características do ambiente, que variam de maneira sistemática, como fotoperíodo. Incluem também aqueles que o homem atua de forma direta como época de plantio, tipo de adubação e métodos de colheita. As variações imprevisíveis são as que incluem as flutuações variáveis do ambiente, como precipitações, temperatura, umidade relativa, geadas e veranicos.

A variação fenotípica resulta da ação conjunta do genótipo, do ambiente e da interação entre o genótipo e o ambiente (ALLARD, 1971). A seleção de genótipos superiores é efetuada com base na observação do fenótipo (CARNEIRO, 1998).

Segundo Ramalho et al. (1993), quando o comportamento de duas cultivares são concordantes em dois ambientes distintos, a interação é chamada de interação simples, não acarretando maiores problemas. Entretanto, quando as cultivares possuem comportamento diverso, a interação é denominada complexa. Considerando um número maior de ambientes e de cultivares, a presença de interação complexa quase sempre indica a existência de cultivares especificamente adaptadas a ambientes particulares, bem como de outras com adaptação mais ampla, porém, nem sempre com alto potencial produtivo, indicando haver inconsistência na superioridade de genótipos com a variação ambiental.

A avaliação da interação  $G \times A$  é importante nos programas de melhoramento, pois, há possibilidades de o melhor genótipo em um ambiente não o ser em outro (CRUZ; REGAZZI, 1994) e, isto faz com que uma cultivar tenha sua recomendação restrita a determinadas regiões. A interação  $G \times A$  se mostra como complicador importante em programas de melhoramento genético, pois a não coincidência de algumas características importantes, como produtividade, qualidade, resistência, nos vários ambientes é uma característica indesejada para genótipo que se pretende melhorar (MONTE RASO, 2009).

O método mais utilizado para a avaliação da interação  $G \times A$  é a análise de variância, através da análise conjunta dos experimentos. A existência das interações  $G \times A$  é determinada pelo teste F e estatisticamente são detectadas como um padrão de resposta diferencial e significativa dos genótipos entre os ambientes. No

sistema biológico, isto ocorre quando as contribuições ou nível de expressão dos genes regulando o caráter diferem entre os ambientes. Segundo Cruz e Carneiro (2003) as causas da interação entre cultivares e ambientes podem ser atribuídos a fatores fisiológicos, adaptativos e relativos à escala de mensuração das variáveis, entre outros.

A interação G x A tem inúmeras implicações em um programa de melhoramento e, na etapa de avaliação de linhagens para indicação de novas cultivares aos agricultores, sua importância torna-se mais evidente. As avaliações das linhagens devem ser realizadas em redes de ensaios, para que se estime seu valor de cultivo e uso, o que viabiliza sua indicação para cultivo nas regiões onde foram testadas (PEREIRA et al., 2010).

A ocorrência da interação G x A tem grande importância, principalmente para o caráter produção de grãos. Uma forma de tirar proveito dessa interação na indicação de novas cultivares é identificar genótipos com alta adaptabilidade e estabilidade fenotípica (PEREIRA et al., 2009).

Assim, a estimação dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade fenotípica tem sido uma forma muito difundida, entre os melhoristas de plantas, de avaliar novos genótipos antes de sua recomendação como cultivares (MARQUES et al., 2011). A partir da avaliação da interação G x A pode-se selecionar genótipos com adaptação ampla ou específica para uma região, escolher locais de seleção, identificar o nível de estresse nos ambientes escolhidos para as fases iniciais da seleção e, também determinar o número ideal de genótipos e de ambientes a serem avaliados na seleção. Segundo Elias et al. (2005) a identificação de cultivares que apresentam alta estabilidade fenotípica é uma das alternativas mais utilizadas para atenuar os efeitos da interação G x A, pois pode ser empregada em várias situações com vistas à identificação de genótipos a serem recomendados para determinada região agrícola (ELIAS et al., 2005)

Para diminuir o efeito da interação G x A, a condução dos experimentos no maior número possível de locais e anos é necessária, para se avaliar a magnitude da interação e seu possível impacto sobre a seleção e a recomendação de cultivares. A fim de tornar essa recomendação a mais segura possível, é necessário um estudo detalhado acerca da adaptabilidade e da estabilidade das cultivares, assim como de seus caracteres importantes economicamente. Vários métodos estatísticos têm sido propostos e utilizados em aplicações e, a cada dia, novos

procedimentos vêm sendo apresentados com o objetivo de se interpretar melhor a interação G x A. Estudos dessa natureza são importantes para o melhoramento de plantas, uma vez que fornecem informações sobre o comportamento de cada genótipo ante as variações do ambiente (SILVA; DUARTE, 2006).

### **3.3. Estratificação de ambientes**

Visando contornar os inconvenientes proporcionados pela interação G x A, ou seja, reduzir a inconsistência da superioridade dos genótipos nos ambientes devido à interação G x A ou amenizar os efeitos dessa interação para que as indicações de genótipos sejam mais seguras (CRUZ; CARNEIRO, 2003), podem-se utilizar algumas alternativas como: utilização de cultivares específicas para cada ambiente, ou cultivares com ampla adaptabilidade e boa estabilidade; ou estratificar os ambientes, sendo esta a alternativa mais utilizada.

A estratificação de ambientes é de grande importância quando se quer verificar, entre os ambientes da rede experimental, se há padrões de similaridades de resposta entre as cultivares avaliadas (LAVORANTI, 2003).

Entre os métodos de estratificação ambiental, o de Lin (1982) procura formar subgrupos homogêneos em que a interação G x A seja não significativa. Quando a interação G x A é significativa entre pares de ambientes pode-se utilizar o método de Cruz e Castoldi (1991), que identifica o percentual relativo à parte simples da interação, e também as correlações de Pearson e de Spearman. O método de Murakami e Cruz (2004) é baseado na técnica multivariada de análise de fatores e reúne a estratificação ambiental e a análise de estabilidade. A estimativa da ecovalência (WRICKE, 1962), utilizada inicialmente para medir a contribuição de cada genótipo para a interação G x A, também pode ser utilizada para avaliar a contribuição de cada ambiente para a interação, por meio da decomposição da soma de quadrados da interação em frações relacionadas a esses ambientes e, dessa forma, identificar locais pouco informativos.

A estratificação de ambientes é realizada através da estratificação da região em sub-regiões onde a interação seja não significativa (RAMALHO et al., 1993).

A estratificação de ambientes pode ser feita através das estimativas do quadrado médio para a interação entre genótipos e pares de ambientes, com o agrupamento daqueles ambientes cuja interação for não significativa (LIN; BINNS, 1988). O método prossegue com a estimação da interação para grupos de três ambientes, sendo empregado o Teste F (5%), para avaliar a possibilidade da formação de cada grupo.

Entretanto, observa-se que, mesmo com esse procedimento, uma fração da interação ainda permanece, em razão da ocorrência de fatores incontrolláveis dos ambientes, como temperatura, chuvas etc., para os quais a estratificação não oferece eficácia (CRUZ; REGAZZI; CARNEIRO, 2004).

A interação G x A deve ser encarada, não como um problema ou um fator indesejável, cujos efeitos devem ser minimizados em um programa de melhoramento. Ao contrário, como um fenômeno biológico natural, cumpre conhecê-la bem, para melhor aproveitá-la ao processo de seleção (CHAVES, 2001). Assim, genótipos que interagem positivamente com ambientes podem fazer a diferença entre uma boa e uma ótima cultivar (DUARTE; VENCOVSKY, 1999). Esse enfoque passa a ter maior importância no caso de espécies onde o investimento é muito alto em insumos e manejo para melhoria do ambiente, como é o caso da soja (ROCHA, 2002).

### **3.4. Adaptabilidade e estabilidade**

Estudos sobre a interação genótipos x ambientes, apesar de serem de grande importância para o melhoramento, não proporcionam informações pormenorizadas sobre o comportamento de cada genótipo nas variações ambientais. Para tal objetivo, realizam-se análises de adaptabilidade e estabilidade, pelas quais se torna possível a identificação de cultivares de comportamento previsível e que sejam responsivas às variações ambientais, seja em condições específicas ou amplas (CRUZ; REGAZZI, 1994).

Pode-se entender como adaptabilidade a capacidade de os genótipos responderem significativamente às condições do ambiente e, como estabilidade a

capacidade de os genótipos apresentarem comportamento previsível ao longo do tempo em função de variações ambientais.

As análises de adaptabilidade e estabilidade são procedimentos estatísticos que permitem, de algum modo, identificar as cultivares de comportamento mais estável e que respondem previsivelmente às variações ambientais. Algumas dessas análises permitem, também, dividir os efeitos da interação genótipos com ambientes em efeitos de genótipos e de ambientes, revelando a contribuição relativa de cada um para a interação total (ROCHA, 2002).

Para a avaliação da adaptabilidade e estabilidade de genótipos, existem diversas metodologias as quais são complementares à análise de variância individual e conjunta dos dados experimentais obtidos em uma série de ambientes (CRUZ; CARNEIRO, 2003). Tais procedimentos se baseiam em análise de variância, regressão linear, regressão não linear, análises multivariadas e estatísticas não paramétricas.

Programas de melhoramento de plantas visam à obtenção de genótipos com alta produtividade, estabilidade de produção e ampla adaptabilidade aos mais variados ambientes da região para a qual serão recomendados. O desempenho de cultivares em vários ambientes (locais, anos e épocas) tem sido avaliado para verificar o seu comportamento diferencial face às variações ambientais (CRUZ; REGAZZI, 1994).

### **3.5. Metodologias para avaliar a adaptabilidade e estabilidade fenotípica**

As diferenças entre os mais variados métodos originam-se nos conceitos e procedimentos matemáticos utilizados para medir a interação entre os genótipos com os ambientes e, suas conseqüências nos programas de melhoramento genético.



### 3.5.1. Métodos baseados na variância da interação genótipos com ambientes

A medida mais simples de estabilidade fenotípica de um genótipo é dada pela variância de seu desempenho entre os diferentes ambientes. Normalmente, a baixa variância está associada a genótipos de baixa produtividade e vice-versa.

O Método Tradicional (1958) consiste na análise conjunta dos experimentos, considerando todos os ambientes e o posterior desdobramento da soma de quadrados dos efeitos de ambientes e da interação genótipos com ambientes, em efeitos de ambientes dentro de cada genótipo.

A variação de ambientes dentro de cada genótipo é usado como estimador da estabilidade, de modo que o genótipo que apresentar menor quadrado médio, ou seja, menor variância, será o mais estável. E tem a vantagem de poder ser aplicado quando se dispõe de um número restrito de ambientes (um mínimo de três), porém, possui pouca precisão de estabilidade (CRUZ; REGAZZI, 1994).

Plaisted e Peterson (1959) verificaram que os genótipos quando testados em vários ambientes, uma proporção da variação é devida à interação genótipos x ambientes, dessa variância cada genótipo contribui com uma fração. Quanto menor for essa contribuição mais estável será o genótipo.

A metodologia é eficiente em indicar os genótipos mais estáveis por trabalhar com componentes de variância da interação genótipos x ambientes e não com o quadrado médio desse efeito, cuja estimativa envolve também o componente do erro associado a cada genótipo, que pode não ser homogêneo. Sua principal limitação provavelmente seja a obtenção de um grande número de variâncias requeridas (CRUZ; REGAZZI, 1994).

Wricke (1962) através de uma análise de variância, calculou a contribuição individual dos genótipos para a interação, e denominou essa estatística de “ecoalência” e, sua estimativa consiste na decomposição da soma de quadrados da interação genótipos x ambientes, nas partes devidas a genótipos isolados. Esta metodologia apresenta basicamente as mesmas vantagens e desvantagens do método proposto por Plaisted e Peterson (1959). Assim o parâmetro estimado por este método também refere-se apenas à estabilidade fenotípica.

### 3.5.2. Métodos baseados na regressão da interação genótipos com ambientes

Na metodologia proposta por Eberhart e Russell (1966) os parâmetros de estabilidade para comparações de variedades, utilizaram um modelo linear para descrever o comportamento de um genótipo em um número de ambientes. Este método fundamenta-se na regressão linear e considera desejáveis os genótipos com alto rendimento médio, coeficientes unitários de regressão e desvios da regressão praticamente nulos. A adaptabilidade é obtida pela média e pelo coeficiente de regressão, enquanto que a estabilidade é estimada pela variância dos desvios da regressão (CRUZ; REGAZZI, 1994).

O método descrito por Tai (1971) usa a regressão linear para determinar as respostas linear e não-linear de genótipos com os ambientes e leva em consideração a magnitude da variância experimental, tornando sua determinação e interpretação mais complexas.

Tai (1971) apontou duas estratégias que podem ser utilizadas para contornar a influência da interação genótipo x ambiente: (1) a subdivisão de áreas heterogêneas em subáreas homogêneas, cada uma tendo suas cultivares específicas, e (2) o uso de cultivares de alta estabilidade de rendimento em ambiente variável. Porém, entendeu que a primeira é pouco eficaz, principalmente pela impossibilidade de reduzir a interação genótipo x ano pela simples limitação da área de cultivo (PIANA et al., 1999).

Verma, Chahal e Murty (1978) definiram a cultivar ideal como aquela que apresenta alta capacidade de produção associada à alta estabilidade em ambientes desfavoráveis e capacidade de resposta à melhoria das condições de ambiente. A estabilidade de comportamento de uma cultivar também pode ser definida como a previsibilidade de sua adaptabilidade, ou em termos estatísticos, como o ajuste da cultivar ao modelo adotado (HOOGERHEIDE, 2004). Verma, Chahal e Murty (1978) propuseram uma técnica alternativa de regressão, que consiste no ajustamento de duas regressões lineares separadamente. Uma para ambientes negativos e outra para ambientes positivos, incluindo também o menor índice de ambiente, em valor absoluto, para a continuidade da linha de regressão. O genótipo mais estável é escolhido através da análise conjunta dos coeficientes de regressão para os ambientes positivos e negativos (CRUZ; REGAZZI, 1994). Verma, Chahal e Murty

(1978), salientaram que a taxa de resposta linear dos genótipos pode não ser constante na gama de ambientes, e que o genótipo desejável em uma coleção de genótipos é aquele responsivo a ambientes favoráveis ou melhorados e que mantenha rendimentos razoáveis em ambientes adversos (PIANA et al., 1999).

O método de Toler (1990) apresenta a análise de estabilidade e adaptabilidade pela análise de regressão bissegmentada não-linear. Toler discutiu que um dado genótipo quando avaliado em vários ambientes, pode mostrar dois padrões de resposta, denominando-os de convexo e côncavo.

### 3.5.3. Métodos não paramétricos para estimação da adaptabilidade e estabilidade dos genótipos

Procedimentos mais simplificados de interpretação, como os de Lin e Binns (1988) e Annicchiarico (1992) são preferidos para análise de estabilidade e adaptabilidade (NETO et al., 2008). Lin e Binns (1988) definiram como medida de estabilidade, o quadrado médio da distância entre a média da cultivar e a resposta média máxima para todos os locais. E desde que a resposta máxima esteja no limite superior em cada local, o quadrado médio menor indicará uma superioridade geral da cultivar em questão. O desempenho dos acessos é quantificado pelo índice de estabilidade  $P_i$ , que corresponde ao quadrado médio da distância entre a média de um acesso para um dado ambiente e a resposta máxima para o mesmo ambiente, em todos os ambientes avaliados. Dessa forma, o quadrado médio menor indica uma superioridade geral do genótipo em questão, pois quanto menor o valor de  $P_i$ , menor será o desvio em torno da produtividade máxima; assim, maior estabilidade está relacionada, obrigatoriamente, com alta produtividade (DAHER et al., 2003).

No método proposto por Annicchiarico (1992), a estabilidade é medida pela superioridade do genótipo em relação à média de cada ambiente. O método baseia-se na estimação de um índice de confiança (ou de recomendação) de um determinado genótipo mostrar comportamento superior.

Na metodologia de Annicchiarico (1992), o resultado obtido para cada genótipo se refere à probabilidade que esse material apresente desempenho abaixo do padrão considerado, ou seja, o índice de confiança possibilita a recomendação

de uma cultivar considerando o risco desta apresentar desempenho abaixo de um padrão, como por exemplo, a média geral. A probabilidade de sucesso será tanto menor, quanto maior for o índice de confiança (MONTE RASO, 2009).

Finlay e Wilkinson (1963) estimaram o parâmetro como sendo a média de rendimento de todos os genótipos em cada ambiente. Para eles a estabilidade média caracteriza uma cultivar cuja produção varia diretamente de acordo com a capacidade dos ambientes em proporcionar altas ou baixas produtividades.

Carneiro (1998) propôs modificações em algumas metodologias não-paramétricas para adequar as estatísticas aos conceitos recentes de estabilidade e adaptabilidade. Assim, uma das modificações proposta à metodologia de Lin e Binns (1988) teve o objetivo de particularizar a recomendação de cultivares para ambientes favoráveis e desfavoráveis, já que originalmente a recomendação se refere a genótipos de adaptabilidade geral, enquanto a tendência é particularizar a recomendação para ambientes favoráveis e desfavoráveis (BACKES et al., 2005).

O parâmetro  $iP$  a ser interpretado é denominado de MAEC (Medida de Adaptabilidade e Estabilidade de Comportamento), que contempla a dissimilaridade entre os locais de modo que ambientes similares têm menor influência do que os dissimilares na determinação da superioridade do genótipo, porém, são representativos da rede. Não é necessário assumir qualquer hipótese sobre a distribuição dos valores fenotípicos para utilização do parâmetro MAEC, pois, sua estimativa ponderada, pela precisão dos ensaios, elimina ou reduz os efeitos indesejáveis da ocorrência de heterogeneidade de variância residual (OLIVEIRA et al., 2006).

A adaptabilidade e estabilidade em feijão-caupi têm sido estudadas em vários trabalhos, com a predominância do uso de metodologias que utilizam regressão linear, tais como a metodologia de Eberhart e Russell (1966). Esses estudos têm subsidiado o melhoramento e o lançamento de cultivares por todo o Brasil (FREIRE FILHO et al., 2001; 2002; 2005c). Trabalhos como os de Fernandes et al., (1990, 1993); Santos, Araújo e Menezes (2000); Freire Filho et al., (2001, 2002), utilizando a metodologia de Eberhart e Russell (1966), assim como os trabalhos realizados por Barros et al. (2008); Vilarinho et al. (2005), utilizando a metodologia de Annicchiarico, que é um método não paramétrico para a estimação da adaptabilidade e estabilidade de genótipos, mostram que apesar de antigas, essas duas metodologias continuam válidas e muito utilizadas.

Atualmente, têm-se buscado modelos alternativos de análises que expliquem melhor o comportamento de genótipos frente às variações ambientais (ROCHA et al., 2007). É uma das metodologias que vem ganhando espaço de uso, tem sido a análise AMMI (“Additive Main Effects and Multiplicative Interaction”), que combina a análise de variância, para os efeitos aditivos principais de genótipos e ambientes, com a análise de componentes principais para o efeito multiplicativo da interação genótipo x ambiente (DUARTE; VENCOVSKY, 1999). Estudos realizados com feijão-caupi no Brasil utilizaram o modelo AMMI para analisar a adaptabilidade e estabilidade de genótipos e ambientes e os resultados mostraram que a análise forneceu informações mais detalhadas quanto aos efeitos de genótipos, ambientes e da interação genótipo x ambiente (FREIRE FILHO et al., 2003, 2005c; ROCHA et al., 2007).

## 4. MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1. Caracterização do Local do Experimento

Os ensaios foram conduzidos nos Campos Experimentais Água Boa (CEAB), Monte Cristo (CEMC) e Serra da Prata (CESP).

O CEAB está localizado no município de Boa Vista e tem como coordenadas  $02^{\circ} 49' 11''$  N e  $60^{\circ} 40' 24''$  W e 85 m de altitude. O ecossistema é do tipo savana e o solo utilizado foi classificado como Latossolo Amarelo, textura arenosa.

O CEMC, também localizado no município de Boa Vista, tem como coordenadas geográficas  $02^{\circ} 56' 53''$  N e  $60^{\circ} 42' 40''$  W. O ecossistema é do tipo cerrado e o solo utilizado foi classificado como Latossolo Vermelho distrófico, textura média.

Em ambos os Campos Experimentais, Água Boa e Monte Cristo, o clima da região é do tipo Awi, segundo a classificação de Köppen, e a precipitação média anual está na faixa de 1.440 a 1.660 mm.

O CESP, localizado no município de Mucajaí, tem como coordenadas  $02^{\circ} 25' 48''$  N e  $60^{\circ} 54' 00''$  W e 70 m de altitude. O clima da região é do tipo Ami, segundo a classificação de Köppen. O ecossistema é do tipo floresta de transição e o solo utilizado foi classificado como Latossolo Amarelo. A precipitação média anual está na faixa de 1.840 a 2.090 mm.

Nas três áreas retirou-se amostras de solo da camada de 0-20 cm para a análise química e física, realizada no Laboratório de Análise de Solos e Plantas – LASP, da Embrapa Roraima, cujas características químicas e físicas estão descritas na Tabela 1.

**Tabela 1** – Características físicas e químicas do solo na camada de 0-20 cm de profundidade das áreas experimentais

Área	pH	P	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	H + Al	SB	CTCt	CTCe	V	m
		-----mg dm <sup>-3</sup> -----cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----										-----%-----
CEAB	5,5	7,95	19,55	0,85	0,35	0,03	1,40	1,25	2,7	1,3	47,2	2
CEMC	5,6	74,5	58,65	2,2	0,40	0,03	2,56	2,75	5,3	2,8	51,8	1
CESP	4,8	14,19	15,64	0,78	0,31	0,37	3,84	1,13	5,0	1,5	22,7	24,67

Granulometria				
Área	Areia	Silte	Argila	MO
	-----g kg <sup>-1</sup> -----			
CEAB	79	70	140	10,3
CEMC	ND	ND	ND	16,0
CESP	843	10	145,7	24,9

Transformação do teor de K para mg/kg, basta multiplicar o valor obtido acima por 391; pH em água; P-K = Extrator Mehlich 1; Ca-Mg-Al= Extrator KCl 1 mol/L; H+Al = Extrator acetato de Cálcio 0,5 mol/L em pH 7,0; SB = soma de base trocáveis; CTC (t) = capacidade de troca catiônica efetiva; CTC (T) = capacidade de troca catiônica a pH 7,0; V = Índice de saturação de bases; m = Índice de saturação de alumínio; MO (Matéria Orgânica) = Oxidação Na<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> + 4N + H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 10N; ND = Não Determinada.

#### 4.2. Tratamentos, Delineamento Experimental e Condução do Experimento

Os experimentos foram conduzidos no período de Julho a Setembro nos anos de 2007, 2008 e 2009, em dois, três e três ambientes, respectivamente. Em cada ano, 20 genótipos de feijão-caupi de porte semi-ereto foram avaliados, sendo que, ao final dos três anos, 23 genótipos foram avaliados. Estes foram provenientes do programa de melhoramento do feijão-caupi na Embrapa. Os 23 genótipos compreendem 16 linhagens experimentais e sete cultivares comerciais utilizadas como testemunhas.

Os ensaios referentes ao ano de 2007 foram instalados no Campo Experimental Água Boa (CEAB), no município de Boa Vista, em duas condições distintas, com inoculação e sem inoculação das sementes com bactérias do grupo rizóbio, para fixação biológica de nitrogênio. Em 2008 e 2009 os ensaios foram instalados nos Campos Experimentais Monte Cristo (CEMC), Serra da Prata (CESP) e Água Boa (CEAB), pertencentes à Embrapa Roraima, totalizando oito ambientes.

Nestes três anos de avaliação, apenas 17 dos 23 genótipos utilizados foram comuns aos oito ambientes de avaliação. Dentre os 17 genótipos seis eram cultivares comerciais e 11 eram linhagens experimentais (Tabela 2).

O delineamento experimental utilizado foi o de Blocos Casualizados, com 17 tratamentos e com quatro repetições. A área do experimento foi de 20m x 56m, totalizando 1.120m<sup>2</sup>. Cada bloco do experimento possuía área de 20m x 14m, totalizando 280m<sup>2</sup>. Cada parcela do experimento possuía quatro fileiras de 5m de comprimento cada e espaçamento entre fileiras de 0,5m, totalizando 10m<sup>2</sup>. A área útil da parcela foi de 1m x 5m, totalizando uma área útil de 5m<sup>2</sup>, correspondente às duas fileiras centrais da parcela. Dentro da fileira as sementes foram colocadas em covas espaçadas de 0,25m sendo colocadas quatro sementes por cova. Após o desbaste, realizado 10 dias após a emergência das plântulas, foram deixadas duas plantas por cova, conferindo uma densidade de 160.000 plantas por hectare.

#### 4.2.1. Campo Experimental Água Boa (CEAB)

Ano 2007.

- Os dois ensaios referentes ao ano de 2007, embora tenham sido conduzidos no Campo Experimental Água Boa, no CEAB2007C as sementes foram inoculadas com bactérias do gênero rizobium e no CEAB2007S o nitrogênio foi fornecido pela adubação nitrogenada, gerando dois ambientes distintos de avaliação.
- O plantio, realizado em 13/07/2007, foi feito sem revolvimento do solo, sendo a vegetação presente na área de instalação do ensaio dessecada 15 dias antes do plantio, utilizando-se herbicida à base de glifosato e o plantio efetuado diretamente na palhada dessa vegetação. Para controle de ervas daninhas durante o desenvolvimento da cultura, foi feita uma aplicação de herbicida em pré-emergência, produto comercial Dual Gold na dosagem de 1,0 L ha<sup>-1</sup>.



**Tabela 2** – Genótipos de feijão-caupi de porte semi-ereto avaliados nos campos experimentais da Embrapa Roraima no período de 2007 a 2009 e subclasse comercial dos grãos

Nº da linhagem	Genótipo			Subclasse comercial
	2007	2008	2009	
*21	MNC99-537F-1	MNC99-537F-1	MNC99-537F-1	BR
*22	BRS Tumucumaque	BRS Tumucumaque	BRS Tumucumaque	BR
*23	BRS Cauamé	BRS Cauamé	BRS Cauamé	BR
*24	MNC99-541F-8	MNC99-541F-8	MNC99-541F-8	BR
25 <sup>a</sup>	MNC99-557F-10	-	-	
25B	-	BRS Potengi	BRS Potengi	BR
*26	BRS Novaera	BRS Novaera	BRS Novaera	BR
*27	MNC00-553D-8-1-2-3	MNC00-553D-8-1-2-3	MNC00-553D-8-1-2-3	BR
*28	MNC99-557F-2	MNC99-557F-2	MNC99-557F-2	BR
*29	MNC01-627F-14-2	MNC01-627F-14-2	MNC01-627F-14-2	BR
*30	MNC01-627F-14-5	MNC01-627F-14-5	MNC01-627F-14-5	BR
*31	MNC03-720C-20	MNC03-720C-20	MNC03-720C-20	BR
*32	MNC03-720C-31	MNC03-720C-31	MNC03-720C-31	BR
*33	MNC03-731C-21	MNC03-731C-21	MNC03-731C-21	BR
*34	MNC03-732C-5	MNC03-732C-5	MNC03-732C-5	BR
*35	TVx5058-09C	TVx5058-09C	TVx5058-09C	BR
36 <sup>a</sup>	IT91K-118-2	-	-	BR
36B	-	MNC05-784B-38-2	MNC05-784B-38-2	BR
37 <sup>a</sup>	IT93K-93-10	-	-	BR
37B	-	MNC05-832B-234-5	MNC05-832B-234-5	BR
*38	Vaina-Blanca	Vaina-Blanca	Vaina-Blanca	FR
*39	Califórnia Blackeye-27	Califórnia Blackeye-27	Califórnia Blackeye-27	FR
*40	BRS Guariba	BRS Guariba	BRS Guariba	BR

Os genótipos em destaque, marcados com (\*), referem-se aos genótipos utilizados no presente trabalho.

Subclasse comercial: BR – Branco; FR – Fradinho.

- A adubação utilizada na área foi composta por 100,0 kg ha<sup>-1</sup> de superfosfato simples e 30,0 kg ha<sup>-1</sup> de cloreto de potássio.

Ano 2008.

- Todos os procedimentos para o plantio, realizado em 25/07/2008, foram feitos da mesma forma que no ano de 2007.
- A adubação da área foi composta por 150 kg ha<sup>-1</sup> de superfosfato simples e por 80 kg ha<sup>-1</sup> de cloreto de potássio.
- Para o controle de plantas daninhas durante o desenvolvimento da cultura foi utilizado o herbicida Dual Gold (na dosagem de 1,2 L ha<sup>-1</sup> de produto comercial) + Roundup (na dosagem de 3,0 L ha<sup>-1</sup> do produto comercial), aplicados imediatamente após o plantio.

Ano 2009.

- Todos os procedimentos para o plantio, realizado em 27/07/2009, foram feitos da mesma forma que no ano de 2007.
- A adubação da área foi composta por 130 kg ha<sup>-1</sup> de adubo formulado (N - P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - K<sub>2</sub>O) 04-28-20, contendo também 3,270% de Ca, 1,986% de S e 0,300% de Zn.
- Para o controle de plantas daninhas durante o desenvolvimento da cultura foi utilizado o herbicida Dual Gold (na dosagem de 1,0 L ha de produto comercial) + Roundup (na dosagem de 3,0 L ha do produto comercial), aplicados imediatamente após o plantio.

#### 4.2.2. Campo Experimental Monte Cristo (CEMC)

Ano 2008.

- O plantio, realizado em 31/07/2008, foi feito sem revolvimento do solo, sendo a vegetação presente na área de instalação do ensaio dessecada 15 dias antes do plantio, utilizando-se herbicida a base de glifosato e o plantio efetuado diretamente na

palhada dessa vegetação.

- A adubação da área foi composta por 200 kg ha<sup>-1</sup> de adubo formulado (N - P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - K<sub>2</sub>O) 04-28-20.

Ano 2009.

- Todos os procedimentos para o plantio, realizado em 27/07/2009, foram feitos da mesma forma que no ano de 2008.
- A adubação da área foi composta por 177 kg ha<sup>-1</sup> de adubo formulado (N - P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - K<sub>2</sub>O) 04-28-20, contendo também 3,270% de Ca, 1,986% de S e 0,300% de Zn.
- Para o controle de plantas daninhas durante o desenvolvimento da cultura foi utilizado o herbicida Verdict, na dosagem de 0,4 L ha do produto comercial, aplicado em pós emergência.

#### 4.2.3. Campo Experimental Serra da Prata (CESP)

Ano 2008.

- O preparo do solo para o plantio, realizado em 24/07/2008, foi feito de forma convencional com aração e gradagem.
- A adubação de plantio foi composta por 150 kg ha<sup>-1</sup> de superfosfato simples e 80 kg ha<sup>-1</sup> de cloreto de potássio.
- Para o controle de plantas daninhas foi utilizado Roundup na dosagem de 2,0 L ha do produto comercial, aplicado um dia antes do plantio.

Ano de 2009;

- Todos os procedimentos para o plantio, realizado em 28/07/2009, foram feitos da mesma forma que no ano de 2008.
- A adubação consistiu em 400 kg ha<sup>-1</sup> de superfosfato simples e

75 kg ha<sup>-1</sup> de cloreto de potássio.

Em todos os anos e locais, o controle de pragas foi efetuado sempre que necessário, de forma a assegurar o bom desenvolvimento da cultura.

Os genótipos foram avaliados quanto às seguintes características:

I. Início da floração (IF, em dias): número de dias transcorridos da emergência das plantas;

II. Comprimento de cinco vagens (COM5V, em cm), que corresponde à soma do comprimento de cinco vagens representativas da parcela;

III. Massa de cinco vagens (M5V, em g);

IV. Número de grãos de cinco vagens (NG5V);

V. Massa de grãos de cinco vagens (MG5V, em g);

VI. Massa de grãos na área útil da parcela, que foi corrigida para umidade padrão de 13% e transformada para produtividade (PROD, em kg ha<sup>-1</sup>);

Com base nessas variáveis foram estimadas:

VII. Massa de 100 grãos (M100G, em g) utilizando-se a fórmula:  
 $M100G = (MG5V / NG5V) \times 100$ ; e

VIII. Índice de grãos (IDG, em %), por meio da fórmula:

$$IDG = (MG5V / M5V) \times 100.$$

### 4.3. Análises Estatísticas

Os resultados foram submetidos à análise de variância individual e conjunta, porém, nas análises conjuntas eram agrupados apenas ambientes com relação entre o maior e o menor quadrado médio residual inferior a 7:1. As médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Scott-Knott no nível de 5% de probabilidade.

Posteriormente, as médias de produtividade dos genótipos foram submetidas às análises de adaptabilidade e estabilidade pelas metodologias propostas por:

- I. Eberhart e Russell (1966);
- II. Annicchiarico (1992).

Modelo de Eberhart e Russell (1966): A análise foi efetuada com base no seguinte modelo de regressão linear:

$$Y_{ij} = \beta_{0i} + \beta_{1i} \cdot I_j + \delta_{ij} + \bar{\varepsilon}_{ij}, \text{ onde:}$$

$Y_{ij}$  é a média do genótipo  $i$  no ambiente  $j$ ;

$\beta_{0i}$  é a média geral do genótipo  $i$ ;

$\beta_{1i}$  é o coeficiente de regressão linear, que mede a resposta do  $i$ -ésimo genótipo à variação do ambiente;

$I_j$  é o índice ambiental codificado;

$\delta_{ij}$  é o desvio da regressão; e

$\bar{\varepsilon}_{ij}$  é o erro experimental médio.

De acordo com essa metodologia, o genótipo ideal (amplamente adaptado) seria aquele com média geral alta, com  $\beta_{1i}$  igual à unidade e desvio da regressão ( $\delta_{ij}$ ) estatisticamente igual a zero.

Modelo de Annicchiarico (1992): O índice de confiança ( $w_i$ ), que mede a adaptabilidade e estabilidade pela metodologia de Annicchiarico (1992) é dado por:

$$w_i = \hat{\mu}_i - Z_{(1-\alpha)} \cdot \hat{\sigma}_{Zi}, \text{ onde:}$$

$\hat{\mu}_i$  é a média das médias relativas do genótipo  $i$  em cada ambiente;

$Z_{(1-\alpha)}$  é o percentil da função de distribuição normal padrão para o qual a função de distribuição acumulada atinge o valor  $1 - \alpha$ , sendo adotado  $\alpha=25\%$ ;

$\hat{\sigma}_{Zi}$  é o desvio padrão das médias relativas do genótipo  $i$  em cada ambiente.

As análises foram realizadas utilizando-se o programa computacional GENES (CRUZ, 2001).

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da análise de variância para a variável início da floração (IF, em dias) estão apresentados na Tabela 3. Na análise conjunta em quatro ambientes observou-se diferenças pelo teste F ( $P \leq 0,01$ ) para os efeitos de ambientes (A), genótipos (G) e interação genótipos x ambientes (G x A). Isso evidencia que os ambientes e genótipos apresentaram variabilidade e que os genótipos se comportaram diferencialmente nos ambientes.

Nos ambientes CEMC2009 e CEAB2009, os valores de quadrado médio residuais foram discrepantes entre si e em relação aos demais ambientes, de forma que esses dois ambientes foram avaliados separadamente obtendo-se, em ambos, efeito de genótipos altamente significativo.

O número de dias para o início da floração nos ambientes CEAB2007C, CEAB2007S, CESP2008 e CESP2009, variou de 33 a 45 dias, com média de 40 dias. No ambiente CEMC2009 o número de dias para o início da floração variou de 35 a 45 dias, com média de 40 dias, enquanto que no ambiente CEAB2009, a variação foi de 35 a 41 dias, com média de 38 dias.

Dentre os ambientes o CEAB2009 e CESP2009, obtiveram as menores médias, 38 dias (Tabela 4). O CEAB2007C obteve a maior média, com 42 dias para início da floração. Dentre os genótipos os que obtiveram as menores médias, ou seja, os genótipos mais precoces, foram as cultivares Califórnia Blackeye-27 e Vaina-Blanca, com 37 dias, embora no CESP2008 a cultivar Califórnia Blackeye-27 tenha se classificado entre as mais tardias. Já a linhagem MNC03-732C-5, foi a mais tardia com média geral de 42 dias.

A cultivar BRS Guariba obteve média de 39 dias para início da floração, valor intermediário que reflete a grande variação ocorrida nos diferentes ambientes. Esse resultado é semelhante ao obtido por VILARINHO et al. (2005), que obtiveram 40 dias para o início da floração da cultivar BRS Guariba.

Esta variável é de extrema importância porque está relacionada com a precocidade das linhagens e o que os produtores desejam, atualmente, é uma

cultivar cuja colheita possa ser antecipada liberando a área para novos cultivos, porém, sem redução de produtividade.

**Tabela 3** - Resumo da análise de variância conjunta para início da floração (IF, em dias), nos ambientes CEAB2007C, CEAB2007S, CESP2008 e CESP2009, e das análises individuais nos ambientes CEMC2009 e CEAB2009

F.V.	GL <sup>1/</sup>	Quadrado Médio		
		IF <sup>2/</sup>	IF (CEMC2009)	IF (CEAB2009)
Blocos/Ambientes ou Blocos <sup>3/</sup>	12 (3)	2,4485	0,013072	0,132400
Linhagens (L)	16 (16)	51,5005**	33,672999**	14,00368**
Ambientes (A)	3	165,9265**	-	-
L x A	48	9,778**	-	-
Resíduo	192 (48)	0,9746	0,013072	0,013070
CV (%)		2,49	0,28	1,04
Média		40	40	38
Máximo		45	45	41
Mínimo		33	35	35

<sup>1/</sup> Se referem às variáveis IF e IF (CEMC2009); e IF (CEAB2009, respectivamente); <sup>2/</sup> Análise conjunta em quatro ambientes: CEAB2007C, CEAB2007S, CESP2008 e CESP2009; <sup>3/</sup> Blocos/Ambientes nas análises conjuntas e Blocos nas análises individuais; \*\* Significativo, a 1% de probabilidade, pelo teste F.

O resultado da análise de variância conjunta para as variáveis, comprimento de cinco vagens (COM5V, em cm), massa de cinco vagens (M5V, em g), número de grãos de cinco vagens (NG5V) e massa de grãos de cinco vagens (MG5V, em g) está apresentado na Tabela 5.

Em relação a todas essas variáveis, foi obtido quadrado médio com elevada significância ( $P \leq 0,01$ ) para os efeitos de genótipos, de ambientes e da interação genótipos por ambientes, com excessão da variável COM5V e MG5V, cuja interação genótipo por ambiente foi significativa a 5%. O comprimento de cinco vagens variou de 57 a 125 cm, com média de 84 cm. Com relação aos ambientes, o que obteve maior e menor média foi, respectivamente, o ambiente CEMC2008 com 92,75 cm e CEAB2009 com 79,81 cm (Tabela 6).



**Tabela 4** – Médias do número de dias para início da floração (IF, em dias) de 17 genótipos de feijão-caupi de porte semi-ereto avaliados em Roraima no período de 2007 a 2009 em seis ambientes

Nº trat./Nº linhagem/Genótipo	Ambientes						Média Geral
	CEAB2007C	CEAB2007S	CESP2008	CEAB2009	CEMC2009	CESP2009	
16/39/Califórnia Blackeye-27	38 a	34 a	40 b	37 c	36 b	35 a	37
15/38/Vaina-Blanca	39 a	35 a	38 a	40 e	36 b	35 a	37
7/28/MNC99-557F-2	39 a	37 b	38 a	37 c	39 c	38 c	38
8/29/MNC01-627F-14-2	42 b	39 c	39 a	35 a	39 c	36 a	38
9/30/MNC01-627F-14-5	40 a	38 b	39 a	38 d	40 d	36 a	38
10/31/MNC03-720C-20	41 b	39 c	40 b	38 d	35 a	39 d	39
17/40/BRS Guariba	42 b	40 d	39 a	35 a	42 f	36 a	39
2/22/MNC99-537F-4 (BRS Tumucumaque)	41 b	40 d	40 b	37 c	40 e	36 a	39
5/26/MNC00-553D-8-1-2-2 (BRS Novaera)	44 c	41 d	40 b	40 e	40 e	36 a	40
4/24/MNC99-541F-8	42 b	41 d	40 b	37 c	42 f	40 e	40
1/21/MNC99-537F-1	44 c	41 d	39 b	35 a	45 i	39 d	40
6/27/MNC00-553D-8-1-2-3	45 c	42 e	40 b	36 b	39 c	40 e	40
14/35/TVx5058-09C	42 b	39 c	40 b	40 e	39 c	42 f	40
3/23/MNC99-541F-5 (BRS Cauamé)	42 b	42 e	40 b	38 d	43 g	40 e	41
12/33/MNC03-731C-21	44 c	44 f	40 b	37 c	40 e	42 f	41
11/32/MNC03-720C-31	43 c	43 e	40 b	40 e	44 h	37 b	41
13/34/MNC03-732C-5	45 c	44 f	39 a	40 e	44 h	42 f	42
Média	42	40	39	38	40	38	39
C.V. (%)	2,77	3,11	1,97	1,04	0,28	1,75	

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, pertencem ao mesmo grupo, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade

**Tabela 5** - Resumo da análise de variância conjunta das variáveis comprimento de cinco vagens (COM5V, em cm), número de grãos de cinco vagens (NG5V), massa de cinco vagens (M5V, em g) e massa de grãos de cinco vagens (MG5V, em g)

F.V.	GL	Quadrado Médio			
		COM5V <sup>1/</sup>	M5V <sup>1/</sup>	NG5V <sup>1/</sup>	MG5V <sup>1/</sup>
Blocos/Ambientes	21	61,67	5,71	112	5,47
Linhagens (L)	16	1307,16**	60,42**	943**	38,05**
Ambientes (A)	6	1261,01**	199,94**	1981**	172,89**
L x A	96	60,69*	4,54**	69**	3,52*
Resíduo	336	42,28	3,13	45	2,53
CV (%)		7,70	12,43	12,91	14,25
Média		84,43	14,22	52	11,15
Máximo		125	22,00	82	20
Mínimo		57	7,25	23	5

<sup>1/</sup> Análise conjunta em sete ambientes: CEAB2007C, CEAB2007S, CESP2008, CEMC2008, CEAB2009, CESP2009 e CEMC2009; \* e \*\* Significativo a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F; <sup>ns</sup> não significativo, pelo teste F, no nível de 5% de probabilidade.

Na média de todos os ambientes o genótipo que obteve maior comprimento de vagens foi a cultivar BRS Tumucumaque, com média de 99,69 cm por cinco vagens. Em todos os ambientes avaliados essa cultivar esteve entre as de maior comprimento de vagem. Dentre as linhagens, a MNC99-537F-1 foi a que obteve o maior comprimento de vagens com média de 96,91 cm por cinco vagens, tendo diferido estatisticamente da cultivar BRS Tumucumaque apenas no ambiente CEAB2007S. O tratamento que obteve o menor comprimento de vagens foi a linhagem MNC03-731C-21 com 76,67 cm por cinco vagens, e se manteve no grupo de menor comprimento de vagem em todos os ambientes.

Estes resultados diferem daqueles obtidos por VILARINHO et al. (2005), no qual observaram que a cultivar BRS Guariba obteve o maior comprimento de vagens com 100,41 cm por cinco vagens. Já a linhagem MNC99-551F-5 foi a que obteve a menor média geral com 73,11 cm por cinco vagens. Ceccon et al. (2009) obtiveram comprimento médio de vagem de 14 cm, comprimento máximo de 18 cm e 17 cm, respectivamente, para as linhagens MNC99-537F-4 e MNC99-537F-1 e, comprimento de 18,8 cm para a cultivar BRS Guariba.

O comprimento de vagens está associado à variável produtividade, pois, entende-se que quanto maior o comprimento das vagens, maior será o número e o peso dos grãos, aumentando assim a média da produtividade. Isto pôde ser verificado neste trabalho, pois, de forma geral, as linhagens e cultivares mais produtivas foram as que obtiveram maior comprimento de vagens.

Essa variável é de extrema importância, principalmente, para a produção de feijão-verde. Este é um produto que tem um grande potencial para expansão de consumo, como também para processamento industrial e todo o comércio é realizado em forma de vagem ou de grãos debulhados, sem nenhum processamento (FREIRE FILHO et al., 2007). Comercialmente há uma preferência por vagens de maior comprimento, sendo o comprimento mínimo desejado pelo mercado de 20 cm. Desta forma buscam-se linhagens que satisfaçam esta exigência de mercado.

Com relação à variável massa de cinco vagens (M5V, em g), observou-se variação de 7,85 a 22 g, com média de 14,22 g (Tabela 5).

Dentre os ambientes, a menor média, 12,06 g foi no ambiente CEAB2009 e a maior, 17,06 g no ambiente CESP2009 (Tabela 7). Dentre os genótipos a cultivar BRS Tumucumaque, obteve a maior média geral, com 17,17 g. Já entre as linhagens, a que obteve maior média, 16,11 g, foi a MNC99-537F-1. No entanto, no ambiente CESP2008, essa linhagem ficou inserida no grupo intermediário quanto à massa de cinco vagens. A média geral mais baixa foi a da cultivar Vaina-Blanca, com 11,56 g (Tabela 7).

O número de grãos de cinco vagens (NG5V) variou de 23 a 82 grãos, com média de 52 grãos (Tabela 5).

Nos ambientes a menor média foi de 41 grãos no ambiente CEAB2009 e, a maior foi de 57 grãos nos ambientes CEMC2008 e CEMC2009 (Tabela 8). Dentre os genótipos a linhagem MNC99-537F-1 obteve a maior média de número de grãos, 61, o mesmo valor obtido pela cultivar BRS Guariba. No entanto, a linhagem MNC99-537F-1 esteve em todos os ambientes no grupo de maior número de grãos por vagem, enquanto que a cultivar BRS Guariba, no CEMC2009, ficou no grupo intermediário. Os genótipos que obtiveram as menores médias gerais foram as linhagens MNC03-731C-21 e MNC00-553D-8-1-2-3 com 45 grãos por cinco vagens.

**Tabela 6** – Médias do comprimento de cinco vagens (COM5V) de 17 genótipos de feijão-caupi de porte semi-ereto avaliados em Roraima no período de 2007 a 2009 em sete ambientes

Nº trat./Nº linhagem/Genótipo	Ambientes						Média Geral	
	CEAB2007C	CEAB2007S	CEMC2008	CESP2008	CEAB2009	CEMC2009		CESP2009
2/22/BRS Tumucumaque	96,80 a	103,50 a	103,50 a	99,50 a	96,75 a	96,25 a	101,50 a	99,69
1/21/MNC99-537F-1	93,55 a	94,55 b	104,25 a	95,75 a	98,75 a	93,25 a	98,25 a	96,91
17/40/BRS Guariba	89,90 a	96,55 b	95,75 a	92,25 b	94,00 a	87,00 b	93,75 b	92,74
7/28/MNC99-557F-2	96,50 a	93,73 b	98,25 a	89,75 b	83,25 b	90,75 a	90,25 b	91,78
3/23/BRS Cauamé	83,80 b	89,85 b	103,75 a	87,25 b	83,75 b	85,25 b	88,25 b	88,84
4/24/MNC99-541F-8	78,78 b	85,23 c	96,25 a	90,25 b	74,00 b	82,75 b	73,00 c	82,89
8/29/MNC01-627F-14-2	77,13 b	88,13 c	96,50 a	79,50 c	79,75 b	68,75 d	81,50 c	81,61
14/35/TVx5058-09C	79,20 b	87,55 c	91,00 b	76,00 d	76,25 b	75,00 d	83,75 c	81,25
5/26/BRS Novaera	76,93 b	81,63 d	91,75 b	81,50 c	76,25 b	81,50 c	78,50 c	81,15
11/32/MNC03-720C-31	81,63 b	80,80 d	88,25 b	82,00 c	70,75 b	87,00 b	77,50 c	81,13
9/30/MNC01-627F-14-5	85,13 b	80,75 d	87,50 b	79,00 c	76,75 b	73,33 d	81,75 c	80,60
13/34/MNC03-732C-5	80,60 b	88,13 c	93,00 b	72,75 d	76,75 b	75,00 d	77,25 c	80,50
10/31/MNC03-720C-20	81,50 b	85,13 c	87,00 b	76,75 d	75,25 b	80,00 c	77,75 c	80,48
16/39/Califórnia Blackeye-27	80,85 b	84,88 c	86,50 b	80,25 c	79,75 b	69,00 d	81,00 c	80,32
6/27/MNC00-553D-8-1-2-3	86,38 b	78,25 d	83,75 b	83,25 c	67,00 b	78,67 c	81,25 c	79,79
15/38/Vaina-Blanca	80,70 b	76,30 d	87,75 b	79,75 c	74,75 b	75,25 d	78,50 c	79,00
12/33/MNC03-731C-21	78,63 b	78,83 d	82,00 b	75,50 d	73,00 b	73,50 d	75,25 c	76,67
Média	84,00	86,69	92,75	83,59	79,81	80,72	83,47	84,43
C.V. (%)	8,27	7,02	10,28	5,25	8,78	6,66	5,67	

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, pertencem ao mesmo grupo, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade

**Tabela 7** – Médias da massa de cinco vagens (M5V, em g) de 17 genótipos de feijão-caupi de porte semi-ereto avaliados em Roraima no período de 2007 a 2009 em sete ambientes

Nº trat./Nº linhagem/Genótipo	Ambientes							Média Geral
	CEAB2007C	CEAB2007S	CEMC2008	CESP2008	CEAB2009	CEMC2009	CESP2009	
2/22/ BRS Tumucumaque	14,84 a	16,88 a	15,23 a	18,83 a	15,44 a	18,50 a	20,50 a	17,17
1/21/MNC99-537F-1	14,24 a	14,05 a	16,21 a	16,51 b	14,24 a	17,50 a	20,00 a	16,11
17/40/ BRS Guariba	13,07 a	14,85 a	15,98 a	15,50 b	15,27 a	16,75 a	19,50 a	15,84
11/32/MNC03-720C-31	14,40 a	13,64 a	17,04 a	17,33 a	11,58 b	15,00 a	18,00 a	15,28
6/27/MNC00-553D-8-1-2-3	14,09 a	13,25 a	13,71 b	18,45 a	11,21 b	17,00 a	18,00 a	15,10
3/23/ BRS Cauamé	12,28 b	14,57 a	17,61 a	14,50 c	13,00 b	15,25 a	17,50 b	14,96
5/26/ BRS Novaera	12,81 a	14,65 a	14,83 a	15,25 b	12,79 b	17,00 a	16,00 b	14,76
7/28/MNC99-557F-2	14,15 a	13,23 a	13,74 b	15,26 b	12,07 b	16,25 a	17,00 b	14,53
4/24/MNC99-541F-8	11,48 b	14,06 a	15,73 a	16,83 b	11,27 b	16,50 a	15,75 b	14,52
10/31/MNC03-720C-20	11,82 b	13,65 a	14,15 b	14,53 c	11,24 b	16,50 a	16,00 b	13,98
12/33/MNC03-731C-21	12,09 b	11,82 b	12,26 b	14,38 c	11,44 b	15,00 a	15,75 b	13,25
13/34/MNC03-732C-5	11,42 b	14,79 a	13,64 b	13,33 c	12,04 b	12,00 b	15,50 b	13,24
14/35/TVx5058-09C	11,32 b	12,70 b	13,75 b	12,49 c	11,36 b	13,67 b	16,75 b	13,15
8/29/MNC01-627F-14-2	11,51 b	13,96 a	13,56 b	12,91 c	11,05 b	13,00 b	16,00 b	13,14
9/30/MNC01-627F-14-5	12,58 b	11,18 b	12,48 b	12,83 c	9,68 b	13,67 b	16,50 b	12,70
16/39/Califórnia Blackeye-27	10,49 b	11,99 b	12,93 b	12,59 c	11,12 b	12,00 b	16,25 b	12,48
15/38/Vaina-Blanca	10,26 b	9,54 b	11,83 b	10,88 c	10,17 b	13,25 b	15,00 b	11,56
Média	12,52	13,46	14,39	14,84	12,06	15,23	17,06	14,22
C.V. (%)	13,85	13,67	15,25	11,25	14,00	10,24	9,47	

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, pertencem ao mesmo grupo, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade

VILARINHO et al. (2005), observaram que o genótipo EVx63-10E foi o que obteve maior média geral com 74 grãos. Esta variável está intimamente relacionada à variável peso de grãos, pois, entende-se que quanto maior o número de grãos, proporcionalmente, maior será o peso dos grãos.

Com relação à massa de grãos de cinco vagens (MG5V, em g), observou-se variação de 5 a 20 g, com média de 11,15 g (Tabela 5). Dentre os ambientes, a menor média, 9,13 g, foi no ambiente CEAB2009 e, a maior, 13,96 g, no ambiente CESP2009 (Tabela 9). O genótipo que obteve a maior média foi a cultivar BRS Tumucumaque, com 13,47 g, enquanto que a linhagem que obteve a maior média foi a MNC99-537F-1, com 12,65 g. Ambas foram classificadas no grupo de maior massa de grãos em todos os ambientes avaliados, sendo que nos ambientes CEAB2007C, CEAB2009 e CESP2009 esses dois genótipos mais a cultivar BRS Guariba foram os únicos que fizeram parte do grupo de maior massa de grãos. Já a média geral mais baixa foi a da cultivar Vaina-Blanca, com 9,64 g.

O resultado da análise de variância conjunta para as variáveis produtividade de grãos (PROD, em  $\text{kg ha}^{-1}$ ) e índice de grãos está apresentado na Tabela 10. Observou-se diferenças pelo teste F ( $P \leq 0,01$ ) para os efeitos de ambientes (A), genótipos (G) e interação genótipos x ambientes (G x A) para ambas as variáveis, com exceção da interação genótipos por ambientes para a variável IDG1 e de genótipos para a variável IDG2, que foram não significativas ( $P > 0,05$ ). Isso evidencia que, quanto à produtividade de grãos, os ambientes e genótipos apresentaram variabilidade e que os genótipos apresentam desempenho diferencial nos ambientes. Interação G x A altamente significativa também foi observada por Freire Filho et al. (2001) e Rocha et al. (2007) em estudos realizados no Nordeste brasileiro e, por Vilarinho et al. (2005), no Estado de Roraima. Esses estudos envolvendo genótipos de porte semi-ereto demonstraram que os fatores de ambientes e anos agrícolas têm influência no desempenho produtivo dos genótipos avaliados. A média de produtividade obtida nos ensaios foi de  $1.250 \text{ kg ha}^{-1}$ , com o valor máximo de  $2.728 \text{ kg ha}^{-1}$  e mínimo de  $130 \text{ kg ha}^{-1}$ .

O ambiente CEAB2007C apresentou a maior produtividade, com média de  $1.683 \text{ kg ha}^{-1}$  e o ambiente CEAB2009 a menor produtividade, com média de  $500 \text{ kg ha}^{-1}$  (Tabela 11).

**Tabela 8** – Médias do número de grãos de cinco vagens (NG5V) de 17 genótipos de feijão-caupi de porte semi-ereto avaliados em Roraima no período de 2007 a 2009 em sete ambientes

Nº trat./Nº linhagem/Genótipo	Ambientes							Média Geral
	CEAB2007C	CEAB2007S	CEMC2008	CESP2008	CEAB2009	CEMC2009	CESP2009	
1/21/MNC99-537F-1	60 a	60 a	69 a	62 a	50 a	66 a	63 a	61
17/40/BRS Guariba	59 a	62 a	70 a	60 a	56 a	59 b	64 a	61
2/22/BRS Tumucumaque	59 a	66 a	59 b	62 a	46 a	68 a	63 a	60
14/35/TVx5058-09C	60 a	62 a	61 b	58 a	49 a	65 a	61 a	59
3/23/BRS Cauamé	54 a	66 a	70 a	52 b	45 a	55 c	61 a	57
4/24/MNC99-541F-8	48 b	58 a	61 b	59 a	37 b	68 a	49 b	54
16/39/Califórnia Blackeye-27	51 b	55 a	56 c	52 b	46 a	51 c	54 b	52
7/28/MNC99-557F-2	51 b	48 b	60 b	51 b	38 b	63 b	49 b	51
10/31/MNC03-720C-20	50 b	56 a	56 c	48 b	36 b	57 c	47 b	50
9/30/MNC01-627F-14-5	54 a	44 b	54 c	48 b	36 b	55 c	51 b	49
5/26/BRS Novaera	45 b	48 b	55 c	50 b	39 b	59 b	47 b	49
15/38/Vaina-Blanca	51 b	46 b	48 c	44 b	44 a	53 c	49 b	48
8/29/MNC01-627F-14-2	44 b	54 a	52 c	49 b	41 b	47 c	46 b	47
11/32/MNC03-720C-31	48 b	45 b	60 b	50 b	32 b	51 c	44 b	47
13/34/MNC03-732C-5	46 b	57 a	54 c	43 b	41 b	46 c	45 b	47
12/33/MNC03-731C-21	47 b	46 b	48 c	47 b	35 b	50 c	45 b	45
6/27/MNC00-553D-8-1-2-3	46 b	42 b	44 c	52 b	30 b	58 b	45 b	45
Média	51	54	57	52	41	57	52	52
C.V. (%)	13,75	15,95	11,77	10,16	16,52	9,80	12,57	

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, pertencem ao mesmo grupo, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade

**Tabela 9** – Médias da massa de grãos de cinco vagens (MG5V, em g) de 17 genótipos de feijão-caupi de porte semi-ereto avaliados em Roraima no período de 2007 a 2009 em sete ambientes

Nº trat./Nº linhagem/Genótipo	Ambientes							Média Geral
	CEAB2007C	CEAB2007S	CEMC2008	CESP2008	CEAB2009	CEMC2009	CESP2009	
2/22/BRS Tumucumaque	11,70 a	13,55 a	12,50 a	13,73 a	11,81 a	14,50 a	16,50 a	13,47
17/40/BRS Guariba	10,57 a	12,01 a	12,94 a	14,25 a	11,84 a	13,25 a	16,00 a	12,98
1/21/MNC99-537F-1	11,32 a	10,94 a	13,19 a	11,66 a	10,96 a	14,00 a	16,50 a	12,65
5/26/BRS Novaera	9,91 b	11,34 a	12,06 a	13,50 a	9,54 b	13,50 a	13,50 b	11,91
3/23/BRS Cauamé	9,54 b	11,61 a	13,64 a	13,00 a	9,23 b	12,00 a	14,25 b	11,89
6/27/MNC00-553D-8-1-2-3	10,53 a	10,23 a	10,52 b	13,11 a	8,29 b	13,67 a	14,50 b	11,55
11/32/MNC03-720C-31	11,11 a	10,52 a	13,59 a	12,25 a	8,34 b	12,00 a	13,00 b	11,54
4/24/MNC99-541F-8	8,77 b	11,02 a	12,71 a	12,24 a	8,23 b	13,00 a	13,25 b	11,32
7/28/MNC99-557F-2	10,83 a	10,06 a	10,21 b	10,46 b	8,83 b	12,50 a	14,00 b	10,99
10/31/MNC03-720C-20	9,32 b	10,81 a	11,65 a	10,04 b	8,37 b	13,00 a	13,25 b	10,92
12/33/MNC03-731C-21	9,53 b	9,35 a	9,99 b	10,01 b	8,82 b	12,50 a	13,25 b	10,49
14/35/TVx5058-09C	9,05 b	10,42 a	10,81 b	8,85 b	8,94 b	11,33 b	14,00 b	10,48
16/39/Califórnia Blackeye-27	8,63 b	10,09 a	11,03 b	9,69 b	9,33 b	9,75 b	13,50 b	10,29
13/34/MNC03-732C-5	8,53 b	11,40 a	10,65 b	8,16 b	8,95 b	10,00 b	12,75 b	10,06
9/30/MNC01-627F-14-5	9,62 b	8,26 a	9,73 b	8,55 b	7,22 b	10,67 b	14,00 b	9,72
8/29/MNC01-627F-14-2	8,64 b	10,62 a	9,09 b	9,09 b	8,29 b	9,75 b	12,50 b	9,71
15/38/Vaina-Blanca	8,89 b	8,36 a	10,19 b	7,85 b	8,16 b	11,50 b	12,50 b	9,64
Média	9,79	10,62	11,44	10,97	9,13	12,17	13,96	11,15
C.V. (%)	15,13	14,13	17,69	13,22	16,96	12,25	11,14	

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, pertencem ao mesmo grupo, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade



**Tabela 10** - Resumo da análise de variância conjunta para produtividade de grãos (PROD, em kg ha<sup>-1</sup>) e índice de grãos (IDG)

F.V.	GL <sup>1/</sup>	Quadrado Médio		
		PROD <sup>2/</sup>	IDG1 <sup>3/</sup>	IDG2 <sup>4/</sup>
Blocos/Ambientes	24 (12) (9)	210,394	13,0435	38,7984
Linhagens (L)	16 (16) (16)	1011499**	116,7301**	169,3826 <sup>ns</sup>
Ambientes (A)	7 (3) (2)	10423759**	248,2264**	1204,6152**
L x A	112 (48) (32)	154835**	13,5532 <sup>ns</sup>	116,7459**
Resíduo	384 (192) (144)	87,475	9,7968	44,3250
CV (%)		23,66	4	7,10
Média		1.250	78	78
Máximo		2.728	92	94
Mínimo		130	58	36

<sup>1/</sup> Se referem às variáveis PROD; IDG1; e IDG2, respectivamente; <sup>2/</sup> Análise conjunta em todos os 8 ambientes de avaliação; <sup>3/</sup> Análise conjunta da variável IDG em quatro ambientes: CEAB2007C, CEAB2007S, CEAB2009 e CEMC2009; <sup>4/</sup> Análise conjunta da variável IDG em três ambientes: CEMC2008, CESP2008 e CESP2009; \*\* e <sup>ns</sup> Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F; <sup>ns</sup> Não significativo, pelo teste F, no nível de 5% de probabilidade.

A maior média de produtividade foi obtida no ambiente CEAB2007C (Tabela 11). Já no ambiente CEAB2009, de uma forma geral, os genótipos apresentaram médias muito baixas, quando comparadas aos outros ambientes. O fraco desempenho dos genótipos neste ambiente foi devido às condições climáticas adversas, destacando-se a escassez de chuva, que afetaram a região durante o período de realização do experimento. Na média de todos os ambientes a cultivar BRS Novaera se destacou como o melhor tratamento com produtividade de 1.463 kg ha<sup>-1</sup>. Dentre as linhagens, a que se mostrou mais produtiva e com média geral muito próxima à da cultivar BRS Novaera foi a linhagem MNC99-537F-1, com 1.434 kg ha<sup>-1</sup> e, a menos produtiva foi a MNC01-627F-14-5, com 844 kg ha<sup>-1</sup>.

Correa et al. (2009), avaliando esse mesmo conjunto de genótipos, obtiveram resultados similares em estudos realizados no Estado do Mato Grosso do Sul. Nesses estudos as cultivares BRS Novaera e BRS Cauamé (MNC99-541F-5) e a linhagem MNC99-537F-1 obtiveram produtividade de grãos secos acima de 1.500 kg ha<sup>-1</sup>, enquanto a linhagem MNC99-557F-2 obteve a menor média de produtividade com média abaixo de 800 kg ha<sup>-1</sup>. Esta linhagem no presente trabalho, embora com uma das menores médias de produtividade, manteve o nível de produtividade acima dos 1.000 kg ha<sup>-1</sup>.

Em outro estudo avaliando o mesmo grupo de genótipos realizado por Ceccon et al. (2009) na cidade de Dourados, as linhagens MNC99-537F-4 e MNC99-542F-5 obtiveram as maiores médias de produtividade, com 1.174 kg ha<sup>-1</sup> e 1.107 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Dentre as cultivares, a que obteve maior média foi a BRS Guariba com 582 kg ha<sup>-1</sup> e a cultivar Vaina Blanca obteve a menor média com 36 kg ha<sup>-1</sup>. Os autores justificaram que o fraco desempenho dos tratamentos foi decorrente de uma grande infestação de pragas e doenças somadas a um controle fitossanitário tardio.

Quanto à variável índice de grãos (IDG), que corresponde à relação entre a massa dos grãos e a massa das vagens, o que se busca são genótipos com o valor do IDG o mais elevado possível, pois, o que se comercializa são os grãos. Mesmo nos casos de produção de feijão-caupi para comercialização do grão verde, situação na qual o produtor comercializa as vagens, o produto normalmente vendido ao consumidor final são os grãos verdes já debulhados. Além disso, existe uma tendência de maior facilidade de debulha à medida que o índice de grãos aumenta. O índice de grãos variou de 36 a 94%, sendo a média de 78% (Tabela 10).

O ambiente com menor média, 73,68%, foi o CESP2008, já o ambiente CESP2009 obteve maior índice de grãos com média de 81,89% (Tabela 12). Dentre os genótipos a cultivar BRS Guariba, obteve maior média geral do índice de grãos, de 85,18%, não diferindo estatisticamente das cultivares BRS Novaera e BRS Cauamé em nenhum dos ambientes. Dentre as linhagens, a que obteve o maior índice de grãos foi a MNC99-541F-8, com média geral de 79,07%, porém, quando se compara as médias em cada ambiente, nem sempre essa linhagem se classificou no grupo de maior índice de grãos. A linhagem MNC01-627F-14-2, com média geral de 71,93%, foi a que apresentou o menor índice de grãos, embora em dois ambientes (CEMC2008 e CESP2009) não tenha diferido estatisticamente dos demais genótipos.

**Tabela 11** – Médias da variável produtividade de grãos (PROD, em kg ha<sup>-1</sup>) obtida em 17 genótipos de feijão-caupi de porte semi-ereto avaliados em Roraima no período de 2007 a 2009 em oito ambientes

Nº trat./Nº linhagem/Genótipo	Ambientes								Média Geral
	CEAB2007C	CEAB2007S	CEAB 2008	CEMC2008	CESP2008	CEAB2009	CEMC2009	CESP2009	
5/26/BRS Novaera	2.009 a	2.158 a	1.398 a	1.444 a	1.050 a	538 a	1.280 a	1.825 a	1.463
1/21/MNC99-537F-1	2.142 a	1.691 a	1.944 a	1.660 a	775 a	695 a	1.223 a	1.345 c	1.434
3/23/BRS Cauamé	1.994 a	1.928 a	1.800 a	1.282 b	1.075 a	458 b	1.333 a	1.480 b	1.419
2/22/BRS Tumucumaque	1.852 a	1.915 a	1.621 a	1.638 a	905 a	623 a	1.153 a	1.640 b	1.418
11/32/MNC03-720C-31	1.975 a	1.726 a	1.663 a	1.282 b	985 a	420 b	1.050 a	2.105 a	1.401
17/40/BRS Guariba	2.148 a	1.621 b	1.346 a	1.457 a	955 a	635 a	1.480 a	1.485 b	1.391
14/35/TVx5058-09C	1.648 b	1.836 a	1.292 a	1.638 a	940 a	595 a	1.350 a	1.530 b	1.353
6/27/MNC00-553D-8-1-2-3	2.082 a	2.118 a	1.356 a	1.338 b	965 a	508 b	673 a	1.715 b	1.344
4/24/MNC99-541F-8	1.677 b	1.432 b	1.546 a	1.579 a	890 a	608 a	1.243 a	1.465 b	1.305
15/38/Vaina-Blanca	1.540 b	1.420 b	1.317 a	1.382 a	910 a	428 b	1.243 a	1.480 b	1.215
10/31/MNC03-720C-20	1.604 b	1.371 b	1.388 a	991 b	885 a	600 a	1.315 a	1.530 b	1.210
16/39/Califórnia Blackeye-27	1.532 b	1.576 b	1.347 a	1.266 b	855 a	470 b	1.023 a	1.375 c	1.180
7/28/MNC99-557F-2	1.503 b	1.486 b	1.036 b	1.479 a	935 a	413 b	1.230 a	1.190 c	1.159
8/29/MNC01-627F-14-2	1.521 b	1.352 b	783 b	1.338 b	750 a	463 b	1.015 a	1.265 c	1.061
13/34/MNC03-732C-5	1.167 c	1.367 b	1.424 a	1.013 b	760 a	250 b	900 a	1.235 c	1.014
12/33/MNC03-731C-21	1.112 c	1.137 b	1.143 b	1.007 b	845 a	335 b	1.193 a	1.210 c	998
9/30/MNC01-627F-14-5	1.102 c	1.219 b	580 b	1.182 b	720 a	468 b	1.050 a	755 d	884
Média do amb.	1.683	1.609	1.352	1.351	894	500	1.162	1.449	1.250
CV (%)	20,34	22,89	25,79	20,37	23,26	28,31	29,58	19,07	23,66

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, pertencem ao mesmo grupo, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade

**Tabela 12** – Médias da variável índice de grãos (IDG, em %) de 17 genótipos de feijão-caupi de porte semi-ereto avaliados em Roraima no período de 2007 a 2009 em sete ambientes

Nº trat./Nº linhagem/Genótipo	Ambientes				Média Geral
	Conj. <sup>1</sup>	CEMC 2008	CESP 2008	CESP 2009	
17/40/BRS Guariba	79,54 c	81,33 a	91,88 a	82,33 a	81,96
5/26/BRS Novaera	77,12 c	81,38 a	88,75 a	84,10 a	80,39
3/23/BRS Cauamé	76,40 d	77,43 a	90,09 a	81,23 a	79,19
16/39/Califórnia Blackeye-27	82,51 b	85,16 a	76,83 b	83,20 a	82,18
15/38/Vaina-Blanca	85,39 a	86,25 a	71,86 b	83,30 a	83,28
4/24/MNC99-541F-8	76,63 d	80,55 a	72,72 b	83,93 a	77,67
12/33/MNC03-731C-21	79,48 c	81,40 a	69,51 b	84,13 a	78,99
2/22/BRS Tumucumaque	78,31 c	82,06 a	72,68 b	80,23 a	78,32
10/31/MNC03-720C-20	77,77 c	82,25 a	69,17 b	83,13 a	77,95
1/21/MNC99-537F-1	78,54 c	81,46 a	70,12 b	82,40 a	78,31
14/35/TVx5058-09C	80,83 b	78,00 a	70,84 b	83,75 a	79,42
9/30/MNC01-627F-14-5	75,78 d	77,90 a	66,05 b	84,95 a	76
7/28/MNC99-557F-2	75,62 d	73,63 a	68,20 b	82,23 a	75,22
11/32/MNC03-720C-31	76,38 d	79,72 a	70,67 b	72,38 a	75,47
13/34/MNC03-732C-5	77,25 d	77,78 a	61,78 b	82,25 a	75,83
6/27/MNC00-553D-8-1-2-3	76,47 d	76,69 a	70,91 b	80,63 a	76,3
8/29/MNC01-627F-14-2	75,18 d	67,30 a	70,58 b	77,93 a	73,79
Média	78,19	79,43	73,68	81,89	78,25
C.V. (%)	4,00	7,68	6,84	6,72	

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, pertencem ao mesmo grupo, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade

<sup>1</sup> Envolve os ambientes CEAB2007C, CEAB2007S, CEMC2009 e CEAB2009

Os resultados das análises de variância conjuntas para a variável massa de cem grãos (M100G, em g), estão apresentados na Tabela 13. Observou-se quadrado médio significativo, pelo teste F ( $P \leq 0,01$ ), para o efeito de genótipos, ambientes e da interação genótipos com ambientes na análise conjunta envolvendo os ambientes CEAB2007C, CEAB2007S, CEMC2008, CESP2008, CEAB2009 e CEMC2009 (M100G1). Isso evidencia que os ambientes e genótipos apresentaram variabilidade e que os genótipos se comportaram diferencialmente nos ambientes. Na análise envolvendo apenas o ambiente CESP2009 (M100G2), foi verificado efeito significativo para genótipos. A massa de cem grãos variou de 9,09 a 38,1 g.

**Tabela 13** - Resumo da análise de variância conjunta para massa de cem grãos (M100G, em g)

F.V.	GL <sup>1/</sup>	Quadrado Médio	
		M100G1 <sup>2/</sup>	M100G2 <sup>3/</sup>
Blocos/Ambientes ou Blocos <sup>4/</sup>	18 (3)	6,6658	23,4805
Linhagens (L)	16 (16)	104,8828**	23,7263*
Ambientes (A)	5	96,4503**	-
L x A	80	7,9573**	-
Resíduo	288 (48)	3,8325	11,9529
CV (%)		9,44	12,62
Média		20,74	27,39
Máximo		33,13	38,10
Mínimo		9,09	21,30

<sup>1/</sup> Referem-se às variáveis M100G1 e M100G2, respectivamente; <sup>2/</sup> Análise conjunta em seis ambientes: CEAB2007C, CEAB2007S, CEMC2008, CESP2008, CEAB2009 e CEMC2009; <sup>3/</sup> Análise no ambiente CESP2009; <sup>4/</sup> Blocos/Ambientes para M100G1 e Blocos para M100G2; \*\* Significativo, pelo teste F, no nível de 1% de probabilidade; <sup>ns</sup> Não significativo, pelo teste F, no nível de 5% de probabilidade

Dentre os genótipos a linhagem com maior média geral foi a MNC00-553D-8-1-2-3, com 25,9 g, não diferindo estatisticamente da linhagem MNC03-720C-31, com 24,7 g, e nem da cultivar BRS Novaera, com 24,6 g, em nenhum dos ambientes (Tabela 14). Para corroborar com os dados obtidos no presente trabalho, Lima et al. (2009) verificaram que esta mesma linhagem, MNC00-553D-8-1-2-3, obteve o maior valor médio, com 22,70 g. A linhagem que obteve a menor média geral foi a TVx5058-09C, com 17,9 g, embora só tenha sido estatisticamente diferente das demais no ambiente CEAB2007C. Dentre as cultivares, a BRS Novaera foi a que obteve maior média, seguida pela BRS

Tumucumaque, da qual diferiu estatisticamente em três dos sete ambientes avaliados. Este parâmetro tem sido levado em consideração na seleção de genótipos em função de uma certa preferência que o mercado consumidor tem demonstrado pelo feijão-caupi com grãos de maior tamanho por ocasião da comercialização.

Levando-se em consideração todas as variáveis estudadas e o desempenho dos seis melhores genótipos em cada variável foram identificados aqueles que estiveram posicionados entre os seis melhores em um maior número de variáveis. Destacaram-se as cultivares BRS Cauamé, BRS Tumucumaque e BRS Guariba, que foram melhores em seis das oito variáveis estudadas. A linhagem MNC99-537F-1 foi a que mais se aproximou das melhores cultivares, estando entre os seis melhores genótipos em cinco das oito variáveis. Já a cultivar BRS Novaera e a linhagem MNC03-720C-31 estiveram entre as seis melhores médias em quatro das oito variáveis estudadas.

A variável produtividade de grãos foi correlacionada positivamente com as variáveis massa de cinco vagens, número de grãos de cinco vagens e massa de grãos de cinco vagens, com correlações de 0,667, 0,548 e 0,757, respectivamente (Tabela 15). O mesmo ocorreu com a variável comprimento de cinco vagens, com correlações de 0,772, 0,788 e 0,779, respectivamente. As variáveis massa de cinco vagens, número de grãos de cinco vagens e massa de grãos de cinco vagens foram correlacionadas entre si.

Utilizando as médias de produtividade dos genótipos nos oito ambientes foi feito um estudo de adaptabilidade e estabilidade pelas metodologias de Annicchiarico (1992) (Tabela 16) e Eberhart e Russell (1966) (Tabela 17).

Pela metodologia de Annicchiarico (1992), as linhagens MNC99-537F-1, MNC99-541F-8 e TVx5058-09C e as cultivares BRS Tumucumaque, BRS Cauamé, BRS Novaera e BRS Guariba foram as de ampla adaptabilidade e estabilidade produtiva, uma vez que apresentaram valores de índice de confiança ( $w_i$ ) maiores que 100 tanto na análise geral (em todos os ambientes) quanto nas análises para ambientes favoráveis (com índice ambiental positivo) e desfavoráveis (com índice ambiental negativo).

Nos ambientes favoráveis (CEAB2007C, CEAB2007S, CEAB2008, CEMC2008 e CESP2009) as linhagens MNC99-537F-1, MNC99-541F-8, MNC00-553D-8-1-2-3, MNC03-720C-31 e TVx5058-09C e as cultivares BRS Tumucumaque, BRS Cauamé, BRS Novaera e BRS Guariba, foram as mais recomendadas, sendo que as linhagens MNC00-553D-8-1-2-3 e MNC03-720C-31 são recomendadas especificamente para ambientes favoráveis.

Nos ambientes desfavoráveis (CESP2008, CEAB2009 e CEMC2009) as linhagens mais indicadas foram MNC99-537F-1, MNC99-541F-8, MNC03-720C-20 e TVx5058-09C e as cultivares BRS Tumucumaque, BRS Cauamé, BRS Novaera e BRS Guariba, sendo a linhagem MNC03-720C-20 adaptada especificamente a ambientes desfavoráveis.

Já pela metodologia de Eberhart e Russell (1966), as cultivares BRS Cauamé e BRS Novaera e as linhagens MNC00-553D-8-1-2-3 e MNC03-720C-31 apresentaram taxas de resposta significativamente diferente de 1,0 ( $P < 0,05$ ) (Tabela 17). Entretanto, apenas as cultivares BRS Cauamé e BRS Novaera apresentaram desvios da regressão ( $s^2_{di}$ ) não significativos, sendo genótipos adaptados especificamente para ambientes favoráveis, uma vez que os valores de  $\beta_{1i}$  foram maiores que a unidade. Esses genótipos respondem bem à melhoria do ambiente, mas apresentam grande perda de produtividade quando as condições de cultivo são ruins.

As linhagens MNC01-627F-14-5 e MNC03-731C-21 também apresentaram taxas de resposta significativamente diferente de 1,0 ( $P < 0,01$ ), sendo, porém, genótipos adaptados especificamente para ambientes desfavoráveis, uma vez que os valores de  $\beta_{1i}$  foram menores que a unidade. Esses genótipos não respondem bem à melhoria do ambiente, porém, não apresentam grandes reduções de produtividade quando as condições de cultivo são ruins. No entanto, ambas as linhagens apresentam média de produtividade abaixo da média geral de todos os genótipos e a linhagem MNC01-627F-14-5 ainda apresentou desvios da regressão significativos, não sendo indicadas para cultivo.

**Tabela 14** – Médias da massa de cem grãos (M100G, em g) estimada com base na massa dos grãos de cinco vagens (MG5V, em g) de 17 genótipos de feijão-caupi de porte semi-ereto avaliados em Roraima no período de 2007 a 2009 em sete ambientes

Nº trat./Nº linhagem/Genótipo	Ambientes							Média Geral
	CEAB2007C	CEAB2007S	CEMC2008	CESP2008	CEAB2009	CEMC2009	CESP2009	
6/27/MNC00-553D-8-1-2-3	22,8 a	24,6 a	25,1 a	25,5 a	27,7 a	23,5 a	32,4 a	25,9
11/32/MNC03-720C-31	23,3 a	23,2 a	22,7 a	24,5 a	26,0 a	23,5 a	30,0 a	24,7
5/26/BRS Novaera	22,2 a	23,5 a	22,2 a	27,2 a	24,6 a	22,9 a	29,4 a	24,6
12/33/MNC03-731C-21	20,3 b	20,6 c	21,2 a	21,4 b	25,6 a	24,9 a	29,8 a	23,4
2/22/BRS Tumucumaque	19,9 c	20,7 c	21,3 a	22,0 b	26,2 a	21,1 a	26,6 a	22,5
10/31/MNC03-720C-20	18,7 c	19,2 c	20,7 a	21,1 b	24,0 a	22,9 a	28,5 a	22,2
7/28/MNC99-557F-2	21,1 b	21,3 b	17,0 b	20,6 b	23,2 a	19,8 b	28,5 a	21,6
13/34/MNC03-732C-5	18,6 c	20,4 c	19,7 b	19,2 c	22,2 b	21,7 a	28,6 a	21,5
17/40/BRS Guariba	18,0 c	19,5 c	18,5 b	23,7 a	21,3 b	22,7 a	25,0 a	21,2
4/24/MNC99-541F-8	18,2 c	19,2 c	20,8 a	21,0 b	22,6 b	19,1 b	27,0 a	21,1
3/23/BRS Cauamé	17,6 c	17,9 c	19,7 b	25,4 a	20,4 b	22,0 a	23,5 a	20,9
8/29/MNC01-627F-14-2	19,6 c	19,8 c	17,9 b	18,7 c	20,5 b	21,3 a	27,6 a	20,8
1/21/MNC99-537F-1	18,7 c	18,5 c	19,2 b	18,7 c	21,8 b	21,4 a	26,4 a	20,7
15/38/Vaina-Blanca	17,4 c	18,2 c	21,1 a	17,8 c	18,8 b	21,8 a	26,0 a	20,2
9/30/MNC01-627F-14-5	17,8 c	18,7 c	18,0 b	17,6 c	20,0 b	19,4 b	28,3 a	20,0
16/39/Califórnia Blackeye- 27	16,9 d	18,5 c	19,8 b	18,6 c	20,4 b	18,7 b	25,3 a	19,7
14/35/TVx5058-09C	14,9 e	16,9 c	17,7 b	15,2 c	18,1 b	17,4 b	23,0 a	17,6
Média	19,2	20,0	20,1	21,1	22,6	21,4	27,4	21,7
C.V. (%)	6,18	7,81	12,34	10,27	9,50	8,95	12,62	

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, pertencem ao mesmo grupo, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade



**Tabela 15** - Acima da diagonal, correlações entre as variáveis comprimento de cinco vagens (COMP5V, em cm), massa de cinco vagens (M5V, em g), número de grãos de cinco vagens (NG5V), massa de grãos de cinco vagens (MG5V, em g), estimativa da massa de 100 grãos (M100G, em g), índice de grãos (IDG, em %) e produtividade de grãos (PROD, em kg ha<sup>-1</sup>) obtidas a partir de 17 genótipos de feijão-caupi avaliados em Roraima no período de 2007 a 2009. Abaixo da diagonal, valores de probabilidade pelo teste t de Student calculados para o teste da nulidade das correlações

	PROD	M5V	NG5V	MG5V	M100G	IDG	PROD
COMP5V	-	0,772**	0,788**	0,779**	-0,095 <sup>ns</sup>	0,0186 <sup>ns</sup>	0,468 <sup>ns</sup>
M5V	0,000279	-	0,540*	0,953**	0,443 <sup>ns</sup>	-0,146 <sup>ns</sup>	0,667**
NG5V	0,000171	0,025492	-	0,653**	-0,476 <sup>ns</sup>	0,343 <sup>ns</sup>	0,548*
MG5V	0,000229	0,000000	0,004476	-	0,351 <sup>ns</sup>	0,160 <sup>ns</sup>	0,757**
M100G	0,716555	0,075445	0,054062	0,167646	-	-0,262 <sup>ns</sup>	0,228 <sup>ns</sup>
IDG	0,945118	0,577116	0,178938	0,538174	0,310342	-	0,319 <sup>ns</sup>
PROD	0,058268	0,003428	0,022642	0,000432	0,377214	0,213223	-

\* e \*\* Significativos pelo teste t de Student, nos níveis de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente; <sup>ns</sup> Não significativo pelo teste t de Student no nível de 5% de probabilidade.

Dentre os genótipos com valores de  $\beta_{1i}$  estatisticamente igual à unidade, as cultivares BRS Tumucumaque e BRS Guariba e as linhagens MNC99-541F-8 e TVx5058-09C, também apresentaram média de produtividade acima da média geral,  $R^2$  superior a 80% e desvios da regressão ( $s^2_{di}$ ) não significativos, sendo classificados como de ampla adaptabilidade e estabilidade produtiva.

Comparando os resultados obtidos com as duas metodologias, verificamos que os seis genótipos recomendados para cultivo pela metodologia de Eberhart e Russell (1966) também o foram pela metodologia de Annicchiarico (1992). No entanto, as cultivares BRS Cauamé e BRS Novaera, classificadas como de ampla adaptabilidade pela metodologia de Annicchiarico (1992), foram classificadas como de adaptabilidade específica a ambientes favoráveis, pela metodologia de Eberhart e Russell (1966). Além disso, quatro genótipos recomendados como amplamente adaptados pela metodologia de Annicchiarico (1992), não o foram pela metodologia de Eberhart e Russel (1966), por apresentarem desvios da regressão significativos.

**Tabela 16** – Valores  $W_i$  (índice que mede a adaptabilidade e estabilidade pela metodologia de Annicchiarico, 1992) dos 17 genótipos de feijão-caupi avaliadas considerando ambiente geral ( $W_{iG}$ ), ambientes desfavoráveis ( $W_{iD}$ ) e ambientes favoráveis ( $W_{iF}$ ); e média de produtividade de grãos (em  $\text{kg ha}^{-1}$ ) de cada linhagem em cada grupo de ambientes, geral ( $M_G$ ), favoráveis ( $M_F$ ) e desfavoráveis ( $M_D$ )

Nº trat./Cód. linhagem/Genótipo	$M_G$	$W_{iG}$	$M_F$	$W_{iF}$	$M_D$	$W_{iD}$
1/21/MNC99-537F-1	1434,39	109,59	1756,52	112,96	897,50	103,04
2/22/BRS Tumucumaque	1418,11	110,96	1732,98	115,35	893,33	104,45
3/23/BRS Cauamé	1418,51	107,94	1696,62	109,53	955,00	104,63
4/24/MNC99-541F-8	1304,76	103,14	1539,61	101,05	913,33	106,27
5/26 BRS Novaera	1462,74	112,71	1766,88	114,44	955,83	110,28
6/27/MNC00-553D-8-1-2-3	1344,30	98,91	1721,71	110,66	715,28	81,69
7/28/MNC99-557F-2	1158,80	89,45	1338,59	86,55	859,17	94,04
8/29/MNC01-627F-14-2	1060,79	81,99	1251,76	79,51	742,50	86,72
9/30/MNC01-627F-14-5	884,38	68,46	967,51	59,86	745,83	86,28
10/31/MNC03-720C-20	1210,41	95,20	1376,66	88,79	933,33	107,78
11/32/MNC03-720C-31	1400,71	103,61	1750,13	112,41	818,33	91,11
12/33/MNC03-731C-21	997,54	76,79	1121,56	73,65	790,83	82,93
13/34/MNC03-732C-5	1014,43	74,70	1241,09	80,21	636,67	65,78
14/35/TVx5058-09C	1353,49	106,69	1588,59	103,92	961,67	111,43
15/38/Vaina-Blanca	1214,89	94,87	1427,82	94,60	860,00	95,00
16/39/Califórnia Blackeye-27	1180,35	93,34	1419,07	94,50	782,50	91,44
17/40/BRS Guariba	1390,87	108,97	1611,39	104,48	1023,33	117,17
Médias	1250		1489		852	

**Tabela 17** – Média geral, coeficiente de regressão linear ( $\beta_i$ ), desvios da regressão linear ( $s^2d_i$ ) e coeficiente de determinação ( $R^2$ ) referentes à produtividade (PROD, em  $\text{kg ha}^{-1}$ ) de 17 genótipos de feijão-caupi de porte semiereto avaliados em Roraima no período de 2007 a 2009 em sete ambientes

Nº trat./Cód. linhagem/Genótipo	Médias	$\beta_1$	$s^2d$	$R^2$ (%)
1/21/MNC99-537F-1	1434,39	1,18 NS	48927 **	77,79
2/22/(BRS Tumucumaque	1418,11	1,17 NS	-10057 NS	95,40
3/23 (BRS Cauamé	1418,51	1,23 *	8905 NS	89,78
4/24/MNC99-541F-8	1304,76	0,90 NS	-4422 NS	89,27
5/26 (BRS Novaera	1462,74	1,31 *	507 NS	93,21
6/27/MNC00-553D-8-1-2-3	1344,30	1,39 *	61068 **	80,67
7/28/MNC99-557F-2	1158,80	0,86 NS	4444 NS	83,48
8/29/MNC01-627F-14-2	1060,79	0,85 NS	8368 NS	80,87
9/30/MNC01-627F-14-5	884,38	0,51 **	29692 *	47,14
10/31/MNC03-720C-20	1210,41	0,79 NS	7498 NS	79,32
11/32/MNC03-720C-31	1400,71	1,34 *	37326 *	84,37
12/33/MNC03-731C-21	997,54	0,64 **	3723 NS	74,36
13/34/MNC03-732C-5	1014,43	0,89 NS	8399 NS	82,30
14/35/TVx5058-09C	1353,49	1,00 NS	-4260 NS	91,06
15/38/Vaina-Blanca	1214,89	0,92 NS	-12688 NS	94,32
16/39/Califórnia Blackeye-27	1180,35	0,95 NS	-19006 NS	98,26
17/40/BRS Guariba	1390,87	1,07 NS	9563 NS	86,63
Média geral	1249,97			

A linhagem MNC99-537F-1 é um desses genótipos. Apresenta alta média de produtividade, valor do coeficiente de regressão ( $\beta_{1i}$ ) estatisticamente igual à unidade, sendo de ampla adaptabilidade, porém, os desvios da regressão são significativos, indicando, pela metodologia de Eberhart e Russel (1966), baixa estabilidade (previsibilidade) de comportamento.

Outro exemplo é a linhagem MNC03-720C-31. Também apresenta alta média de produtividade, valor do coeficiente de regressão ( $\beta_{1i}$ ) estatisticamente diferente da unidade, sendo recomendada para ambientes favoráveis, porém, os desvios da regressão também foram significativos.

As duas metodologias foram coincidentes na indicação das cultivares BRS Tumucumaque e BRS Guariba e das linhagens MNC99-541F-8 e TVx5058-09C, como sendo de ampla adaptabilidade e estabilidade produtiva.

Considerando todos os resultados obtidos, verifica-se que nenhuma linhagem foi capaz de superar as cultivares comerciais utilizadas como testemunha. Considerando as médias obtidas em todas as variáveis analisadas, as linhagens que mais se aproximaram foram a MNC99-537F-1 e MNC03-720C-31, porém ambas apresentaram baixa estabilidade (previsibilidade) pela metodologia de Eberhart e Russell (1966).

## 6. CONCLUSÕES

Os melhores genótipos foram as cultivares BRS Cauamé, BRS Tumucumaque e BRS Guariba, utilizadas como testemunha.

Nenhuma linhagem experimental superou as três melhores testemunhas, BRS Cauamé, BRS Tumucumaque e BRS Guariba, quando consideradas todas as variáveis analisadas.

As linhagens MNC99-537F-1 e MNC03-720C-31 foram as que obtiveram os melhores desempenhos quando consideradas todas as variáveis analisadas.

Foram classificadas como amplamente adaptadas as linhagens MNC99-537F-1, MNC99-541F-8 e TVx5058-09C e as cultivares BRS Tumucumaque, BRS Cauamé, BRS Novaera e BRS Guariba, pela metodologia de Annicchiarico (1992), e as cultivares BRS Tumucumaque e BRS Guariba e as linhagens MNC99-541F-8 e TVx5058-09C, pela metodologia de Eberhart e Russell (1966).

A linhagem MNC00-553D-8-1-2-3 foi recomendada especificamente para ambientes favoráveis, pela metodologia de Annicchiarico (1992).

As cultivares BRS Cauamé e BRS Novaera foram recomendadas especificamente para ambientes favoráveis pela metodologia de Eberhart e Russell (1966).

A linhagem MNC03-720C-20 foi o único genótipo recomendado especificamente para ambientes desfavoráveis, pela metodologia de Annicchiarico (1992).

Pela metodologia de Eberhart e Russell (1966) apenas a linhagem MNC03-731C-21 foi recomendada especificamente para ambientes desfavoráveis.

Houve concordância apenas parcial nos resultados obtidos pelas duas metodologias de análise de adaptabilidade e estabilidade empregadas.

## REFERÊNCIAS

ALLARD, R. W. **Princípios do melhoramento genético das plantas**. Rio de Janeiro: USADID/Edgard Blucher, 1971. 381p.

ALLARD, R. W.; BRADSHAW, A. D. Implications of genotype-environmental interactions in applied plant breeding. **Crop Science Society of America**. v.4, n.5, p.503-508.

ANDRADE JUNIOR, A. S.; SANTOS, A. A.; SOBRINHOS, C. A.; BASTOS, E. A.; MELO, E. B.; VIANA, F. F. P.; FREIRE FILHO, F. R.; CARNERIO, J. S.; ROCHA, M. M.; CARDOSO, M. J.; SILVA, P. H. S.; RIBEIRO, V. Q. **Cultivo de feijão-caupi**. In: EMBRAPA MEIO-NORTE. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Feijao/FeijaoCaupi/index.htm> . Acesso em: 25 nov. 2009.

ANNICCHIARICO, P. Cultivar adaptation and recommendation from alfafa trials in Northern Italy. **Journal of Genetics and Breeding**, v.46, n.1, p.269-278, 1992.

ASSUNÇÃO, I. P.; COSTA, M. M.; TREVISOLI, S. H. U.; MAURO, A. O. **Outras aplicações dos marcadores**. In: BORÉM, A.; CAIXETA, E. T. (Eds.). **Marcadores moleculares**. Viçosa: UVF, 2006. p.145-204.

BACKES, R. L.; ELIAS, H. T.; HEMP, S.; NICKNICH, W. Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de feijoeiro no Estado de Santa Catarina. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.26, n.2, p.309-314, Abril/Junho 2005.

BARROS, H. B.; SEDIYAMA, T.; TEIXEIRA, R. C.; CRUZ, C. D. Análises paramétricas para determinação da adaptabilidade e estabilidade de genótipos de soja. **Scientia Agraria**, Curitiba, v.9, n.3, p.299-309, 2008.

BOREM, A.; MIRANDA, G. V. **Melhoramento de plantas**. Viçosa: UFV, 2009. 529p. 5 ed.

CARNEIRO, P. C. S. **Novas metodologias de análise da adaptabilidade e estabilidade de comportamento**. Viçosa, 1998. 182p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento) – Universidade Federal de Viçosa.

CAVALCANTE, E. da S.; FREIRE FILHO, F. R.; PINHEIRO, I. de N. **Amapá: Nova Cultivar de Feijão Caupi para o Amapá**. Amapá: Embrapa Amapá, 1999. p. 1-4. Comunicado Técnico, 22.

CAVALCANTE, E. da S. **IBRS – MAZAGÃO – Cultivar de Feijão Caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.** Amapá: Embrapa Amapá, 2000. p. 1-3. Comunicado Técnico, 38.

CECCON, G.; MATOSO, A. O.; NETO, A. L.; FIGUEIREDO, P. F.; ROCHA, M. M. Avaliação de genótipos de feijão-caupi em Dourados, Mato Grosso do Sul: *In: Anais (Recurso Eletrônico) / II Congresso Nacional do Feijão-caupi*, Belém, PA, 24 a 28 de agosto de 2009; Editores: Altevir de Matos Lopes e Manoel da Silva Cravo – Dados Eletrônicos – Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2009.

CHAVES, L. J. **Interação de genótipos com ambientes:** *In: NASS, L. L.; VALOIS, A. C. C.; MELO, I. S.; VALADARES-INGLIS, M. C. (ed.) Recursos genéticos & melhoramento: plantas*. Rondonópolis: Fundação MT, 2001. 1183p.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento de Safra Brasileira: Grãos**. Décimo Primeiro Levantamento, Brasília, Agosto 2011.

[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/11\\_08\\_09\\_11\\_44\\_03\\_bol\\_etim\\_agosto-2011.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/11_08_09_11_44_03_bol_etim_agosto-2011.pdf) Acesso em: 08 set. 2011.

CORREA, A. M.; CECCON, G.; DELBEN, D. S.; ROCHA, M. M. Avaliação de genótipos de feijão-caupi de porte ereto e semi ereto em Aquidauana, MS: *In: Anais (Recurso Eletrônico) / II Congresso Nacional do Feijão-caupi*, Belém, PA, 24 a 28 de agosto de 2009; Editores: Altevir de Matos Lopes e Manoel da Silva Cravo – Dados Eletrônicos – Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2009.

CRUZ, C. D.; CASTOLDI, F. Decomposição da interação genótipos x ambientes em partes simples e complexa. **Revista Ceres**. v.38, p.422-430, 1991.

CRUZ, C. D. **Programas Genes: aplicativo computacional em genética e estatística**. Viçosa: UFV, 2001. 648p.

CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, 2003. 585p.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, 1994. 390p.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa - MG: UFV, 2004. V.1, 480p.

DAHER, R. F.; PEREIRA, M. G.; AMARAL JR., A. T.; PEREIRA, A. V.; LÉDO, F. J. S.; DAROS, M. Estabilidade da produção forrageira em clones de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.). **Ciência Agrotecnologia**, v.27, n. 4, p. 788-797, 2003.

DUARTE, J. B.; VENCOVSKY, R. **Interação genótipos x ambientes: uma introdução à análise 'AMMI'**. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1999. 60p. (Série Monografias, 9).

DUKE, J. A. *Vigna unguiculata* (L.) Walp. subesp. *Unguiculata*. 1999. Disponível em: [http://www.wewcrop.ortperdue.edu/newcrop/duke\\_energy/vignaunguiculata.htm](http://www.wewcrop.ortperdue.edu/newcrop/duke_energy/vignaunguiculata.htm) p . Acesso em: 23 set. 2005.

EBERHART, S. A.; RUSSELL, W. A. Stability parameters for comparing varieties. **Crop Science**, v.6, n.1, p.36-40, 1966.

EL-HUSNY, J. C.; CORDEIRO, A. C. C.; RIBEIRO, P. H. E.; CARVALHO, W. P. de. **Cultivares de feijão caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) para Roraima**. Boa Vista, RR. Comunicado Técnico, 01. Embrapa – CPAFRR. 04p. 1995.

ELIAS, H. T.; HEMP, S.; SCAPIM, C. A.; RODOVALHO, M. de.; ROYER, M. R.; MORA, F.; BARRETO, R. R. Análise de estabilidade de genótipos de feijoeiro no Estado de Santa Catarina. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.27, n.4, p.623-628, 2005.

FATOKUN, C. A.; S. A. TARAWALI; B. B. SINGH; P. M. KORMAWA; and M. TAMÒ (editors). 2002. Challenges and opportunities for enhancing sustainable cowpea production. **Proceedings of the World Cowpea Conference III held at the International Institute of Tropical Agriculture (IITA)**, Ibadan, Nigeria, 4-8 September 2000. IITA, Ibadan, Nigeria.



FERNANDES, J. B.; HOLANDA, J. S.; SIMPLÍCIO, A. A.; BEZERRA NETO, F.; TORRES, J.; REGO NETO, J. Comportamento ambiental e estabilidade produtiva de cultivares de caupi no Rio Grande do Norte. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.25, n.11, p.1555-1560, Nov. 1990.

FERNANDES, J. B.; HOLANDA, J. S.; SOUZA, N. A.; CHAGAS, M. C. M. Adaptabilidade ambiental e incidência de viroses em cultivares de caupi no rio Grande do Norte. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.28, n.1, p.33-37, Jan. 1993.

FILGUEIRAS, G. C.; SANTOS, M. A. S. dos; HOMMA, A. K. O.; REBELLO, F. K.; CRAVO, M. da S. **Aspectos econômicos**. In: ZILLI, J. E.; VILARINHO, A. A.; ALVES, J. M. A. (Eds.). Boa Vista, RR: Embrapa Roraima, 2009. p.23-58.

FINLAY, K. W.; WILKINSON, G. N. The analysis of adaptation in plant-breeding programme. **Australian journal of Agricultural Research**, v.14, n.5, p. 742-754, 1963.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). 2011. Disponível em: <http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor>. Acesso em 13/09/2011.

FREIRE FILHO, F. R. Genética do caupi. In: ARAÚJO, J. P. P.; WATT, E. E. (Eds.). **O caupi no Brasil**. Brasília: IITA/EMBRAPA, 1988. P. 159-229.

FREIRE FILHO, F. R.; CARDOSO, M. J.; ARAÚJO, A. G.; SANTOS, A. A.; SILVA, P. H. S. **Características botânicas e agronômicas de cultivares de feijão macassar (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.)**. Teresina: EMBRAPA-UEPAE. Teresina, 1981. 45 p. (EMBRAPA – UEPAE Teresina. Boletim de Pesquisa, 4).

FREIRE FILHO, F. R.; LIMA, J. A. A.; RIBEIRO, V. Q. (Org.). **Feijão-caupi: avanços tecnológicos**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005a, 519 p.

FREIRE FILHO, F.R.; RIBEIRO, V.Q.; BARRETO, P.D.; SANTOS, A.A. Melhoramento genético. In: FREIRE FILHO, F.R.; LIMA, J.A.A.; RIBEIRO, V.Q. (Ed.). **Feijão-caupi: avanços tecnológicos**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005b. p. 27-92.

FREIRE FILHO, F. R.; RIBEIRO, V. Q.; ROCHA, M. M.; LOPES, A. C. A. Adaptabilidade e estabilidade de rendimento de grãos de genótipos de caupi de porte semi-ereto. **Revista Científica Rural**, Bagé, v.6, n.2, p. 31-39, 2001.

FREIRE FILHO, F. R.; RIBEIRO, V. Q.; ROCHA, M. M.; LOPES, A. C. A. Adaptabilidade e estabilidade da produtividade de grãos de linhagens de caupi de porte enramador. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v.49, n.234, p. 383-393, 2002.

FREIRE FILHO, F.R.; RIBEIRO, V.Q.; ROCHA, M.M.; LOPES, A.C.A. Adaptabilidade e estabilidade da produtividade de grãos de genótipos de caupi de porte enramador de tegumento mulato. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.38, n.5, p.591-598, Maio 2003.

FREIRE FILHO, F. R.; ROCHA, M. M.; RIBEIRO, V. Q.; LOPES, A. C. A. Adaptabilidade e estabilidade produtiva de feijão-caupi. **Ciência Rural**, v.35, n.1, p.24-30, Jan-Fev, 2005c.

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

HOOGERHEIDE, E. S. **Estabilidade fenotípica de cultivares de algodoeiro herbáceo em diferentes sistemas de produção no Estado do Mato Grosso**. Piracicaba, 2004. 80p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo.

INTERNATIONAL INSTITUTE OF TROPICAL AGRICULTURE. **Cowpea**. Disponível em: [http://www.iita.org/cms/details/cowpea\\_project\\_details.aspx?zoneid=63&articleid=269](http://www.iita.org/cms/details/cowpea_project_details.aspx?zoneid=63&articleid=269) . Acesso em 25 nov. 2009.

LAVORANTI, O. J. **Estabilidade e adaptabilidade fenotípica através da reamostragem “BOOTSTRAP” no modelo AMMI**. Piracicaba, 2003. 166p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz.

LIMA, J. M. P. de; FERNANDES, J. B.; ESPÍNOLA SOBRINHO, E. Avaliação de linhagens e cultivares de caupi de porte ereto no Estado do Rio Grande do Norte. *In: Anais (Recurso Eletrônico) / II Congresso Nacional do Feijão-caupi*, Belém, PA, 24 a 28 de agosto de 2009; Editores: Altevir de Matos Lopes e Manoel da Silva Cravo – Dados Eletrônicos – Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2009.

LIMA, J. A. A.; SITTOLIM, I. M.; LIMA, R. C. A. Diagnose e estratégias de controle de doenças ocasionadas por vírus. *In*: FREIRE FILHO, F. R.; LIMA, J. A. A.; RIBEIRO, V. Q. (Ed.). **Feijão-caupi: avanços tecnológicos**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. p. 27-92.

LIN, C. S. Grouping genotypes by a cluster method directly related to genotype-environment interaction mean-square. **Theoretical and Applied Genetics**, v.62, p.277-280, 1982.

LIN, C. S.; BINNS, M. R. A superiority measure of cultivar performance for cultivars x location data. **Canadian Journal of Plant Science**, v.68, n.1, p.193-198, 1988.

MARQUES, M. C.; HAMAWAKI, O. T.; SEDIYAMA, T.; BUENO, M. R.; REIS, M. S.; CRUZ, C. D.; NOGUEIRA, A. P. O. Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de soja em diferentes épocas de semeadura. **Biosciense Journal**, Uberlândia, v.27, n.1, p.59-69, 2011.

MONTE RASO, B. de S. **Estabilidade fenotípica e adaptabilidade de progênies de 'Mundo Novo' no Estado de Minas Gerais**. Lavras, 2009. 31p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras.

MURAKAMI, D. M.; CRUZ, C. D. Proposal of methodologies for environment stratification and analysis of genotype adaptability. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**. v.4, p.7-11, 2004.

NETO, H. Z.; DAROS, E.; ZAMBON, J. L. C.; BESPALHOK FILHO, J. C.; OLIVEIRA, R. A. de.; WEBER, H. Adaptabilidade e estabilidade fenotípica de clones precoces de cana-de-açúcar no Estado do Paraná. **Scientia Agraria**, Curitiba, v.9, n.3, p.283-289, 2008.

OLIVEIRA, G. V.; CARNEIRO, P. C. S.; CARNEIRO, J. E. S.; CRUZ, C. D. Adaptabilidade e estabilidade de linhagens de feijão comum em Minas Gerais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.41, n.2, p.257-265, Fev. 2006.

OLIVEIRA JÚNIOR, J. O. L. de; MEDEIROS, R. D. de; SILVA, P. R. V. P.; SMIDERLE, O. J.; MOURÃO JÚNIOR, M. **Feijão caupi Amapá: recomendação para Roraima**. Boa Vista, RR. Comunicado Técnico, 09, 04p. 2002a.

OLIVEIRA JÚNIOR, J. O. L. de; MEDEIROS, R. D. de; SILVA, P. R. V. P.; SMIDERLE, O. J.; MOURÃO JÚNIOR, M. **Feijão caupi BRS Mazagão: cultivar para o cerrado de Roraima**. Boa Vista, RR. Comunicado Técnico, 08, 04p. 2002b.

PEREIRA, H. S.; MELO, L. C.; DEL PELOSO, M. J.; FARIA, L. C.; COSTA, J. G. C. da.; DÍAZ, J. L. C.; RAVA, C. A.; WENDLAND, A. Comparação de métodos de análise de adaptabilidade e estabilidade fenotípica em feijoeiro-comum. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.44, n.4, p.374-383, 2009.

PEREIRA, H. S.; MELO, L. C.; FARIA, L. C.; DEL PELOSO, M. J.; WENDLAND, A. Estratificação ambiental na avaliação de genótipos de feijoeiro-comum tipo Carioca em Goiás e no Distrito Federal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.45, n.6, p.554-562, 2010.

PIANA, C. F. de B.; ANTUNES, I. F.; SILVA, J. G. C.; SILVEIRA, E. P. Adaptabilidade e estabilidade do rendimento de grãos de genótipos de feijão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n.4, p.553-564, 1999.

PLAISTED, R. L.; PETERSON, L. C. A technique for evaluating the ability of selections to yield consistently in different locations or seasons. **American Potato Journal**, v. 36, p. 381-385, 1959.

RAMALHO, M. A. P.; SANTOS, J. B.; ZIMMERMANN, M. J. O. **Genética quantitativa em plantas autógamas: aplicação ao melhoramento do feijoeiro**. Goiânia: UFG, 1993. 271p.

ROCHA, M. M. **Seleção de linhagens experimentais de soja para adaptabilidade e estabilidade fenotípica**. Piracicaba, 2002. 173p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo.

ROCHA, M. M.; FREIRE FILHO, F. R.; RIBEIRO, V. Q.; CARVALHO, H. W. L. C.; BERLAMINO 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**, v.42, n.9, p. 1283-1289, 2007.

SANTOS, C. A. F.; ARAÚJO, F. P.; MENEZES, E. A. Comportamento produtivo de caupi em regimes irrigado e de sequeiro em Petrolina e Juazeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.11, p. 2229-2234, Nov. 2000.

SILVA, P. S. L.; OLIVEIRA, C. N. Rendimentos de feijão verde e maduro de cultivares de caupi. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.11, n.2, p.133-135, 1993.

SILVA, W. C. J. e; DUARTE, J. B. Métodos estatísticos para estudo de adaptabilidade fenotípica em soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.41, n.1, p.23-30, 2006.

TAI, G. C. C. Genotypic stability analyses and its application to potato regional trials. **Crop Science**, v.2, p.184-194, 1971.

TOLER, J. E. **Patterns of genotypic performance over environmental arrays**. Clemson, 1990. 154p. Thesis (Ph.D) – Clemson University.

VERMA, M. M.; CHAHAL, G. S.; MURTY, B. R. Limitations of conventional regression analysis, a proposed modification. **Theoretical and Applied Genetics**, v.53, n.2, p.89-91, 1978.

VIEIRA, J. P. P.; RIOS, G. P.; WATT, E. E.; NEVES, B. P.; FAGERIA, N. K.; OLIVEIRA, I. P.; GUIMARÃES, C. M.; SILVEIRA-FILHO, A. **Cultura do caupi *Vigna unguiculata* (L.) Walp.; Descrição e recomendações técnicas de cultivo**. Goiânia, 1984. (Boletim Técnico).

VILARINHO, A. A.; FREIRE FILHO, F. R.; ROCHA, M. M.; RIBEIRO, V. Q. **BRS Novaera, nova cultivar de feijão-caupi para cultivo em Roraima**. Boa Vista, RR. Comunicado Técnico, 15. EMBRAPA – CPAFR. 5p. 2006a.

VILARINHO, A. A.; FREIRE, F. R.; ROCHA, M. M.; RIBEIRO, V. Q. **Desempenho produtivo de linhagens de feijão caupi em Roraima – safras 2004 e 2005**. Boa Vista: Embrapa – Roraima, 2005, 21p. (Embrapa Roraima. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 2).

VILARINHO, A. A.; FREIRE FILHO, F. R.; ROCHA, M. M.; RIBEIRO, V. Q. **Cultivar de Feijão-Caupi BRS Cauamé: Nova Cultivar para Roraima**. Boa Vista, RR. Comunicado Técnico, 15. EMBRAPA – CPAFR. 5p. 2008a.

VILARINHO, A. A.; FREIRE FILHO, F. R.; ROCHA, M. M.; RIBEIRO, V. Q. **BRS Xiquexique: Cultivar de Feijão-Caupi Rica em Ferro e Zinco para Cultivo em Roraima**. Boa Vista, RR. Comunicado Técnico, 16. EMBRAPA – CPAFR. 5p. 2008b.

VILARINHO, A. A.; FREIRE FILHO, F. R.; ROCHA, M. M.; RIBEIRO, V. Q. **Cultivar de Feijão-Caupi BRS Tumucumaque: Nova Cultivar para Roraima.** Boa Vista, RR. Comunicado Técnico, 19. EMBRAPA – CPAFRR. 5p. 2008c.

VILARINHO, A. A.; FREIRE FILHO, F. R.; ROCHA, M. M.; RIBEIRO, V. Q. **BRS Potengi - Nova Cultivar de Feijão-caupi de Porte Semi-ereto para Cultivo em Roraima.** Boa Vista, RR. Comunicado Técnico, 36. EMBRAPA – CPAFRR. 5p. 2008d.

VILARINHO, A. A.; FREIRE FILHO, F. R.; ROCHA, M. M.; RIBEIRO, V. Q. **BRS Pajeu - Nova Cultivar de Feijão-Caupi para Cultivo em Roraima.** Boa Vista, RR. Comunicado Técnico, 35. EMBRAPA – CPAFRR. 5p. 2009.

VILARINHO, A. A.; FREIRE FILHO, F. R.; ROCHA, M. M.; RIBEIRO, V. Q. **Recomendação do cultivar de feijão-caupi BRS Guariba para cultivo em Roraima.** Boa Vista, RR. Comunicado Técnico, 12. EMBRAPA – CPAFRR. 5p. 2006b.

VILARINHO, A. A.; COELHO, G.; ROCHA, M. M.; FREIRE FILHO, F. R. **BRS Aracê, cultivar de feijão-caupi com grãos de coloração verde.** Boa Vista, RR. Comunicado Técnico, xx. EMBRAPA – CPAFRR. 5p. 2010a.

VILARINHO, A. A.; LOPES, A. de M.; FREIRE FILHO, F. R.; GONÇALVES, J. R. P.; ALVES, J. M. A.; MARINHO, J. T. de S.; VIEIRA JÚNIOR, J. R.; CAVALCANTE, E. da S. **Melhoramento.** In: ZILLI, J. E.; VILARINHO, A. A.; ALVES, J. M. A. (Eds.). Boa Vista, RR: Embrapa Roraima, 2009. p.105-130.

VILARINHO, A. A.; ROCHA, M. M.; FREIRE FILHO, F. R.; COELHO, G. **BRS Itaim, cultivar de feijão-caupi com grãos tipo fradinho.** Boa Vista, RR. Comunicado Técnico, 58. EMBRAPA – CPAFRR. 4p. 2010b.

WATT, E. E. **First annual report on the EMBRAPA/IITA – Cowpea Program in Brasil.** Goiânia, EMBRAPA/CNPAF, 1978, 75p.

WRICKE, G. Über eine methode zur erfassung der Ökologischen streubreite in feldversuchen. **Zeitschrift für Pflanzenzüchtung**, v.47, n.1, p.92-96, 1962.