



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA
DOUTORADO EM FITOTECNIA

ISIS FERNANDA SILVA MEDEIROS

**SELEÇÃO DE VARIEDADES TRADICIONAIS DE FEIJÃO-CAUPI COM
COMPETITIVIDADE COM PLANTAS DANINHAS**

MOSSORÓ

2018

ISIS FERNANDA SILVA MEDEIROS

**SELEÇÃO DE VARIEDADES TRADICIONAIS DE FEIJÃO-CAUPI COM
COMPETITIVIDADE COM PLANTAS DANINHAS**

Tese apresentada ao Doutorado em Agronomia do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, como requisito para obtenção do título de Doutor em Agronomia: Fitotecnia.

Linha de Pesquisa: Melhoramento Genético

Orientador: Prof. D. Sc. Paulo Sérgio Lima e Silva

MOSSORÓ

2018

©Todos os direitos estão reservados à Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade da autora, sendo a mesma, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996, e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tornar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata, exceto as pesquisas que estejam vinculadas ao processo de patenteamento. Esta investigação será base literária para novas pesquisas, desde que a obra e sua respectiva autora sejam devidamente citadas e mencionadas os seus créditos bibliográficos.

M488s Medeiros, Isis Fernanda Silva.
 Seleção de variedades tradicionais de feijão-
caupi com competitividade com plantas daninhas /
Isis Fernanda Silva Medeiros. – 2018.
 97f. : il.

 Orientador: Paulo Sérgio Lima e Silva.
 Tese (Doutorado) – Universidade Federal Rural
do Semi-árido, Programa de Pós-graduação em
Fitotecnia, 2018.

 1. *Vigna unguiculata*. 2. Variedades crioulas.
 3. Competição. 4. Controle cultural. I. Silva,
 Paulo Sérgio Lima e, orient. II. Título.

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

ISIS FERNANDA SILVA MEDEIROS

**SELEÇÃO DE VARIEDADES TRADICIONAIS DE FEIJÃO-CAUPI COM
COMPETITIVIDADE COM PLANTAS DANINHAS**

Tese apresentada ao Doutorado em Agronomia do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, como requisito para obtenção do título de Doutor em Agronomia: Fitotecnia.

Linha de Pesquisa: Práticas Culturais

Orientador: Prof. D. Sc. Paulo Sérgio Lima e Silva

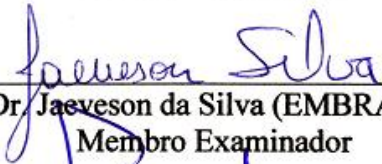
Defendida em: 15/06/2018.

BANCA EXAMINADORA

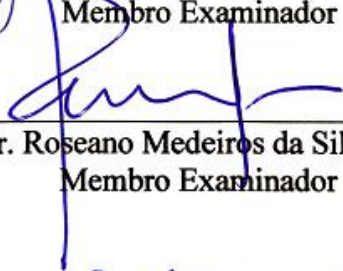


Prof. Dr. Paulo Sérgio Lima e Silva (UFERSA)
Presidente

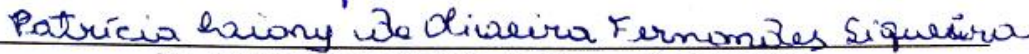
Prof. Dr. Roberto Pequeno de Sousa (UFERSA)
Membro Examinador



Dr. Jaqueson da Silva (EMBRAPA)
Membro Examinador



Prof. Dr. Roseano Medeiros da Silva (UERN)
Membro Examinador



Dr. Patrícia Liany de Oliveira Fernandes Siqueira
Membro Examinador

À minha mãe, pelo amor e dedicação incondicional.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela dádiva da vida e pela força para superar todos os obstáculos.

À minha família, Maria do Socorro Medeiros e José Medeiros Neto, pelo apoio em todas as etapas da minha vida.

Ao meu noivo, Vianney Oliveira, por todo o apoio, dedicação e verdadeira amizade.

À UFERSA, pela oportunidade de estudo.

À CAPES, pela concessão de bolsa durante o doutorado.

Ao professor e orientador Paulo Sérgio Lima e Silva, pela disponibilidade e presteza com que se dispôs a me orientar em todos os aspectos dos meus estudos durante o doutorado.

Aos professores e funcionários do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, pela disponibilidade.

Aos amigos conquistados durante o período de doutorado, especialmente Antônia Kênnia Oliveira, Ana Verônica Aguiar e Roseano Medeiros, por todo o apoio e carinho que sempre me dedicaram.

Aos colegas do Grupo de Pesquisa Planta, pela colaboração em todas as etapas do meu trabalho de tese.

Aos membros da banca examinadora, pela contribuição para a melhoria deste trabalho.

Às minhas grandes amigas Bruna Freitas e Jailma Andrade, pelo companheirismo e irmandade de sempre.

Enfim, agradeço a todos que contribuíram para a minha formação e conclusão do meu doutorado.

RESUMO

MEDEIROS, Isis Fernanda Silva. **SELEÇÃO DE VARIEDADES TRADICIONAIS DE FEIJÃO-CAUPI COM COMPETITIVIDADE COM PLANTAS DANINHAS**. 2018. 97f. Tese (Doutorado em Agronomia: Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2018.

O feijão-caupi é cultivado em praticamente todos os municípios do Rio Grande do Norte, especialmente por pequenos produtores. Boa parte da produção de caupi no Estado é proveniente do cultivo de variedades tradicionais. Na região, o controle de plantas daninhas geralmente é feito por capinas à enxada, que são caras, demoradas e trabalhosas. No entanto, caso não seja realizado, pode comprometer seriamente a produtividade da cultura. Uma solução para minimizar os custos com o controle das plantas daninhas é a utilização de variedades com habilidade competitiva com plantas daninhas e, devido à variabilidade genética das variedades utilizadas pelos produtores do Estado, objetivou-se, com este trabalho, identificar variedades tradicionais de feijão-caupi, cultivadas no Rio Grande do Norte, que apresentem competitividade com plantas daninhas, bem como identificar as características que lhes conferem habilidade competitiva. Para isso, foram realizados três experimentos na fazenda experimental da UFERSA, no delineamento de blocos ao acaso com cinco repetições. No primeiro deles, foram avaliadas 48 variedades tradicionais de feijão-caupi em competição moderada com plantas daninhas, quanto ao rendimento de grãos secos. No segundo experimento, foram avaliadas, ainda em competição moderada com plantas daninhas, as doze variedades que apresentaram os maiores rendimentos no primeiro experimento; no terceiro experimento, foram avaliadas as três melhores e as três piores variedades quanto ao rendimento no primeiro experimento, agora sob dois controles de plantas daninhas (uma capina e duas capinas). Nesse experimento, o controle de plantas daninhas correspondeu à parcela, e as variedades, às subparcelas. As variedades tradicionais de feijão-caupi diferiram com relação à competitividade com plantas daninhas, de modo que as variedades Umarizal e Itaú apresentaram maior competitividade com plantas daninhas do que as demais. Essas também foram as variedades que apresentaram maiores rendimentos de grãos verdes e secos. Os controles de plantas daninhas não interferiram no rendimento de grãos verdes e secos. A característica mais indicada para seleção indireta do rendimento de vagens verdes, grãos verdes e grãos secos é o número de vagens planta⁻¹. Um maior número de folhas das plantas de feijão-caupi pode conferir maior habilidade competitiva com plantas daninhas. A variedade São Miguel apresentou menores rendimentos de grãos verdes e secos, provavelmente por não ser adaptada à região.

Palavras-chave: *Vigna unguiculata*. Variedades crioulas. Competição. Controle cultural.

ABSTRACT

MEDEIROS, Isis Fernanda Silva. **SELECTION OF COWPEA LANDRACES WITH COMPETITIVENESS WITH WEEDS**. 2018. 97p. Thesis (Doctorate in Agronomy: Plant Science) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2018.

Cowpea is cultivated in practically all the municipalities of Rio Grande do Norte, especially by small producers. Much of the cowpea production in the state comes from the cultivation of landraces. In the region, weed control is usually done by hoeing weeds, which are expensive, time-consuming and laborious. However, if it is not carried out, the productivity of the crop may be seriously affected. A solution to minimize weed control costs is the use of landraces with competitive weed ability and, due to the genetic variability of the landraces used by the State producers, the objectives of this work were to identify cowpea landraces, grown in Rio Grande do Norte, that show competitiveness with weeds, as well as to identify the characteristics that give them competitive ability. For that, three experiments were carried out in the UFERSA experimental farm, in the randomized block design with five replicates. In the first experiment, 48 cowpea landraces in moderate competition with weeds were evaluated for yield of dry grains. In the second experiment, twelve landraces with the highest yields in the first experiment were evaluated, even in moderate competition with weeds; and in the third experiment, the three best and the three worst landraces were evaluated for yield in the first experiment, now under two weed controls (one weeding and two weedings). In this experiment, the weeds control corresponded to the plot, and the landraces, to the subplots. The cowpea landraces differed with respect to weed competitiveness, so that the Umarizal and Itaú landraces showed greater competitiveness with weeds than the others, these were also the landraces that presented the highest yields of green and dry grains. Weed controls did not interfere with the yield of green and dry grains. The most suitable characteristic for indirect selection of the yield of green pods, green grains and dry grains is the number of plant⁻¹ pods. A greater number of leaves of the cowpea plants can confer greater competitive ability with weeds. The São Miguel landrace presented lower yields of green and dry grains, probably because it was not adapted to the region.

Keywords: *Vigna unguiculata*. Creole wines. Competition. Weeds control.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	– Dados climatológicos de Mossoró-RN durante o período de novembro/2014 a fevereiro/2016. Mossoró-RN, 2018.....	29
Tabela 2	– Resultados das análises químicas dos solos das áreas onde foram implantados três experimentos com variedades tradicionais de feijão-caupi. Mossoró-RN, 2018.....	30
Tabela 3	– Médias de características associadas ao crescimento e de rendimento de grãos de variedades tradicionais de feijão-caupi na “Seleção preliminar para competitividade com plantas daninhas” (experimento-1). Mossoró-RN, 2018.	38
Tabela 4	– Índice de ocorrência das espécies de plantas daninhas na “Seleção preliminar para competitividade com plantas daninhas” (experimento-1). Mossoró-RN, 2018.....	39
Tabela 5	– Distribuição das espécies de plantas daninhas constatadas na “Seleção preliminar para competitividade com plantas daninhas” (experimento-1). Mossoró-RN, 2018.....	39
Tabela 6	– Médias das massas fresca e seca da parte aérea de plantas daninhas na “Seleção preliminar para competitividade com plantas daninhas” (experimento-1). Mossoró-RN, 2018.....	40
Tabela 7	– Médias dos rendimentos de vagens verdes e de grãos verdes e de seus componentes de variedades tradicionais de feijão-caupi na “Seleção adicional para competitividade com plantas daninhas” (experimento-2). Mossoró-RN, 2018.....	41
Tabela 8	– Médias das características de vagens e de grãos verdes de variedades tradicionais de feijão-caupi na “Seleção adicional para competitividade com plantas daninhas” (experimento-2). Mossoró-RN, 2018.....	42
Tabela 9	– Médias do rendimento de grãos secos e de seus componentes de variedades tradicionais de feijão-caupi na “Seleção adicional para competitividade com plantas daninhas” (experimento-2). Mossoró-RN, 2018.....	43
Tabela 10	– Médias das características de grãos secos de variedades tradicionais de feijão-caupi na “Seleção adicional para competitividade com plantas daninhas” (experimento-2). Mossoró-RN, 2018.....	44
Tabela 11	– Médias das características de matérias fresca e seca de variedades tradicionais de feijão-caupi na “Seleção adicional para competitividade com plantas daninhas” (experimento-2). Mossoró-RN, 2018.....	45
Tabela 12	– Índice de ocorrência das espécies de plantas daninhas na “Seleção adicional para competitividade com plantas daninhas” (experimento-2). Mossoró-RN, 2018.....	45

Tabela 13 – Distribuição de espécies de plantas daninhas em parcelas de variedades tradicionais de feijão-caupi na “Seleção adicional para competitividade com plantas daninhas” (experimento-2). Os números correspondem às espécies identificadas na Tabela 10. Mossoró-RN, 2018.....	46
Tabela 14 – Médias das massas fresca e seca da parte aérea de plantas daninhas em cultivo de variedades de feijão-caupi na “Seleção adicional para competitividade com plantas daninhas” (experimento-2). Mossoró-RN, 2018.....	47
Tabela 15 – Médias dos rendimentos de vagens verdes e de grãos verdes e seus componentes de variedades tradicionais de feijão-caupi na “Seleção divergente para competitividade com plantas daninhas” (experimento-3). Mossoró-RN, 2018.....	49
Tabela 16 – Médias das características de vagens verdes de variedades tradicionais de feijão-caupi na “Seleção divergente para competitividade com plantas daninhas” (experimento-3). Mossoró-RN, 2018.....	50
Tabela 17 – Médias das características de grãos verdes de variedades tradicionais de feijão-caupi na “Seleção divergente para competitividade com plantas daninhas” (experimento-3). Mossoró-RN, 2018.....	51
Tabela 18 – Médias do rendimento de grãos secos e seus componentes de variedades tradicionais de feijão-caupi na “Seleção divergente para competitividade com plantas daninhas” (experimento-3). Mossoró-RN, 2018.....	53
Tabela 19 – Médias das características de grãos secos de variedades tradicionais de feijão-caupi na “Seleção divergente para competitividade com plantas daninhas” (experimento-3). Mossoró-RN, 2018.....	54
Tabela 20 – Médias das características de matérias fresca e seca de variedades tradicionais de feijão-caupi na “Seleção divergente para competitividade com plantas daninhas” (experimento-3). Mossoró-RN, 2018.....	55
Tabela 21 – Índice de ocorrência de espécies de plantas daninhas na “Seleção divergente para competitividade com plantas daninhas” (experimento-3). Mossoró-RN, 2018.....	56
Tabela 22 – Distribuição de espécies de plantas daninhas em parcelas de variedades tradicionais de feijão-caupi na “Seleção divergente para competitividade com plantas daninhas” (experimento-3). Os números correspondem às espécies identificadas na Tabela 17. Mossoró-RN, 2018.....	57
Tabela 23 – Médias das massas fresca e seca da parte aérea de plantas daninhas em cultivo de variedades de feijão-caupi na “Seleção divergente para competitividade com plantas daninhas” (experimento-3). Mossoró-RN, 2018.	58

Tabela 24 – Coeficiente de correlação linear de Pearson entre caracteres de variedades tradicionais de feijão-caupi na “Seleção preliminar para competitividade com plantas daninhas” (experimento-1). Mossoró-RN, 2018.....	58
Tabela 25 – Coeficiente de correlação linear de Pearson entre caracteres de variedades tradicionais de feijão-caupi verde na “Seleção adicional para competitividade com plantas daninhas” (experimento-2). Mossoró-RN, 2018.....	59
Tabela 26 – Coeficiente de correlação linear de Pearson entre caracteres de variedades tradicionais de feijão-caupi seco na “Seleção adicional para competitividade com plantas daninhas” (experimento-2). Mossoró-RN, 2018.....	60
Tabela 27 – Estimativas dos efeitos, sobre a massa total de vagens verdes, dos principais componentes do rendimento e de características de vagens e grãos, de variedades tradicionais de feijão-caupi. Mossoró – RN, 2018.....	61
Tabela 28 – Estimativas dos efeitos, sobre o rendimento de grãos verdes, dos principais componentes do rendimento e de características de vagens e grãos, de variedades tradicionais de feijão-caupi. Mossoró – RN, 2018.....	63
Tabela 29 – Estimativas dos efeitos, sobre o rendimento de grãos secos, dos principais componentes do rendimento, das características dos grãos e da massa seca de variedades tradicionais de feijão-caupi. Mossoró – RN, 2018.....	66
Tabela 30 – Coeficiente de correlação linear de Pearson entre caracteres de variedades tradicionais de feijão-caupi verde na “Seleção divergente para competitividade com plantas daninhas” (experimento-3). Mossoró-RN, 2018.	68
Tabela 31 – Coeficiente de correlação linear de Pearson entre caracteres de variedades tradicionais de feijão-caupi seco na “Seleção divergente para competitividade com plantas daninhas” (experimento-3). Mossoró-RN, 2018.....	69
Tabela 32 – Estimativas dos efeitos, sobre a massa total de vagens verdes, dos principais componentes do rendimento e das características de vagens e grãos, de variedades tradicionais divergentes de feijão-caupi. Mossoró – RN, 2018.....	70
Tabela 33 – Estimativas dos efeitos, sobre o rendimento de grãos verdes, dos principais componentes do rendimento e das características de vagens e grãos, de variedades tradicionais divergentes de feijão-caupi. Mossoró – RN, 2018.....	72
Tabela 34 – Estimativas dos efeitos, sobre o rendimento de grãos secos, dos principais componentes do rendimento, das características dos grãos e da massa seca de variedades tradicionais divergentes de feijão-caupi. Mossoró – RN, 2018.....	75

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	REVISÃO DE LITERATURA	14
2.1	VARIETADES TRADICIONAIS.....	14
2.2	INTERFERÊNCIA.....	15
2.2.1	Competição	18
2.2.2	Alelopatia	19
2.3	COMPETITIVIDADE.....	21
2.3.1	Tolerância	21
2.3.2	Supressão	22
2.4	CARACTERÍSTICAS DO FEIJÃO-CAUPI ASSOCIADAS À COMPETITIVIDADE COM PLANTAS DANINHAS.....	23
2.5	MANEJO INTEGRADO DE VARIETADES COMPETITIVAS COM PLANTAS DANINHAS.....	24
2.6	ANÁLISE DE TRILHA EM TRABALHOS COM FEIJÃO-CAUPI.....	25
3	MATERIAL E MÉTODOS	28
3.1	LOCALIZAÇÃO, SOLO E CLIMA.....	28
3.2	OBTENÇÃO DAS SEMENTES.....	29
3.3	PREPARO DO SOLO, ADUBAÇÃO, PLANTIO E TRATOS CULTURAIS.....	29
3.4	TRATAMENTOS EXPERIMENTAIS.....	31
3.4.1	Experimento 1: Seleção preliminar para competitividade com plantas daninhas	31
3.4.2	Experimento 2: Seleção adicional para competitividade com plantas daninhas	32
3.4.3	Experimento 3: Seleção divergente para competitividade com plantas daninhas	32
3.5	CARACTERÍSTICAS AVALIADAS.....	33
3.5.1	Experimento 1	33
3.5.2	Experimento 2	34
3.5.3	Experimento 3	35
3.6	ANÁLISES ESTATÍSTICAS.....	35
4	RESULTADOS	37

4.1	EXPERIMENTO 1: SELEÇÃO PRELIMINAR PARA COMPETITIVIDADE COM PLANTAS DANINHAS.....	37
4.1.1	Características do feijão-caupi.....	37
4.1.2	Características das plantas daninhas.....	39
4.2	EXPERIMENTO 2: SELEÇÃO ADICIONAL PARA COMPETITIVIDADE COM PLANTAS DANINHAS.....	40
4.2.1	Características do feijão-caupi.....	40
4.2.2	Características das plantas daninhas.....	45
4.3	EXPERIMENTO 3: SELEÇÃO DIVERGENTE PARA COMPETITIVIDADE COM PLANTAS DANINHAS.....	47
4.3.1	Características do feijão-caupi.....	47
4.3.2	Características das plantas daninhas.....	55
4.4	CORRELAÇÃO E ANÁLISE DE TRILHA.....	58
4.4.1	Experimento 1.....	58
4.4.1	Experimento 2.....	59
4.4.1	Experimento 3.....	67
5	DISCUSSÃO.....	77
5.1	EXPERIMENTO 1.....	77
5.2	EXPERIMENTO 2.....	78
5.3	EXPERIMENTO 3.....	80
6	CONCLUSÕES.....	84
	REFERÊNCIAS.....	85
	APÊNDICE.....	91

1 INTRODUÇÃO

O feijão-caupi [(*Vigna unguiculata* (L.) Walp)] é uma das principais culturas alimentícias exploradas na Região Nordeste do Brasil, apresentando elevada importância, tanto social quanto econômica para a Região.

No Rio Grande do Norte, o feijão-caupi é explorado praticamente em todos os municípios, visando à produção de grãos verdes e secos, sendo cultivado geralmente em pequenas propriedades.

Nessas propriedades, boa parte da produção de feijão-caupi é proveniente do cultivo de variedades tradicionais, que apresentam elevada adaptabilidade e estabilidade de produção, garantindo maior segurança para os produtores, que na sua maioria não possuem muitos recursos financeiros e tecnológicos, exigidos no cultivo de variedades melhoradas.

Um dos grandes problemas que afetam a produção de feijão-caupi é a presença de plantas daninhas, que competem com as culturas por água, luz e espaço. O controle dessas plantas, na referida região, é feito geralmente por capinas à enxada, que são caras, demoradas e trabalhosas, mas sua não realização pode causar perdas de até 90% no rendimento de grãos (MATOS et al., 1991; FREITAS et al., 2009).

Outra maneira de se controlar as plantas daninhas é através do uso de herbicidas, no entanto, além de caro, pode causar danos ambientais ou, ainda, prejudicar o desenvolvimento das culturas, caso não seja utilizado corretamente, de modo que, para pequenos produtores, essa pode não ser a técnica mais indicada.

O método de controle cultural das plantas daninhas pode ser vantajoso do ponto de vista econômico e ambiental (CARVALHO, 2013), podendo ser adotado para auxiliar outros métodos de controle, aumentando a eficiência no controle das plantas daninhas (BRACCINI, 2011).

Segundo Zystro et al. (2012), as culturas enfrentam a competição com plantas daninhas de duas maneiras: por meio da supressão e da tolerância a essas plantas. Na supressão, a cultura inibe a germinação, o crescimento ou a reprodução das plantas daninhas. Na tolerância, a cultura consegue produzir rendimentos estáveis em ambientes com diferentes estresses causados pela competição com as plantas daninhas.

A utilização de variedades competitivas constitui uma prática cultural bastante eficaz no controle de plantas daninhas, e pode ser adotada para substituir parcialmente as capinas, diminuindo os custos operacionais no controle das plantas daninhas, além de reduzir os danos ambientais causados pelo uso de herbicidas.

Por apresentarem elevada diversidade genética, algumas variedades tradicionais de feijão-caupi podem apresentar maior competitividade com plantas daninhas do que outras, evidenciando que é interessante avaliar a habilidade competitiva das variedades utilizadas no Estado do Rio Grande do Norte.

Visando a definir quais variedades podem auxiliar no controle das plantas daninhas, o trabalho objetivou identificar variedades tradicionais de feijão-caupi cultivadas no Estado do Rio Grande do Norte que apresentem competitividade com plantas daninhas, identificando as características que lhes conferem habilidade competitiva.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 VARIEDADES TRADICIONAIS

No processo de domesticação das plantas selvagens, o homem foi selecionando plantas com características desejáveis, tornando-as mais interessantes aos produtores. Esse processo deu origem às variedades crioulas ou variedades tradicionais, com elevada diversidade genética, além de muitas características interessantes que podem ser mantidas, como elevada capacidade de adaptação a ambientes distintos, bem como tolerância a condições adversas.

Segundo Zeven (1998), apesar de as variedades crioulas serem consideradas endêmicas, podem migrar a curtas ou até mesmo a longas distâncias e competir com variedades locais, podendo desaparecer ou serem substituídas, além de, em conjunto, formar novas variedades locais.

As cultivares, de um modo geral, são desenvolvidas visando à elevada capacidade de rendimento, ao passo que as variedades tradicionais apresentam acentuada estabilidade de produção. Em outras palavras, devido à diversidade genética dessas variedades, elas geralmente conseguem se adaptar e produzir satisfatoriamente mesmo sob condições adversas e em ambientes distintos.

Adaptabilidade e estabilidade são características presentes nas variedades tradicionais, o que permite comportamento estável destas de um local para outro. No entanto, comportamentos diferentes em diferentes ambientes causam a chamada interação genótipo x ambiente. Dessa forma, entende-se que o fato de determinadas cultivares apresentarem alta produtividade em dada região não é razão suficiente para recomendação destas para outras regiões. Isso poderia resultar em produção bem abaixo do esperado (DUARTE; VENCOVSKY, 1999).

O estudo da adaptabilidade e estabilidade de genótipos torna-se essencial na medida em que permite identificar tanto aqueles genótipos que mantêm nível estável de produtividade, independentemente das variações do ambiente, quanto aqueles que respondem bem à melhoria do ambiente (OLIVEIRA, 2008).

Na região Nordeste brasileira, é comum a utilização de variedades tradicionais, como milho (*Zea mays* L.), feijão-caupi [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] e jerimum (*Curcubita* spp.), principalmente por pequenos produtores, que não dispõem de pacote tecnológico.

O feijão-caupi, devido às suas características de rusticidade e precocidade, é considerado uma cultura adaptada às condições semiáridas. No entanto, na região, a cultura apresentou produtividade média de 213 kg ha⁻¹ no ano de 2017, considerada relativamente baixa, principalmente devido à forte estiagem neste ano (CONAB, 2017). A baixa produtividade na região também pode estar relacionada a vários fatores, como a utilização de variedades pouco adaptadas ao ambiente em que são cultivadas, à baixa disponibilidade de nutrientes no solo (GUALTER et al., 2008), utilização inadequada das adubações, sistema inadequado do preparo do solo (SILVA et al., 2014), dentre outros fatores.

Existe grande diversidade genética entre as cultivares de feijão-caupi utilizadas pelos produtores da região Nordeste brasileira, razão pela qual é possível se encontrar caracteres desejáveis aos produtores nessas variedades comumente utilizadas na região.

Os recursos genéticos e a variabilidade genética dos cultivos locais têm sido ao longo dos anos fundamentais para o progresso agrícola, sendo um dos elementos básicos na estratégia de melhoramento genético, obtendo junto a esses materiais fontes de variação genética de características consideradas importantes para a melhoria da adaptação, do rendimento e da qualidade das espécies cultivadas (NASS, 2002).

Estudos sobre novas opções de cultivares são necessários, pois, geralmente, o produtor tem utilizado, por conta e risco, qualquer semente disponível no mercado, fazendo testes empíricos para a escolha de cultivares, ocasionando muita frustração. A indicação de linhagens apropriadas proporcionaria maior segurança ao produtor, facilitando a obtenção de crédito e aceitação do produto no mercado (SANTOS et al., 2009).

Diante da importância que o feijão-caupi representa para a região Nordeste do Brasil e da diversidade genética existente nas variedades cultivadas na região, é interessante desenvolver trabalhos que classifiquem as características dessas variedades, bem como seu comportamento em diferentes regiões e sob condições adversas de cultivo, a fim de facilitar a escolha das melhores variedades a serem utilizadas de acordo com as necessidades dos produtores, levando em consideração a finalidade de produção (grãos verdes ou secos), sistema de cultivo e manejo adotado.

2.2 INTERFERÊNCIA

Existe um conjunto de pressões ambientais das plantas daninhas sobre as plantas cultivadas, que podem ser diretas (competição e alelopatia) ou indiretas (hospedeiras de pragas e doenças). O efeito integrado desses fatores é chamado de interferência

(BRIGHENTI; OLIVEIRA, 2011). Numa definição mais clássica, Pitelli (1987) define interferência como o conjunto de ações que recebe uma determinada cultura ou atividade do homem, em decorrência da presença das plantas daninhas em determinado ambiente.

Essas ações negativas (redução da produtividade e do valor da terra, perda da qualidade do produto, disseminação de pragas ou doenças, maior dificuldade e custo do manejo agrícola, dentre outras) decorrem de pressões bióticas e abióticas, as quais condicionam efeitos negativos que afetam o crescimento e o desenvolvimento de plantas daninhas e cultivadas (ou qualquer outra atividade humana). Esses efeitos negativos, por sua vez, são resultado de um total de pressões ambientais ligadas, direta ou indiretamente, à presença das plantas daninhas no ambiente de interesse humano. Efeitos diretos das plantas daninhas sobre a atividade humana são denominados interferência direta; quando os efeitos são indiretos, denomina-se de interferência indireta (CARVALHO, 2013).

Existem diversas formas de interferências diretas e indiretas das plantas daninhas nas atividades humanas, mas com relação às plantas cultivadas, a forma mais conhecida de interferência direta, segundo Pitelli (1987), é a competição. No entanto, outras formas também devem ser consideradas, tais como a depreciação da qualidade dos produtos colhidos; o parasitismo, que em algumas regiões e espécies constitui importante forma de interferência das plantas daninhas; a alelopatia, que pode prejudicar o crescimento quanto à produção das culturas.

No que se refere às interferências indiretas das plantas daninhas com as culturas, elas também apresentam elevada importância, pois podem atuar como hospedeiras de pragas e doenças, exercer efeitos alelopáticos, ser tóxicas para animais e para o homem, reduzir o valor da terra (VASCONCELOS; SILVA; LIMA, 2012), além de dificultar o desempenho de algumas atividades, como, por exemplo, colheitas, tanto manuais quanto mecanizadas.

Segundo Carvalho (2013), não é possível conceituar especificamente interferência direta e indireta, mas a soma dos efeitos da interferência, dentre outros fatores, determina o grau de interferência.

O grau de interferência na associação planta daninha-cultura depende de fatores ligados à comunidade infestante (composição florística, densidade e frequência), à cultura (espécie, cultivar, espaçamento e densidade de semeadura), ao ambiente (clima, solo e manejo) e ao período de convivência entre planta daninha e cultura (época e duração) (PITELLI, 1985).

Entre os vários fatores que alteram o balanço de interferência entre a cultura e a comunidade de plantas daninhas, destaca-se o período em que as plantas daninhas e as

cultivadas estão disputando os recursos de crescimento disponíveis no ambiente comum (OLIVEIRA et al., 2010).

A época e a duração do período em que a cultura e a comunidade infestante convivem influenciam, consideravelmente, a intensidade de interferência (BRIGHENTI; OLIVEIRA, 2011). Existem, portanto, três tipos de períodos de convivência das plantas daninhas com as culturas.

O primeiro tipo é o período a partir da emergência em que a cultura pode conviver com as plantas daninhas sem que sua produtividade seja afetada negativamente, denominado período anterior à interferência (PAI). Após o término desse período, é necessário realizar o controle das plantas daninhas para que a produtividade da cultura não seja afetada (AGOSTINETTO et al., 2008; BRIGHENTI; OLIVEIRA, 2011).

O segundo compreende todo o período em que se deve controlar as plantas daninhas, indo desde a emergência até o momento em que a presença das plantas daninhas não cause mais danos significativos à cultura, ou seja, a cultura consiga controlar a comunidade infestante, por meio do sombreamento. Esse período é chamado período total de prevenção à interferência (PTPI), compreendendo o PAI e mais o PCPI (AGOSTINETTO et al., 2008; BRIGHENTI; OLIVEIRA, 2011).

O terceiro e último período é aquele no qual as plantas daninhas devem ser controladas obrigatoriamente, e caso não sejam controladas durante esse período, a produtividade e outras características serão prejudicadas. Esse período é chamado de período crítico de prevenção à interferência (PCPI) (AGOSTINETTO et al., 2008; BRIGHENTI; OLIVEIRA, 2011).

Os períodos críticos de interferência são bastante estudados, e já foram estabelecidos para diversas culturas, no entanto pode haver variação no período, em decorrência da influência do ambiente e de outros fatores, como relatado anteriormente.

Dentre os estudos relativos ao período crítico de prevenção da interferência das plantas daninhas no feijão-caupi, pode-se citar o de Freitas et al. (2009), que determinaram o PCPI da cultura entre 11 e 35 dias após a emergência. Corrêa et al. (2015) encontraram o PCPI do feijão-caupi no período entre os 11 e 53 dias pós a emergência. Mesmo com variação no período, em ambos os casos houve redução na produtividade de até 90%, revelando que a interferência de plantas daninhas é um fator relevante para a cultura.

2.2.1 Competição

A definição de competição leva em consideração o grau em que as plantas afetam a abundância de um recurso e como outras plantas respondem à troca desta abundância, sendo que nessa competição ambas as partes são prejudicadas, ou seja, plantas daninhas e plantas cultivadas (RIZZARDI et al., 2001; VASCONCELOS; SILVA; LIMA, 2012). Segundo Brighenti e Oliveira (2011), a competição é a forma mais conhecida de interferência das plantas daninhas sobre as culturas.

Normalmente, a competição é descrita para a interação planta-planta em que há limitação de algum recurso ambiental exigido para o crescimento e desenvolvimento das plantas. Portanto, a competição somente vai ocorrer quando ao menos um recurso estiver limitado no meio. Caso o meio forneça o recurso em quantidade suficiente para atender à demanda de ambos os indivíduos, o simples fato de estarem convivendo não garante que a competição vai se estabelecer (CARVALHO, 2013).

As plantas competem basicamente por água, nutrientes, luz e espaço. Segundo Carvalho (2013), a competição por água, nutrientes e luz está diretamente relacionada à competição por espaço, tendo em vista que quanto maior for o espaço ocupado pela planta, maior será a alocação de recursos do meio.

As plantas daninhas, de modo geral, levam vantagem competitiva às plantas cultivadas, pois, ao longo do tempo, as plantas daninhas foram tornando-se altamente competitivas, por meio do processo de seleção natural. Segundo Brighenti e Oliveira (2011), com o passar do tempo, o homem veio melhorando as espécies úteis (espécies cultivadas), retirando-lhes gradativamente a agressividade necessária para viverem sozinhas. Entretanto, a natureza agiu sobre as plantas silvestres imprimindo-lhes uma seleção no sentido de torná-las cada vez mais eficiente quanto à sobrevivência.

De acordo com Carvalho (2013), as plantas daninhas possuem características que lhes permitem se estabelecer e perpetuar em diversas áreas. Essas características estão associadas à agressividade, o que as torna bastante competitivas no processo de colonização de ambientes. Nesse sentido, Carvalho (2013) define agressividade como a capacidade da planta em se estabelecer e perpetuar em determinado local. Segundo o autor, aspectos relativos à competição pela sobrevivência e à plasticidade para adaptação a ambientes distintos caracterizam a agressividade dessas plantas, possibilitando dominação rápida da área em que habitam. Brighenti e Oliveira (2011) citam agressividade como a capacidade das plantas sobreviverem sem sofrer prejuízos decorrentes da concorrência.

O sucesso no processo de competição está relacionado à habilidade competitiva das plantas que estão competindo. Segundo Callaway (1992), algumas medidas são utilizadas frequentemente como caracterização de habilidade competitiva, tais como: redução no rendimento das culturas, redução de biomassa da cultura e das plantas daninhas, redução do número de plantas daninhas, dentre outras.

De acordo com Silva et al. (2000), fatores como o porte e arquitetura das plantas, maior velocidade de germinação e estabelecimento da cultura, rápido crescimento e maior volume do sistema radicular podem conferir às culturas elevada habilidade competitiva, tornando-se, assim, fatores desejáveis para as culturas.

O feijão-caupi é uma cultura bastante susceptível à competição com as plantas invasoras, principalmente nos períodos iniciais de desenvolvimento (LAMEGO et al., 2011). Segundo Andrade et al. (2010), o comprimento de vagem, o número de grãos por vagem e o peso de 100 grãos são componentes altamente correlacionados à produtividade, sendo que a competição com plantas daninhas pode interferir nesses componentes, reduzindo sua produção.

2.2.2 Alelopatia

Alelopatia é definida como a interferência provocada por substâncias químicas produzidas por certos organismos e que, no ambiente, afetam os outros componentes da comunidade (BRIGHENTI; OLIVEIRA, 2011).

As denominações dadas aos compostos químicos liberados pelos organismos no ambiente e que afetam os outros componentes da comunidade são chamadas substâncias alelopáticas, fitotoxinas, aleloquímicos ou produtos secundários (BRIGHENTI; OLIVEIRA, 2011; RODRIGUES, 2016).

Segundo Zanini e Santos (2004), a alelopatia não deve ser confundida com competição, pois na competição ocorre a redução ou retirada de um fator de crescimento necessário a ambas as plantas, ao passo que na alelopatia ocorre a adição de um fator no ambiente, que poderá beneficiar ou prejudicar o crescimento e/ou o desenvolvimento de outra planta.

Para Miller (1996), o efeito alelopático pode ser classificado em dois tipos: a autotoxicidade, que é um mecanismo intraespecífico por meio do qual uma planta libera algum composto químico que impede ou retarda a germinação e o crescimento de plantas da

mesma espécie; e a heterotoxicidade, quando o composto químico liberado por determinada planta afeta plantas de outras espécies.

As substâncias alelopáticas (ácido cinâmico, flavonoides, terpenoides, esteroides e alcaloides, dentre outras) podem ser liberadas no ambiente de diversas formas, através de volatilização, lixiviação, exsudação radicular, e da decomposição de resíduos vegetais (RICE, 1984; BRIGHENTI; OLIVEIRA, 2011).

Os mecanismos e modo de ação dos aleloquímicos são diversos, e a intervenção na germinação e no desenvolvimento das outras plantas pode ocorrer de diferentes maneiras. Segundo Pires e Oliveira (2011), os aleloquímicos interferem nas atividades vitais das plantas, tais como: fotossíntese, respiração, assimilação de nutrientes, síntese de proteínas, atividades enzimáticas, permeabilidade da membrana plasmática, e no desenvolvimento da planta.

Ainda segundo Pires e Oliveira (2011), existe grande número de plantas daninhas com grande potencial alelopático, as quais podem interferir tanto na germinação e desenvolvimento de outras plantas daninhas quanto de plantas cultivadas.

No entanto, diversas culturas também podem apresentar grande efeito alelopático, tanto em plantas da mesma espécie quanto de outras espécies e esse efeito pode conferir à cultura competitividade com plantas daninhas.

Estudos revelaram que o feijão-caupi apresenta efeito alelopático em algumas espécies, tanto em plantas cultivadas quanto em plantas daninhas.

Adler e Chase (2007), avaliando a fitotoxicidade de algumas culturas, dentre elas o feijão-caupi, constataram que espécies de interesse econômico, como o tomate (*Lycopersicon esculentum* L.), e espécies consideradas daninhas, como o caruru-de-folha-larga (*Amaranthus hybridus* L.) e o caruru rasteiro (*Amaranthus lividus* L.), sofreram efeitos alelopáticos do feijão-caupi.

Hill, Ngouajio e Nair (2007), ao estudar a fitotoxicidade de algumas espécies, inclusive do feijão-caupi, verificaram que os extratos de feijão-caupi continham compostos alelopáticos e sua fitotoxicidade varia de acordo com a espécie, tendo em vista que promoveu redução na germinação e no crescimento radicular de algumas espécies de plantas, ao passo que outras não sofreram efeitos alelopáticos.

2.3 COMPETITIVIDADE

A habilidade competitiva de uma espécie vegetal não é definida somente por uma única característica, e depende do recurso pelo qual compete e das características da espécie competidora (BIANCHI; FLECK; FEDERIZZI, 2006).

De acordo com Park, Benjamin e Watkinson (2003), o resultado da competição é influenciado por dois fatores: a manifestação da plasticidade fenotípica em ambiente competitivo e o potencial da habilidade competitiva, que está relacionado às características inerentes às plantas, que lhes conferem maior vantagem no processo de competição. Tais características podem incluir o tamanho da semente e da muda, a velocidade de emergência, dentre outras. Para Zanini e Santos (2004), todas essas características estão relacionadas à habilidade de uma planta para captar recursos.

Por exemplo, na competição por radiação solar, estão envolvidas a estatura e características foliares da planta; já na competição por recursos do solo (água e nutrientes), além das características da parte aérea, as do sistema radicular assumem importância (LEMERLE et al., 2001). Portanto, o êxito no processo de competição por determinado recurso está relacionado às características morfológicas e fisiológicas das plantas concorrentes.

Nas relações de competição, as culturas podem responder de duas maneiras às infestações de plantas daninhas: tolerância e supressão (LAMEGO et al., 2004). A tolerância consiste na habilidade de manter a produtividade em situação de recursos abióticos limitados no meio ambiente, ao passo que a supressão está relacionada à capacidade da cultura em reduzir o crescimento de plantas daninhas por competição e/ou alelopatia (OLIVEIRA, 2014).

2.3.1 Tolerância

Segundo Goldberg e Landa (1991), as habilidades competitivas das plantas apresentam diferentes formas: efeito competitivo e resposta competitiva. O efeito competitivo caracteriza-se pela capacidade de suprimir outros indivíduos e a resposta competitiva está relacionada à capacidade de evitar ser suprimida.

Para Callaway (1992), tanto o efeito competitivo quanto a resposta competitiva apresentam-se como componentes importantes de tolerância, porém a resposta competitiva é mais interessante para a maioria das culturas. Segundo o autor, o rendimento em si já é uma

importante característica de tolerância, de modo que a competitividade de uma cultura inclui tanto o efeito competitivo quanto a resposta competitiva.

A habilidade competitiva das plantas pode variar entre espécies e também entre cultivares de uma mesma espécie. Algumas características são apontadas porque conferem às plantas vantagens no processo de competição, algumas delas relacionadas à tolerância.

Segundo Callaway (1992), diversas características influenciam a tolerância varietal, tais como: rápida emergência da plântula e formação de copa em curto período de tempo, área foliar elevada, altura de planta, hábito de crescimento, alto rendimento, dentre outras.

Variedades tolerantes podem ser fisiologicamente mais eficientes, resultando em rendimentos mais elevados na ausência de competição com plantas daninhas e baixa redução de produtividade sob condições de convivência com elas (CALLAWAY, 1992).

Existem várias características que conferem às plantas cultivadas maior capacidade de tolerar a interferência de plantas daninhas, mas, de maneira geral, nas variedades mais tolerantes, a produtividade não é influenciada significativamente em decorrência dessa interferência.

Segundo Wang et al. (2006), as variedades de feijão-caupi foram criadas para diversas características agronômicas, como qualidade de grãos, resistência ou tolerância a estresses bióticos e abióticos. Alguns trabalhos referentes à tolerância do feijão-caupi às plantas daninhas vêm sendo realizados, principalmente no que se refere ao hábito de crescimento (WANG et al., 2006; WANG et al., 2007).

De acordo com Bianchi et al. (2010), a identificação de características que se relacionam à habilidade competitiva é o primeiro passo para formular estratégias de seleção de cultivares mais competitivas com plantas daninhas. Portanto, é de suma importância o estudo de características agronômicas relacionadas à tolerância do feijão-caupi às plantas daninhas.

2.3.2 Supressão

A habilidade supressiva de uma planta está relacionada à capacidade de impedir a germinação e/ou crescimento de outras plantas.

De acordo com Lemerle et al. (2001), a capacidade de suprimir plantas daninhas é considerada uma característica agronômica bastante desejável em uma cultura, na medida em que controla a população de plantas daninhas em longo prazo.

Segundo Concenço et al. (2013), as culturas podem inibir o desenvolvimento de plantas daninhas por meio de dois mecanismos principais: a capacidade de produzir substâncias alelopáticas e o efeito de cobertura, por meio do sombreamento de plântulas de espécies daninhas.

A supressão da emergência de plantas daninhas devido à produção de metabólitos secundários, denominados aleloquímicos, pode interferir na germinação, pela inativação dos mecanismos de dormência, e também no crescimento inicial de plantas daninhas ocorrentes (GOMES JUNIOR; CHRISTOFFOLETI, 2008; MONQUERO et al., 2009).

Silva e Silva (2007) relatam que o sombreamento é mais eficiente em suprimir o crescimento do que a germinação, especialmente em plântulas com metabolismo do carbono pelo ciclo C4.

Algumas características podem conferir maior potencial supressivo das plantas, como, por exemplo, porte e arquitetura, maior velocidade de germinação e estabelecimento da plântula, maior velocidade do crescimento e maior volume do sistema radicular (SILVA et al., 2000). Desta forma, as plantas que apresentam rápido crescimento, maior habilidade em interceptar a luz solar e captar os recursos do meio impedem a utilização desses recursos por plantas concorrentes, podendo, assim, suprimi-las.

2.4 CARACTERÍSTICAS DO FEIJÃO-CAUPI ASSOCIADAS À COMPETITIVIDADE COM PLANTAS DANINHAS

A competitividade das plantas de feijão-caupi pode ser atribuída à emergência precoce, alto índice de área foliar, rápida formação de copa, formação de dossel denso, elevada altura de planta, ciclo de desenvolvimento longo e rápido crescimento do sistema radicular (CALLAWAY, 1992).

De modo geral, as plantas que conseguem produzir uma cobertura mais rápida do solo e interceptar uma quantidade de luz maior do que as plantas daninhas são consideradas mais competitivas. Por essa razão, o hábito de crescimento do feijão-caupi (determinado ou indeterminado) tem sido apontado como característica de competitividade com plantas daninhas (OLIVEIRA et al., 2010).

Todavia, de acordo com Wang et al. (2007), pouco se sabe sobre como essas diferenças podem influenciar a competitividade com plantas daninhas. Por exemplo, as variedades prostradas (crescimento indeterminado), promovem cobertura do solo mais rápida, no entanto, se as plantas daninhas conseguirem crescer entre as folhas mais finas, elas podem

ter mais acesso à luz do que se estivessem competindo com variedades de porte ereto (crescimento determinado).

A competitividade do feijão-caupi também pode estar relacionada à alelopatia, pois alguns trabalhos evidenciaram que a espécie, além de tolerar, pode também suprimir a germinação e crescimento das plantas daninhas (CALLAWAY, 1992; ADLER; CHASE, 2007; HILL; NGOUAIJO; NAIR, 2007; TEIXEIRA et al., 2009).

2.5 MANEJO INTEGRADO DE VARIEDADES COMPETITIVAS COM PLANTAS DANINHAS

A fim de se evitar ou reduzir os prejuízos causados pela competição imposta à cultura pelas plantas daninhas, deve-se fazer o uso combinado de diferentes métodos de controle, que disponibilizam vantagem para a cultura sobre as plantas daninhas. As táticas de controle devem estar inseridas em um sistema de manejo integrado, ou seja, um conjunto de práticas de manejo do solo e cultural, que interfiram negativamente no estabelecimento e na competição das plantas daninhas com a cultura, além de propiciar o seu controle por meios preventivos, mecânicos, químicos ou biológicos, associados às condições ambientais predominantes na área de cultivo (BRACCINI, 2011).

As ações acima citadas têm o potencial de reduzir a população de plantas daninhas a níveis toleráveis, minimizar o impacto ambiental das práticas de manejo individualizado, aumentar a sustentabilidade dos sistemas de cultivo e diminuir a pressão de seleção de plantas daninhas resistentes aos herbicidas (HARKER; O'DONOVAN, 2013).

Existem várias opções de manejo de plantas daninhas, dentre elas o método de controle cultural, que consiste no uso da própria cultura para controlar as plantas daninhas (CARVALHO, 2013), como o uso de cultivares mais competitivas, uso de espaçamento menor e densidade de plantio mais alta. Segundo Silva et al. (2006), essas práticas de manejo contribuem para impedir o aumento de determinadas plantas daninhas, beneficiando o estabelecimento e desenvolvimento das culturas. Segundo Oliveira et al. (2010), as características morfofisiológicas diferenciais entre espécies de plantas podem influenciar as relações de competição no complexo cultura x planta daninha.

De acordo com Lemerle et al. (2001), a eficácia no controle das plantas daninhas pode depender da adoção de mais de uma prática de controle. Portanto, a utilização de variedades competitivas pode auxiliar outros métodos de controle de plantas daninhas.

Diversos trabalhos evidenciam a existência de variedades de feijão-caupi que apresentam competitividade com plantas daninhas, e que o emprego dessas variedades pode auxiliar no controle das plantas daninhas como um método cultural.

Teixeira et al. (2009), avaliando a habilidade competitiva de genótipos de feijão-caupi de diferentes hábitos de crescimento, com plantas daninhas, verificaram que existe diferença entre as cultivares, evidenciando superioridade às cultivares que apresentaram maior ramificação e cobertura do solo. Nesse sentido, Wang et al. (2006) enfatizam que existe variedade genética para as características de hábito de crescimento, e que a utilização dessa diversidade pode representar uma oportunidade de desenvolver variedades com capacidade de suprimir as plantas daninhas.

Adler e Chase (2007), comparando o potencial alelopático de diferentes espécies de plantas, constataram que o feijão-caupi suprimiu a germinação de algumas espécies de plantas daninhas. O potencial alelopático do feijão-caupi também é um importante aspecto a ser considerado no manejo integrado da cultura com plantas daninhas.

As características que conferem competitividade à cultura contra plantas daninhas devem ser levadas em consideração para a escolha da variedade a ser utilizada. No entanto, para que haja controle eficaz da população de plantas daninhas, pode ser necessária a interação de mais de um método de controle, como, por exemplo, a utilização de variedades competitivas e o controle mecânico das plantas daninhas.

2.6 ANÁLISE DE TRILHA EM TRABALHOS COM FEIJÃO-CAUPI

Em programas de melhoramento, algumas informações a respeito da relação entre as variáveis tornam-se importantes para o manejo correto das culturas devido à correlação existente entre o conjunto de variáveis (SIQUEIRA, 2017).

Para Furtado et al. (2002), o conhecimento do relacionamento entre caracteres é de grande importância no melhoramento de plantas, tendo em vista que possibilita manejo mais adequado da cultura, bem como a seleção de genótipos com características desejáveis, baseada na relação existente entre os caracteres.

Em diversos trabalhos, para estimar a correlação entre caracteres é comum a realização da análise de correlação linear simples e da análise de trilha.

Correlações entre o rendimento de grãos e seus componentes primários, por exemplo, têm sido objeto de estudo de vários trabalhos em diversas culturas. Apesar da utilidade dessas estimativas no entendimento de um caráter complexo como o rendimento de grãos, elas não

determinam a importância relativa das influências diretas e indiretas desses caracteres que compõem o rendimento de grãos (FURTADO et al., 2002).

Dentre as utilidades da análise de trilha, uma das principais é possibilitar o conhecimento dos efeitos diretos e indiretos que variáveis explicativas exercem sobre uma variável principal, permitindo, assim, estabelecer qual estratégia será mais eficiente na seleção, para incrementar o melhoramento genético (SOUZA, 2013).

A utilização da análise de trilha para diagnosticar a relação existente entre diversos caracteres no feijão-caupi é bastante comum em trabalhos de melhoramento, o que facilita o processo de seleção de variedades com as características desejáveis.

Freitas et al. (2016), ao estudar variedades de feijão-caupi para produção de grãos verdes e quais caracteres influenciavam diretamente o rendimento de grãos, constataram, com o auxílio da análise de trilha, que o número de vagens por planta foi o caráter que apresentou maior efeito direto sobre o rendimento de grãos verdes.

Patel et al. (2016), estudando 32 genótipos de feijão-caupi, realizaram as correlações e a análise de trilha entre diferentes características do caupi e verificaram, por meio da análise de trilha, que os caracteres comprimento da vagem, dias para 50% da floração, número de vagens por planta, teor de açúcar e altura da planta na última colheita, apresentaram efeito direto positivo no rendimento de vagens verdes por planta, ou seja, a seleção para rendimento de grãos verdes pode ser realizada por meio dessas características.

Lopes et al. (2017), estudando o potencial genético de uma população de 20 genótipos de feijão-caupi, também utilizaram a análise de trilha para orientar as estratégias de seleção, constatando que o número de grãos por vagem verde é determinante para o rendimento de grãos secos e que a seleção para o rendimento de grãos secos também pode ser feita indiretamente, por meio da massa e do comprimento da vagem verde.

Além da produtividade, existem outras características bastante estudadas nos trabalhos de melhoramento do feijão-caupi, tais como a precocidade e o porte da planta. Esta última, principalmente em locais onde são realizadas a colheitas mecanizadas. Neste sentido, a análise de trilha tem auxiliado na seleção de genótipos com as características desejáveis, por meio de caracteres que apresentam efeitos diretos sobre elas.

Ribeiro, Santos e Costa (2012) constataram, por meio da análise de trilha, que a seleção de plantas produtivas resultará em plantas precoces, com maior número de ramos secundários e menor número de dias para a colheita dos grãos, indicando, assim, que existe a possibilidade de selecionar plantas com maior produção de grãos, mais precoces e de porte

compacto, adequadas à colheita mecânica ou semi mecânica, com base nos caracteres que apresentam efeito direto sobre as características desejáveis.

A análise de trilha tem auxiliado bastante em programas de melhoramento genético de plantas, possibilitando a seleção de genótipos com características desejáveis, através dos caracteres que apresentam efeito direto sobre o caráter principal.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Foram realizados três experimentos sequencialmente no mesmo local (Experimento 1: Seleção preliminar de variedades tradicionais de feijão-caupi para competitividade com plantas daninhas; Experimento 2: Seleção adicional de variedades tradicionais de feijão-caupi para competitividade com plantas daninhas; Experimento 3: Rendimentos de variedades tradicionais de feijão-caupi selecionadas divergentemente para competitividade com plantas daninhas).

3.1 LOCALIZAÇÃO, SOLO E CLIMA

Os experimentos foram realizados na Fazenda Experimental Rafael Fernandes, da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), situada a 20 km da sede do município de Mossoró-RN (5°11' latitude, 37°20' WGr longitude e altitude de 18 m).

O solo da área experimental é classificado como argissolo Vermelho-Amarelo (PVA), de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2006).

O clima da região, segundo a classificação de Köppen (1948), é do tipo BSw^h, ou seja, clima muito seco, com precipitação pluviométrica média anual de 825 mm, com maiores precipitações no verão. Segundo Carmo Filho e Oliveira (1989), a região possui temperatura do ar média máxima que varia entre 32,1°C e 34,5°C, e precipitação média anual de aproximadamente 825 mm.

Durante os períodos de realização dos experimentos, alguns dados climáticos foram registrados, como apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Dados climatológicos de Mossoró-RN durante o período de novembro/2014 a fevereiro/2016. Mossoró-RN, 2018.¹

Anos	Meses	Temperaturas (°C)			Radiação global total (mj m ⁻² dia ⁻¹)	Precipitação (mm)	Umidades relativas (%)	
		Máx.	Méd.	Mín.			Mín.	Máx.
2014	Novembro	32,1	28,2	24,2	24,4	0,10	45,0	83,1
	Dezembro	32,7	29,1	25,5	23,8	0,01	45,4	77,8
2015	Janeiro	32,7	30,1	27,4	18,8	0,01	44,4	68,1
	Fevereiro	33,0	30,3	27,6	17,6	0,02	46,9	72,4
	Março	32,8	28,4	24,0	22,5	2,88	49,9	92,7
	Abril	32,5	28,1	23,8	21,3	2,07	52,3	95,1
	Maió	33,8	28,7	23,6	22,4	0,01	43,4	89,3
	Junho	33,0	27,7	22,5	19,3	0,49	43,6	87,2
	Julho	32,3	27,4	22,5	19,0	0,57	44,0	87,5
	Agosto	33,2	27,5	21,8	22,7	0,00	37,3	79,9
	Setembro	32,5	27,6	22,8	24,4	0,11	42,8	80,7
	Outubro	32,8	28,0	23,2	25,2	0,01	41,4	78,9
	Novembro	32,9	28,3	23,6	25,5	0,00	42,3	82,4
	Dezembro	33,3	28,8	24,2	23,5	0,43	42,7	81,8
2016	Janeiro	31,4	27,8	24,2	19,0	6,27	57,4	93,1

¹ Fonte: Agritempo (2018).

3.2 OBTENÇÃO DAS SEMENTES

As sementes de feijão-caupi utilizadas nos experimentos foram obtidas junto aos produtores do Rio Grande do Norte, em suas respectivas cidades. Cada variedade foi identificada pelo nome da cidade de origem: Alexandria, Angicos, Jaçanã, Apodi, Baraúna, Boa Saúde, Bodó, Campo Grande, Campo Redondo, Carnaúba dos Dantas, Carnaubais, Ceará Mirim, Currais Novos, Felipe Guerra, Itaú, Japi, José da Penha, Lagoa d'Anta, Lagoa de Pedras, Lagoa Salgada, Lajes, Luiz Gomes, Macaíba, Monte Alegre, Mossoró, Nova Cruz, Passa e Fica, Pedra Preta, Pedro Velho, Santa Cruz, Santana do Matos, São Bento do Trairi, São Gonçalo do Amarante, São José do Campestre, São José do Mipibu, São Miguel, Martins, São Paulo do Potengi, São Tomé, Senador Elói de Souza, Serra do Mel, Serrinha, Tangará, Tenente Ananias, Tenente Laurentino Cruz, Umarizal, Upanema e Vera Cruz.

3.3 PREPARO DO SOLO, ADUBAÇÃO, PLANTIO E TRATOS CULTURAIS

Antes da implantação de cada experimento, foi realizada uma análise das características químicas do solo (Tabela 2) na área onde os experimentos foram implantados, e, em, foram realizadas duas gradagens cruzadas.

Tabela 2 – Resultados das análises químicas dos solos das áreas onde foram implantados três experimentos com variedades tradicionais de feijão-caupi. Mossoró-RN, 2018.

Características de análise de solo	Experimento 1	Experimento 2	Experimento 3
	Seleção preliminar para competitividade com plantas daninhas	Seleção adicional para competitividade com plantas daninhas	Seleção divergente para competitividade com plantas daninhas
pH em água	7,00	7,60	7,60
Fósforo (mg dm^{-3})	9,50	21,00	34,40
Potássio (mg dm^{-3})	110,40	56,70	71,90
Sódio (mg dm^{-3})	10,40	71,20	37,70
Cálcio ($\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$)	3,20	2,10	2,50
Magnésio ($\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$)	2,20	0,60	0,70
Acidez trocável ($\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$)	0,00	0,00	0,00
Acidez potencial ($\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$)	0,08	0,00	0,00
Soma de bases ($\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$)	5,73	3,15	3,55
Capacidade de troca de cátions efetiva do solo ($\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$)	5,73	3,15	3,55
Capacidade de troca de cátions efetiva do solo à pH = 7 ($\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$)	5,81	3,15	3,55
Saturação por bases (%)	99,00	100,00	100,00
Saturação por alumínio (%)	0,00	0,00	0,00
Porcentagem de sódio trocável (%)	1,00	10,00	5,00

A semeadura do experimento 1 ocorreu no dia 05 de dezembro de 2014 e as semeaduras dos experimentos 2 e 3 ocorreram no dia 29 de outubro de 2015.

Em todos os experimentos, foram semeadas quatro sementes por cova, e aos 20 dias após a semeadura (DAS) foi realizado um desbaste, deixando-se duas plantas por cova.

O feijão-caupi recebeu como adubação de plantio, nos três experimentos, 10 kg de N ha^{-1} , 80 kg de P_2O_5 ha^{-1} e 40 kg de K_2O ha^{-1} ; como adubação de cobertura, recebeu 10 kg de N ha^{-1} (aos 30 DAS). As fontes de nitrogênio, fósforo e potássio foram sulfato de amônio, superfosfato simples e cloreto de potássio, respectivamente. Os adubos foram aplicados manualmente no fundo dos sulcos de semeadura.

Os experimentos foram realizados sob condições de sequeiro e receberam irrigação quando necessário. O sistema de irrigação utilizado foi o de aspersão, com turno de rega de dois dias.

Nos três experimentos, foram realizadas pulverizações visando ao controle da lagarta-roscosa (*Agrotis ipsilon* Hufnagel) e do pulgão (*Aphis craccivora* Kock). Todas as pulverizações levaram em consideração os níveis de controle das pragas.

No experimento 1, foram realizadas quatro pulverizações, sendo que as duas primeiras ocorreram aos 10 e 26 DAS, ambas mediante uso de um produto com o princípio ativo clorantraniliprole, na dose de 50 ml do produto ha^{-1} , visando ao controle da lagarta-roscosa. As

duas últimas ocorreram aos 33 e 77 DAS, ambas utilizando um produto com o princípio ativo bifentrina, na dose de 500 ml do produto ha⁻¹, visando ao controle do pulgão.

No experimento 2, foram realizadas três pulverizações, sendo a primeira realizada aos 14 DAS utilizando-se um produto com o princípio ativo metomil, na dose de 1,0 l ha⁻¹, e as duas últimas realizadas aos 43 e 54 DAS utilizando-se um produto com o princípio ativo bifentrina, na dose de 500 ml do produto ha⁻¹, todas visando ao controle do pulgão.

No experimento 3, foram realizadas duas pulverizações, sendo a primeira realizada aos 14 DAS utilizando-se um produto com o princípio ativo metomil, na dose de 1,0 l ha⁻¹, e a outra realizada aos 47 DAS utilizando-se um produto com o princípio ativo bifentrina, na dose de 500 ml do produto ha⁻¹, todas visando ao controle do pulgão.

3.4 TRATAMENTOS EXPERIMENTAIS

3.4.1 Experimento 1: Seleção preliminar para competitividade com plantas daninhas

Neste experimento, foi utilizado o delineamento de blocos ao acaso, com cinco repetições e 48 tratamentos. As 48 variedades (Alexandria, Angicos, Jaçanã, Apodi, Baraúna, Boa Saúde, Bodó, Campo Grande, Campo Redondo, Carnaúba dos Dantas, Carnaubais, Ceará Mirim, Currais Novos, Felipe Guerra, Itaú, Japi, José da Penha, Lagoa d'Anta, Lagoa de Pedras, Lagoa Salgada, Lajes, Luiz Gomes, Macaíba, Monte Alegre, Mossoró, Nova Cruz, Passa e Fica, Pedra Preta, Pedro Velho, Santa Cruz, Santana do Matos, São Bento do Trairi, São Gonçalo do Amarante, São José do Campestre, São José do Mipibu, São Miguel, Martins, São Paulo do Potengi, São Tomé, Senador Elói de Souza, Serra do Mel, Serrinha, Tangará, Tenente Ananias, Tenente Laurentino Cruz, Umarizal, Upanema e Vera Cruz) foram submetidas a um estresse moderado de plantas daninhas, sendo cultivadas com uma só capina, realizada aos 30 DAS, tendo em vista que na região, em geral, o feijão-caupi é cultivado com duas capinas (realizadas aos 20 e 40 dias após a semeadura).

As parcelas foram constituídas por uma fileira com 6,0 m de comprimento, contendo dez covas (cada uma delas com duas plantas). O espaçamento entre fileiras foi de 1,0 m; e de 0,6 m, entre covas de uma mesma fileira. As plantas das covas das extremidades de cada fileira foram consideradas bordaduras. Foi cultivadas como fileiras de bordadura uma fileira de cada lado de cada bloco, com a mesma variedade de feijão-caupi, em todos os blocos.

As plantas de uma cova (2 plantas), de cada fileira, foram destinadas a avaliações morfológicas, ao passo que as demais (12 plantas) foram destinadas a avaliações de rendimento de grãos secos. A parcela está esquematizada na Figura 1.

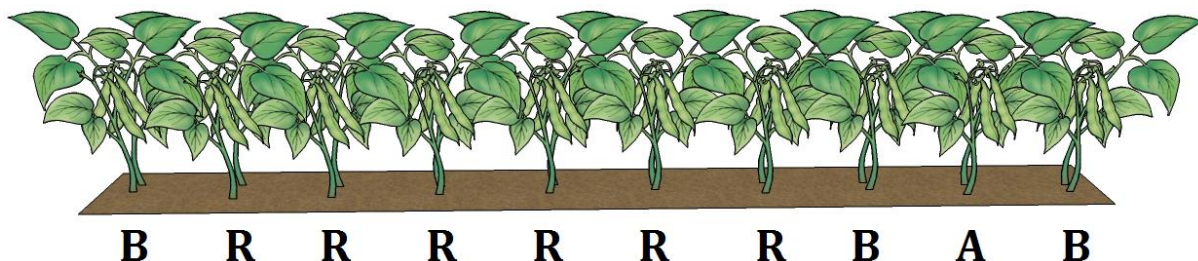


Figura 1 – Parcela do Experimento 1 representando as covas de bordadura (B), as covas utilizadas para avaliação de rendimento de grão secos (R) e a cova utilizada para avaliação de análise de crescimento (A). Mossoró-RN. 2018.

3.4.2 Experimento 2: Seleção adicional para competitividade com plantas daninhas

Nesse experimento, foram avaliadas em delineamento de blocos ao acaso, com cinco repetições, as doze variedades que apresentaram os maiores rendimentos de grãos na seleção adicional para competitividade com plantas daninhas (Umarizal, Itaú, Upanema, Lagoa de Pedra, José da Penha, São Tomé, Baraúna, Campo Grande, Luiz Gomes, Angicos, Jaçanã e Macaíba). Essas variedades foram submetidas a um estresse moderado de plantas daninhas, sendo cultivadas com uma só capina realizada aos 30 dias após a semeadura, constituindo 12 tratamentos.

Cada parcela foi constituída por quatro fileiras com 6,0 m de comprimento. Como área útil, considerou-se aquela ocupada pelas duas fileiras centrais, de cada uma das quais foram desconsideradas as plantas de uma cova de cada extremidade, em todas as avaliações. Uma das fileiras da área útil foi utilizada para avaliação do rendimento de grãos verdes e a outra, para avaliação de rendimento de grãos secos. O espaçamento utilizado foi de 1,0 m x 1,0 m, com duas plantas por cova. Portanto, foram utilizadas oito plantas para avaliação do rendimento de grãos verdes e oito plantas para avaliação do rendimento de grãos secos.

3.4.3 Experimento 3: Seleção divergente para competitividade com plantas daninhas

Nesse experimento, foram avaliadas seis variedades tradicionais de feijão-caupi, selecionadas a partir dos resultados obtidos na seleção preliminar para competitividade com

plantas daninhas; três das que se mostraram mais produtivas (Umarizal, Itaú e Upanema), e três que apresentaram baixo rendimento (Mossoró, Santa Cruz e São Miguel). Essas variedades foram submetidas a dois manejos de controle de plantas daninhas.

Foi utilizado o delineamento experimental de blocos ao acaso, com cinco repetições e parcelas subdivididas. O manejo das plantas daninhas (uma capina ou duas capinas) foi aplicado nas parcelas e as variedades tradicionais, nas subparcelas. As capinas foram realizadas aos 30 DAS para o manejo com uma capina e aos 20 e 40 DAS para o manejo com duas capinas.

Cada subparcela foi constituída por quatro fileiras com 6,0 m de comprimento. Como área útil, considerou-se a ocupada pelas duas fileiras centrais, desconsiderando-se as plantas de uma cova de cada extremidade, as quais constituíram as bordaduras. Uma das fileiras da área útil foi utilizada para avaliação dos grãos verdes e a outra, para avaliação de grãos secos. O espaçamento utilizado foi de 1,0 m x 1,0 m, com duas plantas por cova. Portanto, foram utilizadas oito plantas para avaliação dos grãos verdes e oito para avaliação dos grãos secos.

3.5 CARACTERÍSTICAS AVALIADAS

3.5.1 Experimento 1

O feijão-caupi foi avaliado quanto à análise morfológica e ao rendimento de grãos secos, sendo realizadas três colheitas (95, 97 e 110 DAS).

Por ocasião da floração, as plantas destinadas para análise de crescimento foram cortadas rente ao solo e encaminhadas para realização das avaliações, aos 32 DAS. Após o término das avaliações, as plantas foram trituradas e uma amostra de aproximadamente 100 g foi colocada em estufa de circulação de ar forçada, a 70 °C, até atingir massa constante, para determinação da massa seca da parte aérea das plantas de feijão-caupi.

As características relativas ao crescimento de plantas foram: massa fresca de plantas (g); número de ramos secundários; número de folhas; comprimento do ramo principal (cm); massa seca de plantas (g).

Após o término das colheitas de grãos secos, foram coletadas duas amostras de 0,6 m² cada, da população de plantas daninhas em cada bloco, aos 96 DAS, as quais foram pesadas para determinação da massa fresca da parte aérea das plantas daninhas. Em seguida, foram identificadas as espécies presentes em cada amostra e, logo depois, foram trituradas em forrageira. Uma amostra de aproximadamente 100 g foi colocada em estufa de circulação de

ar forçada, a 70 °C, até atingir massa constante, para estimação da massa seca da parte aérea das plantas daninhas.

3.5.2 Experimento 2

O feijão-caupi foi avaliado quanto aos rendimentos de grãos verdes e secos e seus componentes, além da determinação da matéria seca das plantas (aos 89 DAS), sendo realizadas dez colheitas de feijão verde (53, 56, 60, 62, 66, 69, 71, 75, 78 e 82 DAS). Com relação ao feijão seco, foram realizadas quatro colheitas (70, 74, 77 e 82 DAS).

O rendimento do feijão verde foi aferido com base em massas de vagens e de grãos. O rendimento de grãos foi corrigido para um teor de umidade de 65%. Também foram avaliados: o número de vagens planta⁻¹; o número de grãos vagem⁻¹ (em 10 vagens); a massa de 100 grãos (em cinco amostras); o comprimento, a largura e a espessura de 10 vagens e 10 grãos.

O rendimento de grãos secos foi medido pela massa de grãos secos, que foi corrigido para um teor de umidade de 15,5%. Além disso, foram avaliados: o número de vagens planta⁻¹; o número de grãos vagem⁻¹ (em 10 vagens); a massa de 100 grãos (em cinco amostras); comprimento, largura e espessura de 10 grãos.

Após a última colheita dos grãos secos, as plantas de uma cova, escolhida ao acaso, nas fileiras destinadas à avaliação de rendimento de grãos secos, foram cortadas rente ao solo, pesadas e trituradas para homogeneização do material. Em seguida, uma amostra de aproximadamente 100 g foi colocada em estufa de circulação de ar forçada, a 70 °C, até atingir massa constante, para estimação da massa seca da parte aérea do feijão-caupi.

Ao término das colheitas de grãos secos, foi coletada uma amostra de 1,0 m² da população de plantas daninhas em cada parcela, aos 91 DAS. Semelhantemente ao que foi realizado no experimento 1, cada amostra foi pesada para determinação da matéria fresca de plantas daninhas; em seguida, as espécies presentes em cada parcela foram identificadas. Depois, cada amostra foi triturada em forrageira, e uma amostra de aproximadamente 100 g foi colocada em estufa de circulação de ar forçada, a 70 °C, até atingir massa constante, estimando-se, assim, a matéria seca das plantas daninhas.

3.5.3 Experimento 3

O feijão-caupi foi avaliado quanto aos rendimentos de grãos verdes e secos e seus componentes, além da determinação da matéria seca das plantas (aos 91 DAS), sendo realizadas nove colheitas de feijão verde (aos 53, 56, 60, 62, 66, 69, 71, 75 e 78 DAS) e quatro colheitas de feijão seco (aos 70, 74, 77 e 82 DAS).

Nesse experimento, as características avaliadas, tanto para o feijão verde quanto para o feijão seco, foram as mesmas realizadas no experimento 2.

As avaliações referentes à obtenção da matéria seca da parte aérea das plantas de feijão-caupi também foram iguais às realizadas no experimento 2.

Depois de finalizar as colheitas do feijão seco, foram coletadas amostras de 1,0 m² da parte aérea da população de plantas daninhas, em cada parcela, aos 91 DAS. As espécies de plantas daninhas contidas nas amostras foram identificadas. As amostras foram pesadas, homogeneizadas e foram retiradas amostras de aproximadamente 100 g, que foram colocadas em estufa de circulação de ar forçada, a 70 °C, até atingir massa constante, para obtenção da matéria seca da parte aérea das plantas daninhas.

3.6 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Foram realizados dois tipos de análises estatísticas. No primeiro deles, os dados foram submetidos às análises de variância feita com o *software* SISVAR versão 5.3, desenvolvido pela Universidade Federal de Lavras (FERREIRA, 2010), e as médias dos tratamentos foram comparadas por meio dos testes de Scott-Knott (experimento 1) e Tukey (experimentos 2 e 3), a 5% de probabilidade.

No segundo tipo de análise, foi realizado o diagnóstico de multicolinearidade e a análise de trilha foi feita com auxílio do Programa Genes - Aplicativo Computacional em Genética e Estatística (CRUZ, 2001).

Na análise de trilha, o grau de multicolinearidade da matriz de correlação $X'X$ foi estabelecido com base no seu número de condição (NC, razão entre o maior e o menor autovalores da matriz de correlação) e no teste do valor do determinante da matriz de correlação entre os caracteres estudados. A multicolinearidade não causa sérios problemas na análise de trilha quando NC é menor do que 100 (TOEBE; CARGNELUTTI FILHO, 2013) e valores de determinantes próximos a zero indicam forte associação entre os caracteres estudados, o que deve ocasionar viés nas estimativas. Foram realizadas análises prévias

visando à constatação da multicolinearidade para análise de trilha. Neste método, utiliza-se um procedimento similar ao da análise de regressão em cumeeira (CARVALHO; CRUZ, 1996). Em contraste com a análise de trilha convencional, a análise de trilha sob multicolinearidade é feita com a introdução de uma constante k na matriz de correlação $X'X$ para reduzir a variância associada ao estimador de quadrados mínimos da análise de trilha (CARVALHO; CRUZ, 1996). Assim, o sistema de equações normais $X'X\beta = X'Y$ torna-se $(X'X + kI)\beta = X'Y$.

4 RESULTADOS

4.1 EXPERIMENTO 1: SELEÇÃO PRELIMINAR PARA COMPETITIVIDADE COM PLANTAS DANINHAS

4.1.1 Características do feijão-caupi

A análise de variância indicou efeito significativo de variedades apenas no rendimento de grãos secos de feijão-caupi (Tabela 1A, do Apêndice). No entanto, o teste de médias detectou diferenças significativas entre variedades no número de folhas (Tabela 3). Em outras palavras, ocorreu discordância entre o teste F e o teste de Skott-Knott. Embora seja raro, é possível que ocorram discordâncias entre as indicações do teste F e os testes de médias. Pimentel-Gomes (2000) ressalta que é possível que, embora o teste F não tenha sido significativo na análise da variância, se obtenha um ou mais contrastes significativos pelo teste de Tukey. Santos, Santos e Mesquita (2010) relatam que fatos semelhantes também ocorrem com o teste de Duncan, que não concorda inteiramente com o teste F, e que essas discordâncias se devem à aceitação de hipóteses diferentes nas deduções teóricas dos testes.

Quanto ao rendimento de grãos, as variedades Umarizal, Itaú, Upanema, Lagoa de Pedras, José da Penha e São Tomé apresentaram os maiores valores. As variedades Baraúna, Campo Grande, Luiz Gomes, Angicos, Jaçanã, Macaíba, Japi, Tenente Laurentino Cruz, Carnaubais, Alexandria e Pedro Velho apresentaram rendimentos intermediários. As demais variedades apresentaram os menores rendimentos.

As variedades de feijão-caupi não diferiram quanto às matérias fresca e seca totais, ao número de ramos secundários e ao comprimento do ramo principal. Quanto ao número de folhas, as variedades Pedro Velho, José da Penha, Itaú, Felipe Guerra, Campo Grande, São José do Mipibu, Pedra Preta, Monte Alegre, Alexandria, Santana do Matos, São Gonçalo do Amarante, Apodi e Senador Elói de Souza apresentaram os maiores valores. As demais variedades se mostraram inferiores quanto a esta característica.

Tabela 3 – Médias de características associadas ao crescimento e de rendimento de grãos de variedades tradicionais de feijão-caupi na “Seleção preliminar para competitividade com plantas daninhas” (experimento-1). Mossoró-RN, 2018.¹

Variedades tradicionais de feijão-caupi ²	Matéria fresca total de plantas (g)	Matéria seca total de plantas (g)	Número de ramos secundários	Número de folhas por planta	Comprimento do ramo principal (cm)	Rendimento de grãos secos (kg ha ⁻¹)
Umarizal	47,9 a	6,1 a	9,5 a	29,3 b	25,5 a	945 a
Itaú	52,4 a	6,5 a	12,4 a	39,0 a	25,9 a	937 a
Upanema	41,4 a	5,4 a	9,1 a	28,7 b	26,2 a	863 a
Lagoa de Pedras	43,7 a	5,7 a	9,6 a	28,9 b	28,9 a	822 a
José da Penha	66,2 a	8,6 a	13,8 a	42,7 a	26,7 a	817 a
São Tomé	40,5 a	4,7 a	10,0 a	31,2 b	24,6 a	765 a
Baraúna	51,0 a	5,9 a	9,1 a	29,6 b	24,7 a	689 b
Campo Grande	72,4 a	8,7 a	14,0 a	44,8 a	27,5 a	683 b
Luiz Gomes	60,4 a	7,4 a	10,4 a	33,6 b	28,3 a	668 b
Angicos	50,5 a	6,5 a	10,9 a	32,7 b	30,0 a	655 b
Jaçaná	42,9 a	5,4 a	8,8 a	27,7 b	27,2 a	649 b
Macaíba	43,3 a	5,6 a	9,5 a	30,6 b	24,1 a	615 b
Japi	48,1 a	6,2 a	10,6 a	30,8 b	28,3 a	612 b
Tenente Laurentino Cruz	49,4 a	6,3 a	10,6 a	34,2 b	25,5 a	563 b
Carnaubais	60,6 a	7,1 a	9,7 a	31,5 b	29,3 a	562 b
Alexandria	54,0 a	6,6 a	12,5 a	40,2 a	27,9 a	544 b
Pedro Velho	60,0 a	6,9 a	11,5 a	36,4 a	31,7 a	490 b
Monte Alegre	56,4 a	6,5 a	13,0 a	39,4 a	31,9 a	450 c
Pedra Preta	68,2 a	7,5 a	11,5 a	37,3 a	28,0 a	449 c
Passa e Fica	48,2 a	6,1 a	8,8 a	27,3 b	31,1 a	438 c
Campo Redondo	50,4 a	5,9 a	10,5 a	32,3 b	31,9 a	375 c
Bodó	52,3 a	6,6 a	11,0 a	34,0 b	25,5 a	368 c
São José do Campestre	50,2 a	6,3 a	10,8 a	32,1 b	27,2 a	367 c
São Paulo do Potengi	55,6 a	7,1 a	11,3 a	34,0 b	25,6 a	334 c
Ceará Mirim	48,5 a	5,9 a	8,9 a	29,0 b	25,6 a	329 c
Carnaúba dos Dantas	39,5 a	4,9 a	7,2 a	24,7 b	25,1 a	320 c
Serrinha	55,1 a	6,1 a	10,1 a	33,7 b	28,3 a	319 c
Felipe Guerra	63,2 a	7,5 a	12,9 a	42,0 a	26,4 a	303 c
Lagoa d'anta	59,6 a	7,3 a	11,5 a	33,4 b	28,0 a	293 c
Lagoa Salgada	37,4 a	4,9 a	8,4 a	25,3 b	24,0 a	267 c
Boa Saúde	52,6 a	6,5 a	10,5 a	32,4 b	24,8 a	251 c
Nova Cruz	46,5 a	6,1 a	9,6 a	31,0 b	29,5 a	241 c
Vera Cruz	58,2 a	6,2 a	10,2 a	31,1 b	29,4 a	241 c
Santana do Matos	69,9 a	8,2 a	13,4 a	41,3 a	23,6 a	239 c
Lajes	53,0 a	6,1 a	9,4 a	29,9 b	31,2 a	231 c
Tenente Ananias	45,1 a	5,6 a	8,7 a	28,9 b	25,1 a	229 c
Tangará	51,4 a	6,6 a	9,3 a	28,1 b	28,0 a	228 c
Apodi	61,1 a	7,0 a	11,8 a	40,3 a	25,4 a	225 c
São Bento do Trairi	53,4 a	6,3 a	9,4 a	29,2 b	25,7 a	225 c
Currais Novos	53,2 a	6,6 a	11,3 a	34,2 b	29,4 a	223 c
Senador Elói de Souza	67,1 a	8,2 a	13,1 a	40,6 a	28,7 a	181 c
São José do Mipibu	52,6 a	6,1 a	11,1 a	35,8 a	24,2 a	179 c
Mossoró	63,9 a	7,5 a	11,1 a	34,1 b	25,5 a	169 c
Santa Cruz	41,4 a	5,4 a	8,8 a	27,8 b	25,3 a	150 c
Serra do Mel	40,2 a	5,0 a	8,3 a	25,6 b	24,4 a	112 c
São Gonçalo do Amarante	67,3 a	7,6 a	12,0 a	38,3 a	27,6 a	97 c
São Miguel	56,0 a	6,8 a	10,4 a	33,2 b	29,7 a	63 c
Martins	60,1 a	7,3 a	10,5 a	33,5 b	31,0 a	57 c
CV (%)	36,0	31,7	29,9	28,2	17,9	55,1

¹ Em cada característica, médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott.

² As variedades foram cultivadas com uma só capina realizada aos 30 dias após a semeadura (considerado estresse moderado causado por plantas daninhas).

4.1.2 Características das plantas daninhas

Foram identificadas nove espécies de plantas daninhas em toda a área experimental (Tabela 4). As mais frequentes (índice de ocorrência maior que 50%) foram: *Cenchrus echinatus* L.; *Adenocalymma* sp.; *Digitaria* sp.

Ao observar a Tabela 4, é possível perceber a predominância de poucas espécies de plantas daninhas.

Tabela 4 – Índice de ocorrência das espécies de plantas daninhas na “Seleção preliminar para competitividade com plantas daninhas” (experimento-1). Mossoró-RN, 2018.

Números	Espécies	Índice de ocorrência ¹ (%)
1	<i>Adenocalymma</i> sp.	80
2	<i>Alternanthera tenella</i> Colla	40
3	<i>Borreria verticillata</i> L.	40
4	<i>Cenchrus echinatus</i> L.	100
5	<i>Commelina benghalensis</i> L.	20
6	<i>Dactyloctenium aegyptium</i> (L.) Willd.	20
7	<i>Digitaria</i> sp.	100
8	<i>Panicum maximum</i> Jacq.	20
9	<i>Turnera subulata</i> Sm.	40

¹ Índice de ocorrência é definido como a relação entre número de parcelas em que ocorreu determinada espécie de planta daninha e o número total de parcelas experimentais.

A Tabela 5 representa a distribuição das plantas daninhas, por amostra, em cada bloco. Os blocos 1, 2 e 3 apresentaram cinco espécies de plantas daninhas, ao passo que os blocos 4 e 5 apresentaram quatro espécies.

Tabela 5 – Distribuição das espécies de plantas daninhas constatadas na “Seleção preliminar para competitividade com plantas daninhas”(experimento-1). Mossoró-RN, 2018.

Amostras	Blocos				
	1	2	3	4	5
1	1-4-7-9	2-4-7	2-4-5	1-4	1-3-7
2	8-4	1-4-6-7	3-4-7	1-4-7-9	1-4-7
Totais de espécies	1-4-7-8-9	1-2-4-6-7	2-3-4-5-7	1-4-7-9	1-3-4-7

A Tabela 6 exibe as massas fresca e seca de plantas daninhas no cultivo do feijão-caupi, por amostra e por bloco.

A predominância de determinadas espécies de plantas daninhas e uma densidade alta dessas plantas em uma área podem comprometer potencialmente qualquer cultivo, além do estabelecimento e o desenvolvimento de outras espécies de plantas daninhas. A Tabela 5 revela que foram identificadas relativamente poucas espécies de plantas daninhas na área experimental e a Tabela 6 indica que essas plantas daninhas, apesar de poucas em número, predominaram na área em relação à massa.

Tabela 6 – Médias das massas fresca e seca da parte aérea de plantas daninhas na “Seleção preliminar para competitividade com plantas daninhas” (experimento-1). Mossoró-RN, 2018.

Blocos	Amostras	Matérias da parte aérea de plantas daninhas (g m ⁻²)	
		Fresca	Seca
1	1	1612,8	346,6
1	2	1274,2	237,4
2	1	624,7	77,3
2	2	554,5	98,6
3	1	553,0	74,6
3	2	218,0	36,3
4	1	14,0	2,5
4	2	344,9	59,4
5	1	373,6	58,5
5	2	400,6	75,5

4.2 EXPERIMENTO 2: SELEÇÃO ADICIONAL PARA COMPETITIVIDADE COM PLANTAS DANINHAS

4.2.1 Características do feijão-cupi

Houve efeito de variedades para rendimento de grãos verdes de feijão-caupi e seus componentes (Tabela 2A, do Apêndice), cujas médias podem ser visualizadas na Tabela 7.

Quanto ao rendimento de grãos verdes, a variedade Umarizal foi superior. As variedades Lagoa de Pedras, Jaçanã e José da Penha apresentaram os menores rendimentos, não diferindo entre si. As demais variedades apresentaram rendimentos intermediários e não diferiram entre si (Tabela 7).

Em relação à massa de vagens, a variedade Umarizal foi superior. As variedades Campo Grande, Baraúna e Upanema apresentaram massas intermediárias e não diferiram entre si. As variedades Macaíba, São Tomé, Luiz Gomes, Angicos, Itaú, Lagoa de Pedras, Jaçanã e José da Penha apresentaram as menores massas, não diferindo entre si.

Tabela 7 – Médias dos rendimentos de vagens verdes e de grãos verdes e de seus componentes de variedades tradicionais de feijão-caupi na “Seleção adicional para competitividade com plantas daninhas” (experimento-2). Mossoró-RN, 2018.¹

Variedades tradicionais	Massa de 100 grãos (g)	Número de vagens planta ⁻¹	Número de grãos vagem ⁻¹	Massa de vagens (kg)	Rendimento de grãos verdes (kg ha ⁻¹)
Umarizal	36,5 bc	35,5 a	15,7 abc	5.845 a	3.476 a
Baraúna	38,1 bc	26,4 ab	16,9 a	4.428 ab	2.901 ab
Campo Grande	47,3 a	19,9 b	15,6 abc	4.504 ab	2.586 ab
Macaíba	32,7 cd	26,0 ab	16,1 ab	3.751 b	2.579 ab
São Tomé	32,1 cd	27,4 ab	15,8 abc	3.763 b	2.523 ab
Luiz Gomes	34,7 bc	23,3 b	15,0 bc	3.649 b	2.508 ab
Upanema	35,9 bc	24,2 ab	16,1 abc	3.939 ab	2.507 ab
Angicos	27,7 d	29,1 ab	16,9 a	3.321 b	2.266 ab
Itaú	40,8 ab	19,8 b	16,3 ab	3.536 b	2.234 ab
Lagoa de Pedras	35,8 bc	23,1 b	14,6 c	3.239 b	2.168 b
Jaçanã	32,0 cd	23,0 b	15,9 abc	3.159 b	2.007 b
José da Penha	36,7 bc	18,7 b	15,4 bc	3.263 b	1.923 b
CV (%)	8,8	22,0	4,3	23,7	23,6

¹ Em cada característica, médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Em relação à massa de 100 grãos, a variedade Campo Grande apresentou a maior média, não diferindo da Itaú, enquanto a variedade Angicos apresentou a menor média.

A variável número de vagens planta⁻¹ pode ajudar a explicar o fato de a variedade Umarizal ter apresentado o maior rendimento, apesar de não estar entre as variedades que apresentaram as maiores médias da massa de 100 grãos, pois o maior número de vagens planta⁻¹ da variedade Umarizal pode ter compensado a relativa inferioridade na massa dos grãos, aumentando o rendimento dessa variedade. De maneira semelhante, as menores médias de número de vagens planta⁻¹ das variedades Campo Grande e Itaú proporcionaram rendimentos de grãos intermediários, pois essas variedades apresentaram as maiores médias de massa de grãos (Tabela 7).

Para número de grãos vagem⁻¹, as variedades Baraúna e Angicos apresentaram as maiores médias, e a variedade Lagoa de Pedra apresentou a menor média quanto a esta característica.

O número de grãos vagem⁻¹, associado ao número de vagens planta⁻¹, pode ter influenciado o rendimento de grãos, de modo que as variedades que apresentaram as maiores médias de número de grãos vagem⁻¹ (Baraúna e Angicos) e médias intermediárias de número de vagens planta⁻¹ apresentaram rendimentos de grão intermediários, e a variedade que apresentou a menor média de número de grãos vagem⁻¹ (Lagoa de Pedra) e a menor média de

número de vagens planta⁻¹ apresentou também a menor média de rendimento de grãos (Tabela 7).

Em relação às dimensões da vagem e do grão verde das variedades de feijão-caupi, houve efeito significativo para todas as características (Tabela 3A, do Apêndice), cujas médias podem ser visualizadas na Tabela 8.

A variedade Campo Grande se destacou em relação às demais em comprimento, largura e espessura da vagem, e a variedade Angicos foi uma das que apresentou as menores médias quanto a estas características (Tabela 8).

Em relação ao comprimento do grão verde, a variedade Campo Grande apresentou a maior média, não diferindo das variedades Umarizal, Itaú, José da Penha, Jaçanã e Macaíba, que apresentaram valores de comprimento do grão intermediários, não diferindo entre si. As demais variedades apresentaram as menores médias quanto a esta característica e não diferiram entre si (Tabela 8).

A variedade Campo Grande apresentou maiores médias com relação à largura do grão verde e espessura do grão verde, enquanto a variedade São Tomé apresentou os menores valores quanto a essas características, e as demais variedades apresentaram valores intermediários de largura e espessura do grão verde, não diferindo entre si (Tabela 8).

Tabela 8 – Médias das características de vagens e de grãos verdes de variedades tradicionais de feijão-caupi na “Seleção adicional para competitividade com plantas daninhas” (experimento-2). Mossoró-RN, 2018.¹

Variedades tradicionais	Vagens			Grãos		
	Comprimento	Largura	Espessura	Comprimento	Largura	Espessura
	cm	mm			mm	
Umarizal	21,9 ab	10,0 bcde	8,0 ab	11,9 ab	7,3 ab	6,7 ab
Itaú	21,7 ab	10,7 abcd	7,4 bcd	11,8 ab	7,9 ab	6,6 ab
Upanema	20,1 abc	9,9 bcde	7,6 abc	10,8 b	7,3 ab	6,3 ab
Lagoa de Pedra	20,2 abc	9,6 cde	7,4 bcd	11,5 b	7,3 ab	6,5 ab
José da Penha	21,1 ab	11,3 ab	8,0 ab	12,0 ab	7,7 ab	6,8 ab
São Tomé	19,8 bc	9,8 cde	7,2 cd	10,5 b	6,8 b	6,1 b
Baraúna	21,6 ab	10,1 bcde	7,7 abc	11,0 b	7,4 ab	6,9 ab
Campo Grande	22,2 a	11,6 a	8,3 a	13,2 a	8,3 a	7,4 a
Luiz Gomes	22,0 ab	10,4 abcde	7,7 abc	11,3 b	7,2 ab	6,5 ab
Angicos	18,2 c	9,3 e	6,7 d	11,3 b	7,3 ab	6,3 ab
Jaçanã	21,3 ab	9,4 de	7,2 bcd	11,5 ab	6,9 b	6,5 ab
Macaíba	19,9 bc	10,7 abc	7,7 abc	12,1 ab	7,6 ab	6,5 ab
CV (%)	4,9	5,6	5,1	6,7	6,8	7,7

¹ Em cada característica, médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Em relação às características de feijão-caupi seco, houve efeito de variedades apenas para massa de 100 grãos e número de grãos vagem⁻¹ (Tabela 4A, do Apêndice), cujas médias podem ser visualizadas na Tabela 9.

Tabela 9 – Médias do rendimento de grãos secos e de seus componentes de variedades tradicionais de feijão-caupi na “Seleção adicional para competitividade com plantas daninhas” (experimento-2). Mossoró-RN, 2018.¹

Variedades tradicionais	Massa de 100 grãos(g)	Número de vagens planta ⁻¹	Número de grãos vagem ⁻¹	Rendimento de grãos secos (kg ha ⁻¹)
Upanema	21,2 bc	26,6 a	16,2 abcd	1.525 a
Umarizal	20,4 bcd	25,8 a	14,6 d	1.388 a
Jaçanã	17,2 g	27,7 a	16,8 ab	1.386 a
Campo Grande	25,0 a	18,5 a	15,8 abcd	1.356 a
Itaú	22,3 b	18,4 a	16,0 abcd	1.254 a
Baraúna	20,1 bcde	18,3 a	17,3 a	1.249 a
São Tomé	17,7 fg	24,4 a	15,6 bcd	1.188 a
Lagoa de Pedra	18,7 defg	21,7 a	15,1 cd	1.116 a
Angicos	14,4 h	25,8 a	16,3 abc	1.061 a
José da Penha	19,3 cdefg	17,8 a	15,0 cd	960 a
Luiz Gomes	19,6 cdef	16,6 a	15,0 cd	865 a
Macaíba	17,9 efg	18,8 a	14,6 d	789 a
CV (%)	5,2	35,8	4,8	32,3

¹ Em cada característica, médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Com relação às características de rendimento de grãos secos e número de vagens planta⁻¹, não houve diferença entre as variedades de feijão-caupi. Para a massa de 100 grãos, a variedade Campo Grande apresentou a maior média, e a variedade Angicos, a menor média. Para número de grãos vagem⁻¹, a variedade Baraúna se destacou em relação às demais, e as variedades Umarizal e Macaíba apresentaram as menores médias (Tabela 9).

As Tabelas 7 e 9 indicam que existem algumas semelhanças entre as variáveis, para determinadas características, ou seja, os resultados são semelhantes para as mesmas características, independentemente da utilização para produção de feijão verde e feijão seco, de modo que aquelas variedades que obtiveram resultados superiores para feijão verde também obtiveram resultados satisfatórios para feijão seco. Por exemplo, as variedades Campo Grande e Angicos foram a melhor e a pior, respectivamente, quando analisadas quanto à massa de 100 grãos verdes e secos.

Houve efeito de variedades no comprimento, largura e espessura do grão de feijão-caupi seco (Tabela 5A, do apêndice). Não houve efeito de variedades nas matérias fresca e

seca da parte aérea das plantas de feijão (Tabela 6A, do Apêndice). As médias de cada característica podem ser visualizadas na Tabela 10.

No comprimento e na largura do grão, a variedade Campo Grande foi estatisticamente igual às variedades Itaú e Upanema e superior às demais. A variedade Jaçanã apresentou a menor média de comprimento do grão, ficando também entre as que apresentaram menor largura do grão, não diferindo das variedades São Tomé, Angicos e Macaíba, no que se refere à largura do grão. As variedades Angicos e Campo Grande apresentaram menor e maior espessura do grão, respectivamente, ao passo que a variedade Umarizal apresentou valores intermediários (Tabela 10).

Tabela 10 – Médias das características de grãos secos de variedades tradicionais de feijão-caupi na “Seleção adicional para competitividade com plantas daninhas” (experimento-2). Mossoró-RN, 2018.¹

Variedades tradicionais	Comprimento do grão	Largura do grão mm	Espessura do grão
Umarizal	8,8 bcd	6,8 b	4,9 b
Itaú	9,9 ab	7,5 a	5,3 ab
Upanema	9,6 ab	7,7 a	5,3 ab
Lagoa de Pedra	7,9 cd	6,3 bc	5,1 ab
José da Penha	8,8 cd	6,6 bc	5,0 ab
São Tomé	8,0 cd	6,2 c	4,9 b
Baraúna	8,2 cd	6,9 b	5,3 ab
Campo Grande	10,0 a	7,6 a	5,4 a
Luiz Gomes	8,8 bcd	6,8 b	5,0 ab
Angicos	7,9 cd	6,1 c	4,4 c
Jaçanã	7,7 d	6,1 c	5,1 ab
Macaíba	7,8 cd	6,2 c	4,9 b
CV (%)	6,1	4,2	4,1

¹ Em cada característica, médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Em relação às matérias fresca e seca, as variedades não diferiram (Tabela 11).

Tabela 11 – Médias das características de matérias fresca e seca de variedades tradicionais de feijão-caupi na “Seleção adicional para competitividade com plantas daninhas” (experimento-2). Mossoró-RN, 2018.¹

Variedades tradicionais	Matérias da parte aérea de plantas de feijão (g planta ⁻¹)	
	Fresca	Seca
Angicos	679,5 a	115,9 a
Luiz Gomes	676,3 a	90,5 a
Upanema	668,1 a	112,4 a
Macaíba	528,6 a	89,9 a
Baraúna	526,3 a	88,8 a
Lagoa de Pedra	510,0 a	88,7 a
Campo Grande	491,5 a	83,9 a
Umarizal	483,0 a	80,8 a
São Tomé	474,0 a	88,4 a
Jaçanã	452,5 a	75,8 a
Itaú	371,5 a	63,2 a
José da Penha	363,0 a	60,3 a
CV (%)	39,9	41,0

¹ Em cada característica, médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

4.2.2 Características das plantas daninhas

Foram identificadas quatorze espécies de plantas daninhas na área experimental (Tabela 12). As mais frequentes (índice de ocorrência maior que 50%) foram: *Cenchrus echinatus* L., *Dactyloctenium aegyptium* (L.) Willd. e *Digitaria* sp.

Tabela 12 – Índice de ocorrência das espécies de plantas daninhas na “Seleção adicional para competitividade com plantas daninhas” (experimento-2). Mossoró-RN, 2018.

Números	Espécies	Índice de ocorrência ¹ (%)
1	<i>Adenocalymma</i> sp.	13
2	<i>Alternanthera tenella</i> Colla	8
3	<i>Amaranthus viridis</i> L.	37
4	<i>Borreria verticillata</i> L.	2
5	<i>Cenchrus echinatus</i> L.	100
6	<i>Citrullus lanatus</i> Thunb	3
7	<i>Commelina benghalensis</i> L.	48
8	<i>Dactyloctenium aegyptium</i> (L.) Willd.	80
9	<i>Digitaria</i> sp.	55
10	<i>Euphorbia hyssopifolia</i> L.	23
11	<i>Jacquemontia</i> sp.	10
12	<i>Neojobertia candolleana</i> (Mart. ex DC.) Bureau & K. Schum	2
13	<i>Portulaca oleracea</i> L.	40
14	<i>Turnera subulata</i> Sm.	5

¹ Índice de ocorrência é definido como a relação entre número de parcelas em que ocorreu determinada espécie de planta daninha e o número total de parcelas experimentais.

A Tabela 13 representa a distribuição das plantas daninhas em cada tratamento, em cada bloco. A maior incidência de plantas daninhas ocorreu no cultivo da variedade Angicos (12 espécies no total), seguida de Itaú, São Tomé, Baraúna e Macaíba (nove espécies no total, para cada variedade). As menores incidências de plantas daninhas foram observadas nas parcelas cultivadas com as variedades Umarizal, José da Penha, Campo Grande e Luiz Gomes (sete espécies no total).

Tabela 13 – Distribuição de espécies de plantas daninhas em parcelas de variedades tradicionais de feijão-caupi na “Seleção adicional para competitividade com plantas daninhas” (experimento-2). Os números correspondem às espécies identificadas na Tabela 10. Mossoró-RN, 2018.

Variedades tradicionais	Blocos					Totais de espécies
	1	2	3	4	5	
Umarizal	3-5-9-13	5-7-9-13	5-7-8-9	5-7-8-9	3-5-7-8-9-10	7
Itaú	1-3-5-6-11	5-7-8-13	5-7-8-9	5-7-9	5-8-9	9
Upanema	5-6-7	5-8-9-10-11-13	5-8-9-13	5-7-8-9	5-7-8-9-10	8
Lagoa de Pedra	5-8-13	1-5-7-8-13	3-5-9-10	3-5-8-13	3-5-8-10	8
José da Penha	1-3-5-7-8-9-13	1-5-7-8-13	5-7-8-9-13	3-5-7-8-9	3-5-8-9	7
São Tomé	2-5-7-9	5-7-8-13	3-5-8-9-10-11	3-5-8	5-8-10	9
Baraúna	1-5-11	1-3-5-8-11-13	3-5-7-8-9-13	5-8	3-5-8-13-14	9
Campo Grande	3-5-8-13	1-5-8-9-13	3-5-7-8	3-5-7-9	5-8-9-13	7
Luiz Gomes	5-13	5-7-8-13	5-8-9-10	5-9-10	3-5-9	7
Angicos	1-2-5-7-8-9-13	2-5-8-10	5-7-8-9	3-4-5-8-12	3-5-8-14	12
Jaçanã	3-5-7-8-13	2-5-7-8	5-8-10-14	5-8-10	3-5-7-8-9	9
Macaíba	5-7-8-9-13	1-2-5-8-10-13	5-7-8-9	5-7-8-9	5-8-9-10-11	9

Não houve efeito de variedades nas massas fresca e seca de plantas daninhas (Tabela 7A, do Apêndice), cujas médias podem ser visualizadas na Tabela 14.

Tabela 14 – Médias das massas fresca e seca da parte aérea de plantas daninhas em cultivo de variedades de feijão-caupi na “Seleção adicional para competitividade com plantas daninhas” (experimento-2). Mossoró-RN, 2018.

Variedades tradicionais	Matérias da parte aérea de plantas daninhas (g m ⁻²)	
	Fresca	Seca
Itaú	1.517 a	267 a
Jaçanã	1.311 a	205 a
Baraúna	1.284 a	209 a
José da Penha	1.213 a	195 a
Campo Grande	1.151 a	200 a
Macaíba	1.130 a	190 a
Umarizal	1.097 a	176 a
Lagoa de Pedra	1.038 a	185 a
Upanema	996 a	177 a
São Tomé	948 a	159 a
Luiz Gomes	923 a	130 a
Angicos	848 a	134 a
CV (%)	38,9	36,7

¹ Em cada característica, médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

As variedades de feijão-caupi não diferiram quanto às matérias fresca e seca de plantas daninhas (Tabela 14). Isso sugere que, independentemente da variedade cultivada, as plantas daninhas apresentaram o mesmo comportamento quanto a estas características.

4.3 EXPERIMENTO 3: SELEÇÃO DIVERGENTE PARA COMPETITIVIDADE COM PLANTAS DANINHAS

4.3.1 Características do feijão-caupi

Não houve efeito de controle de plantas daninhas e nem da interação controle de plantas daninhas x variedades para rendimento de grãos verdes e seus componentes. Houve efeito de variedades para todas as características no rendimento de grãos verdes e em seus componentes (Tabela 8A, do Apêndice), cujas médias podem ser visualizadas na Tabela 15.

No que se refere ao rendimento de grãos, massa total de vagens e número de vagens planta⁻¹, as variedades selecionadas para alta habilidade competitiva com plantas daninhas e a variedade Mossoró, selecionada para baixa habilidade competitiva com plantas daninhas, apresentaram as maiores médias e não diferiram entre si. As variedades Santa Cruz e São Miguel (selecionadas para baixa habilidade competitiva com plantas daninhas) apresentaram as menores médias e não diferiram entre si quanto a essas características (Tabela 15).

Era de se esperar que as variedades selecionadas para baixa habilidade competitiva com plantas daninhas, quando comparadas com as variedades selecionadas para alta habilidade competitiva com plantas daninhas, em relação ao rendimento de grãos, massa total de vagens verdes e número de vagens planta⁻¹ apresentassem valores inferiores quanto a estas características. Entretanto, a variedade Mossoró apresentou valores estatisticamente iguais às variedades selecionadas para alta habilidade competitiva com plantas daninhas, sugerindo que esta variedade tem potencial de produção caso seja realizado algum tipo de controle de plantas daninhas.

As variedades Mossoró e Santa Cruz foram as que apresentaram a maior e a menor média da massa de 100 grãos, respectivamente.

Com relação ao número de grãos vagem⁻¹, a variedade Mossoró foi superior às variedades Umarizal e Santa Cruz, que apresentaram as menores médias, não diferindo entre si. As variedades Itaú, Upanema e São Miguel apresentaram valores intermediários, não diferindo entre si, quanto a essa variável (Tabela 15).

Tabela 15 – Médias dos rendimentos de vagens verdes e de grãos verdes e seus componentes de variedades tradicionais de feijão-caupi na “Seleção divergente para competitividade com plantas daninhas” (experimento-3). Mossoró-RN, 2018.¹

Massa de 100 grãos (g)							
Controle de plantas daninhas	Direção da seleção						Médias
	Elevada habilidade competitiva			Baixa habilidade competitiva			
	Umarizal	Itaú	Upanema	Mossoró	Santa Cruz	São Miguel	
Uma capina	37,9	41,2	38,9	47,0	35,9	38,7	39,9 A
Duas capinas	37,4	39,9	37,0	44,5	33,3	40,5	38,8 A
Médias	37,6 bc	40,5 b	38,0 bc	45,8 a	34,6 c	39,6 b	-
CV (%): parcelas = 5,7; subparcelas = 7,2							
Número de vagens planta ⁻¹							
Controle de plantas daninhas	Direção da seleção						Médias
	Elevada habilidade competitiva			Baixa habilidade competitiva			
	Umarizal	Itaú	Upanema	Mossoró	Santa Cruz	São Miguel	
Uma capina	22,2	20,8	20,7	16,6	10,0	6,3	16,1 A
Duas capinas	28,1	28,9	24,2	21,4	11,7	7,7	20,3 A
Médias	25,2 a	24,8 a	22,5 a	19,0 a	10,9 b	7,0 b	-
CV (%): parcelas = 38,1; subparcelas = 27,9							
Número de grãos vagem ⁻¹							
Controle de plantas daninhas	Direção da seleção						Médias
	Elevada habilidade competitiva			Baixa habilidade competitiva			
	Umarizal	Itaú	Upanema	Mossoró	Santa Cruz	São Miguel	
Uma capina	15,5	16,3	15,8	17,1	15,1	15,9	15,9 A
Duas capinas	15,3	15,9	16,1	16,5	15,2	16,3	15,9 A
Médias	15,4 b	16,1 ab	16,0 ab	16,8 a	15,2 b	16,1 ab	-
CV (%): parcelas = 6,5; subparcelas = 5,1							
Massa de vagens (kg)							
Controle de plantas daninhas	Direção da seleção						Médias
	Elevada habilidade competitiva			Baixa habilidade competitiva			
	Umarizal	Itaú	Upanema	Mossoró	Santa Cruz	São Miguel	
Uma capina	3.625	3.488	3.601	4.491	1.726	1.302	3.039 A
Duas capinas	4.470	4.495	3.894	5.175	1.772	1.536	3.557 A
Médias	4.048 a	3.992 a	3.748 a	4.833 a	1.749 b	1.419 b	-
CV (%): parcelas = 47,9; subparcelas = 27,5							
Rendimento de grãos verdes (kg ha ⁻¹)							
Controle de plantas daninhas	Direção da seleção						Médias
	Elevada habilidade competitiva			Baixa habilidade competitiva			
	Umarizal	Itaú	Upanema	Mossoró	Santa Cruz	São Miguel	
Uma capina	2.395	2.515	2.376	2.244	932	710	1.862 A
Duas capinas	2.814	3.248	2.566	2.726	1.144	874	2.229 A
Médias	2.604 a	2.882 a	2.471 a	2.485 a	1.038 b	792 b	-
CV (%): parcelas = 46,2; subparcelas = 28,5							

¹ Em cada característica, e em cada fator, médias seguidas pela mesma letra minúscula nas linhas e pela mesma letra maiúscula nas colunas, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Houve efeito de controle de plantas daninhas no comprimento e na largura da vagem e efeito de variedades de feijão-caupi em todas as características de vagens e de grãos verdes, com exceção de comprimento do grão. Não houve efeito da interação controle de plantas daninhas x variedades nas características de vagens e de grãos verdes (Tabela 9A, do Apêndice), cujas médias podem ser visualizadas na Tabela 16.

O método de controle de plantas daninhas com apenas uma capina proporcionou maior comprimento e largura da vagem verde do que o método de controle com duas capinas, em todas as variedades de feijão-caupi. Isso sugere que talvez esse tenha sido efeito de uma resposta à maior competição com as plantas daninhas. Para espessura da vagem, comprimento, largura e espessura do grão, os métodos de controle de plantas daninhas não apresentaram diferença estatística (Tabelas 16 e 17).

Em relação ao comprimento da vagem, as variedades Umarizal e Santa Cruz apresentaram a maior e a menor média, respectivamente. As demais variedades apresentaram valores intermediários quanto a essa variável, não diferindo entre si (Tabela 16).

Tabela 16 – Médias das características de vagens verdes de variedades tradicionais de feijão-caupi na “Seleção divergente para competitividade com plantas daninhas” (experimento-3). Mossoró-RN, 2018.¹

Comprimento da vagem (cm)							
Controle de plantas daninhas	Direção da seleção						Médias
	Elevada habilidade competitiva			Baixa habilidade competitiva			
	Umarizal	Itaú	Upanema	Mossoró	Santa Cruz	São Miguel	
Uma capina	22,3	22,0	20,5	22,4	19,8	20,8	21,3 A
Duas capinas	22,4	20,7	20,1	19,5	19,9	19,8	20,4 B
Médias	22,4 a	21,3 ab	20,3 ab	21,0 ab	19,9 b	20,3 ab	-
CV (%): parcelas = 4,5; subparcelas = 8,1							
Largura da vagem (mm)							
Controle de plantas daninhas	Direção da seleção						Médias
	Elevada habilidade competitiva			Baixa habilidade competitiva			
	Umarizal	Itaú	Upanema	Mossoró	Santa Cruz	São Miguel	
Uma capina	10,7	10,6	10,6	13,1	11,0	12,4	11,4 A
Duas capinas	10,3	10,3	9,8	12,1	10,6	11,9	10,8 B
Médias	10,5 b	10,5 b	10,2 b	12,6 a	10,8 b	12,1 a	-
CV (%): parcelas = 4,9; subparcelas = 5,8							
Espessura da vagem (mm)							
Controle de plantas daninhas	Direção da seleção						Médias
	Elevada habilidade competitiva			Baixa habilidade competitiva			
	Umarizal	Itaú	Upanema	Mossoró	Santa Cruz	São Miguel	
Uma capina	8,0	7,8	7,9	9,1	7,6	8,3	8,1 A
Duas capinas	8,2	7,5	7,4	8,7	7,5	8,1	7,9 A
Médias	8,1 b	7,7 b	7,7 b	8,9 a	7,6 b	8,2 ab	-
CV (%): parcelas = 4,8; subparcelas = 6,7							

¹ Em cada característica, e em cada grupo de tratamentos, médias seguidas pela mesma letra minúscula nas linhas e pela mesma letra maiúscula nas colunas, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

A variedade Mossoró apresentou as maiores médias de largura e espessura da vagem, não diferindo da variedade São Miguel na largura da vagem. As demais variedades apresentaram médias inferiores para essas variáveis, com exceção da variedade São Miguel, que apresentou valor intermediário da espessura da vagem (Tabela 16).

As variedades não diferiram com relação ao comprimento do grão. A variedade Mossoró apresentou maior largura e espessura do grão verde, ao passo que a variedade Santa Cruz apresentou menores médias dessas características, não diferindo da variedade Upanema na espessura do grão (Tabela 17).

Tabela 17 – Médias das características de grãos verdes de variedades tradicionais de feijão-caupi na “Seleção divergente para competitividade com plantas daninhas” (experimento-3). Mossoró-RN, 2018.¹

Comprimento do grão (mm)							
Controle de plantas daninhas	Direção da seleção						Médias
	Elevada habilidade competitiva			Baixa habilidade competitiva			
	Umarizal	Itaú	Upanema	Mossoró	Santa Cruz	São Miguel	
Uma capina	12,4	12,0	11,9	12,3	11,6	11,9	12,0 A
Duas capinas	11,6	11,6	10,9	12,5	11,2	11,6	11,6 A
Médias	12,0 a	11,8 a	11,4 a	12,4 a	11,4 a	11,7 a	-
CV (%): parcelas = 10,7; subparcelas = 6,6							
Largura do grão (mm)							
Controle de plantas daninhas	Direção da seleção						Médias
	Elevada habilidade competitiva			Baixa habilidade competitiva			
	Umarizal	Itaú	Upanema	Mossoró	Santa Cruz	São Miguel	
Uma capina	7,8	7,8	7,9	8,8	7,6	8,0	8,0 A
Duas capinas	7,8	7,9	7,3	8,8	7,4	8,3	7,9 A
Médias	7,8 bc	7,9 bc	7,6 bc	8,8 a	7,5 c	8,2 ab	-
CV (%): parcelas = 6,7; subparcelas = 6,2							
Espessura do grão (mm)							
Controle de plantas daninhas	Direção da seleção						Médias
	Elevada habilidade competitiva			Baixa habilidade competitiva			
	Umarizal	Itaú	Upanema	Mossoró	Santa Cruz	São Miguel	
Uma capina	6,8	6,7	6,9	7,5	6,6	7,1	6,9 A
Duas capinas	6,7	6,8	6,1	7,6	6,1	7,3	6,8 A
Médias	6,8 bc	6,8 bc	6,5 c	7,6 a	6,4 c	7,2 ab	-
CV (%): parcelas = 12,8; subparcelas = 7,0							

¹ Em cada característica, e em cada grupo de tratamentos, médias seguidas pela mesma letra minúscula nas linhas e pela mesma letra maiúscula nas colunas, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Para os dados de feijão-caupi seco, não houve efeito de controle de plantas daninhas no rendimento de grãos secos e seus componentes, à exceção de número de vagens planta⁻¹. Houve efeito de variedades o rendimento de grãos secos e seus componentes. Não houve efeito da interação controle de plantas daninhas x variedades para o rendimento de grãos

secos e seus componentes (Tabela 10A, do Apêndice), cujas médias podem ser visualizadas na Tabela 18.

Não houve diferença entre métodos de controle de plantas daninhas no rendimento de grãos secos e seus componentes, com exceção do número de vagens planta⁻¹, no qual a realização de duas capinas proporcionou às variedades de feijão maiores médias (Tabela 18).

As variedades Umarizal e Itaú apresentaram os maiores rendimentos de grãos secos, não diferindo entre si. Por sua vez, a variedade São Miguel apresentou o menor rendimento. As variedades Upanema e Mossoró apresentaram rendimentos intermediários de grãos secos (Tabela 18).

Na massa de 100 grãos, a variedade Mossoró apresentou-se superior às demais, com exceção da Itaú. As variedades Umarizal, Santa Cruz e São Miguel apresentaram as menores médias quanto a essa variável, não diferindo entre si (Tabela 18).

No número de vagens planta⁻¹, as variedades Umarizal e Itaú, selecionadas para alta habilidade competitiva com plantas daninhas, não diferiram e foram superiores às variedades selecionadas para baixa habilidade competitiva com plantas daninhas. A variedade São Miguel apresentou o menor número de vagens planta⁻¹ (Tabela 18).

No número de grãos vagem⁻¹, as variedades Mossoró e Umarizal obtiveram a maior e a menor médias, respectivamente. As outras variedades não diferiram entre si e obtiveram comportamento intermediário (Tabela 18).

Tabela 18 – Médias do rendimento de grãos secos e seus componentes de variedades tradicionais de feijão-caupi na “Seleção divergente para competitividade com plantas daninhas” (experimento-3). Mossoró-RN, 2018.¹

Massa de 100 grãos (g)							
Controle de plantas daninhas	Direção da seleção						Médias
	Elevada habilidade competitiva			Baixa habilidade competitiva			
	Umarizal	Itaú	Upanema	Mossoró	Santa Cruz	São Miguel	
Uma capina	20,2	23,2	20,4	23,2	18,3	19,3	20,8 A
Duas capinas	19,9	22,5	20,7	23,6	19,0	20,9	21,1 A
Médias	20,1 c	22,9 ab	20,6 bc	23,4 a	18,7 c	20,1 c	-
CV (%): parcelas = 6,1; subparcelas = 8,6							
Número de vagens planta ⁻¹							
Controle de plantas daninhas	Direção da seleção						Médias
	Elevada habilidade competitiva			Baixa habilidade competitiva			
	Umarizal	Itaú	Upanema	Mossoró	Santa Cruz	São Miguel	
Uma capina	21,3	16,9	15,9	9,8	9,8	5,3	13,2 B
Duas capinas	27,2	25,1	18,7	16,0	10,7	5,6	17,2 A
Médias	24,3 a	21,0 a	17,3 ab	12,9 bc	10,3 cd	5,4 d	-
CV (%): parcelas = 28,5; subparcelas = 34,2							
Número de grãos vagem ⁻¹							
Controle de plantas daninhas	Direção da seleção						Médias
	Elevada habilidade competitiva			Baixa habilidade competitiva			
	Umarizal	Itaú	Upanema	Mossoró	Santa Cruz	São Miguel	
Uma capina	15,7	16,2	15,9	16,5	15,9	17,0	16,2 A
Duas capinas	15,9	15,7	16,4	17,1	15,8	16,3	16,2 A
Médias	15,8 b	16,0 ab	16,2 ab	16,8 a	15,8 ab	16,6 ab	-
CV (%): parcelas = 3,7; subparcelas = 4,4							
Rendimento de grãos secos (kg ha ⁻¹)							
Controle de plantas daninhas	Direção da seleção						Médias
	Elevada habilidade competitiva			Baixa habilidade competitiva			
	Umarizal	Itaú	Upanema	Mossoró	Santa Cruz	São Miguel	
Uma capina	1.298	1.127	962	741	570	342	840 A
Duas capinas	1.509	1.599	1.066	1.253	589	379	1.066 A
Médias	1.404 a	1.363 a	1.014 ab	997 ab	580 bc	361 c	-
CV (%): parcelas = 34,7; subparcelas = 35,9							

¹ Em cada característica, e em cada grupo de tratamentos, médias seguidas pela mesma letra minúscula nas linhas e pela mesma letra maiúscula nas colunas, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Houve efeito de variedades no comprimento, na largura e na espessura do grão e só houve efeito da interação métodos de controle de plantas daninhas x variedades na largura do grão (Tabelas 11A e 12A, do Apêndice). As médias de cada característica podem ser visualizadas na Tabela 19.

Para matérias fresca e seca de plantas de feijão-caupi, só houve efeito de métodos de controle de plantas daninhas para matéria seca de plantas de feijão (Tabela 13A, do apêndice).

No comprimento do grão seco, as variedades Umarizal, Itaú, Mossoró e São Miguel apresentaram as maiores médias, não diferindo entre si. A variedade Santa Cruz apresentou a

menor média e a variedade Upanema comportou-se de maneira intermediária quanto a essa característica (Tabela 19).

Na espessura do grão, as variedades Mossoró e Santa Cruz apresentaram a maior e a menor médias, respectivamente (Tabela 19).

Os métodos de controle de plantas daninhas não diferiram quanto ao comprimento e à espessura do grão, e a matéria fresca da parte aérea das plantas de feijão (Tabelas 19 e 20).

Para métodos de controle de plantas daninhas em variedades, a realização de uma capina proporcionou à variedade Santa Cruz maior largura do grão, ocorrendo o inverso na variedade São Miguel (Tabela 19).

Para variedades em métodos de controle de plantas daninhas, a realização de apenas uma capina proporcionou à variedade Mossoró maior largura do grão. Por sua vez, a realização de duas capinas proporcionou às variedades Mossoró e São Miguel maiores médias dessa variável. A variedade Santa Cruz apresentou menor largura do grão tanto com uma quanto com duas capinas (Tabela 19).

Tabela 19 – Médias das características de grãos secos de variedades tradicionais de feijão-caupi na “Seleção divergente para competitividade com plantas daninhas” (experimento-3). Mossoró-RN, 2018.¹

Comprimento do grão (mm)							
Controle de plantas daninhas	Direção da seleção						Médias
	Elevada habilidade competitiva			Baixa habilidade competitiva			
	Umarizal	Itaú	Upanema	Mossoró	Santa Cruz	São Miguel	
Uma capina	8,8	8,7	8,2	8,8	7,3	8,3	8,4 A
Duas capinas	8,6	8,5	8,0	8,6	7,7	8,7	8,3 A
Médias	8,7 a	8,6 a	8,1 ab	8,7 a	7,5 b	8,5 a	-
CV (%): parcelas = 4,1; subparcelas = 6,3							
Largura do grão (mm)							
Controle de plantas daninhas	Direção da seleção						Médias
	Elevada habilidade competitiva			Baixa habilidade competitiva			
	Umarizal	Itaú	Upanema	Mossoró	Santa Cruz	São Miguel	
Uma capina	6,9 Abc	7,2 Aab	7,0 Abc	7,6 Aa	6,5 Ac	6,9 Bbc	7,0
Duas capinas	6,7 Ab	7,0 Aab	6,8 Ab	7,5 Aa	6,1 Bc	7,5 Aa	6,9
Médias	6,8	7,1	6,9	7,5	6,3	7,2	-
CV (%): parcelas = 5,6; subparcelas = 4,1							
Espessura do grão (mm)							
Controle de plantas daninhas	Direção da seleção						Médias
	Elevada habilidade competitiva			Baixa habilidade competitiva			
	Umarizal	Itaú	Upanema	Mossoró	Santa Cruz	São Miguel	
Uma capina	5,3	5,3	5,4	5,8	5,0	5,3	5,4 A
Duas capinas	5,1	5,0	5,2	5,7	4,9	5,7	5,3 A
Médias	5,2 bc	5,2 bc	5,3 bc	5,8 a	5,0 c	5,5 ab	-
CV (%): parcelas = 4,8; subparcelas = 5,3							

¹ Em cada característica, e em cada grupo de tratamentos, médias seguidas pela mesma letra minúscula nas linhas e pela mesma letra maiúscula nas colunas, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

As variedades não diferiram quanto às matérias fresca e seca da parte aérea da planta (Tabela 20). A realização de duas capinas proporcionou maior matéria seca da parte aérea da planta do que a realização de apenas uma capina.

Tabela 20 – Médias das características de matérias fresca e seca de variedades tradicionais de feijão-caupi na “Seleção divergente para competitividade com plantas daninhas” (experimento-3). Mossoró-RN, 2018.¹

Matéria fresca de plantas (g planta ⁻¹)							
Controle de plantas daninhas	Direção da seleção						Médias
	Elevada habilidade competitiva			Baixa habilidade competitiva			
	Umarizal	Itaú	Upanema	Mossoró	Santa Cruz	São Miguel	
Uma capina	492,0	457,5	528,5	725,0	567,5	651,5	570,3 A
Duas capinas	689,4	639,0	1.076,3	712,5	828,8	601,3	757,9 A
Médias	590,7 a	548,3 a	802,4 a	718,8 a	698,1 a	626,4 a	-
CV (%): parcelas = 42,4; subparcelas = 44,4							
Matéria seca de plantas (g planta ⁻¹)							
Controle de plantas daninhas	Direção da seleção						Médias
	Elevada habilidade competitiva			Baixa habilidade competitiva			
	Umarizal	Itaú	Upanema	Mossoró	Santa Cruz	São Miguel	
Uma capina	76,2	81,2	85,3	109,0	82,8	86,9	86,9 B
Duas capinas	109,4	108,0	174,8	111,5	125,7	86,7	119,4 A
Médias	92,8 a	94,6 a	130,1 a	110,3 a	104,3 a	86,8 a	-
CV (%): parcelas = 43,5; subparcelas = 46,4							

¹ Em cada característica, e em cada grupo de tratamentos, médias seguidas pela mesma letra minúscula nas linhas e pela mesma letra maiúscula nas colunas, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

4.3.2 Características das plantas daninhas

Foram identificadas 14 espécies de plantas daninhas na área experimental (Tabela 21). As mais frequentes (índice de ocorrência maior que 50%) foram: *Cenchrus echinatus* L., *Commelina benghalensis* L. e *Digitaria* sp.

Tabela 21 – Índice de ocorrência de espécies de plantas daninhas na “Seleção divergente para competitividade com plantas daninhas” (experimento-3). Mossoró-RN, 2018.

Números	Espécies	Índice de ocorrência ¹ (%)
1	<i>Adenocalymma</i> sp	5
2	<i>Alternanthera tenella</i> Colla	8
3	<i>Amaranthus viridis</i> L.	2
4	<i>Borreria verticillata</i> L.	3
5	<i>Cenchrus echinatus</i> L.	100
6	<i>Commelina benghalensis</i> L.	95
7	<i>Cucumis anguria</i> L.	5
8	<i>Dactyloctenium aegyptium</i> (L.) Willd.	15
9	<i>Digitaria</i> sp.	83
10	<i>Herissantia crispa</i> L.	2
11	<i>Ipomoea</i> sp.	3
12	<i>Physalis angulata</i> L.	2
13	<i>Portulaca oleracea</i> L.	45
14	<i>Turnera subulata</i> Sm.	5

¹ Índice de ocorrência é definido como a relação entre número de parcelas em que ocorreu determinada espécie de planta daninha e o número total de parcelas experimentais.

A Tabela 22 representa a distribuição das plantas daninhas nas parcelas e nas subparcelas, em cada bloco. A maior incidência de plantas daninhas, nos dois métodos de controle, ocorreu no cultivo da variedade Umarizal (nove espécies no total). As menores incidências de plantas daninhas ocorreram nas parcelas onde foram cultivadas as variedades Santa Cruz e São Miguel (4 espécies), no controle com uma e com duas capinas, respectivamente.

Foi observado que o número de espécies identificadas nos dois métodos de controle de plantas daninhas foi o mesmo, ou seja, 12. Entretanto, as espécies não foram as mesmas nas parcelas, com uma capina ou com duas capinas, como, por exemplo, a espécie *Turnera subulata* Sm., identificada no controle com uma capina, não foi identificada no controle com duas capinas; e a espécie *Physalis angulata* L., identificada no controle com duas capinas, não foi identificada no controle com uma capina (Tabela 22).

Tabela 22 – Distribuição de espécies de plantas daninhas em parcelas de variedades tradicionais de feijão-caupi na “Seleção divergente para competitividade com plantas daninhas” (experimento-3). Os números correspondem às espécies identificadas na Tabela 17. Mossoró-RN, 2018.

Controle de plantas daninhas	Variedades tradicionais	Blocos					Totais de espécies na subparcela
		1	2	3	4	5	
Uma capina	Umarizal	5-6-8-9	5-6-8-9	2-5-6-8-9-13	4-5-6-7-9	2-5-6-9-14	9
	Itaú	5-6-9-13	5-6-9-13	5-6-9	3-5-8-9-11-13	5-6-8-9	7
	Upanema	5-6-9-14	5-6-9	2-5-6-9-13	5-6-9	5-6-9-13-14	6
	Santa Cruz	5-6-9-13	5-6	5-6-9-13	5-6-9	5-6-13	4
	São Miguel	5-6	5-6-7-9-13	5-6-9	5-6-9-13	5-6-9-13	5
	Mossoró	5-6-9	2-5-6-8-9-11-13	5-6-9	1-5-6-9-13	5-6-9	8
						Totais de espécies na parcela	12
Duas capinas	Umarizal	1-5-6-8-9-13	5-6-9	5-6-9	5-6-9-13	2-5-6-9-13	7
	Itaú	5-6-8-10	5-6-9-13	5-6-9	5-6	5-6-9-13	6
	Upanema	5-6-13	5-6-9-13	5-6-9	5-6-9-13	3-5-6-8-9-12	7
	Santa Cruz	1-5-6	5-6-9-13	5-9	5-6-9	5-6-7-9-13	6
	São Miguel	5-6	5-6	5-6-9	5-6-9-13	5-9	4
	Mossoró	5-6-9	5-6-9	5-6-9-13	5-6	4-5-6-9-13	5
						Totais de espécies na parcela	12

Houve efeito da interação controle de plantas daninhas x variedades para matérias fresca e seca da parte aérea de plantas daninhas (Tabelas 14A e 15A, do Apêndice), cujas médias podem ser visualizadas na Tabela 23.

Quando foi realizada apenas uma capina, a variedade Itaú apresentou maiores médias de matérias fresca e seca da parte aérea de plantas daninhas. Os métodos de controle não proporcionaram às outras variedades diferenças quanto à matéria fresca da parte aérea de plantas daninhas. Nas variedades Itaú e Umarizal, a realização de uma capina proporcionou maior matéria seca da parte aérea de plantas daninhas. Os métodos de controle não proporcionaram às outras variedades diferenças quanto a essa variável (Tabela 23).

Com uma capina, a variedade Itaú apresentou as maiores matérias fresca e seca da parte aérea de plantas daninhas, ao passo que as menores médias de matéria fresca foram observadas nas variedades Mossoró, Santa Cruz e São Miguel, e de matéria seca, na variedade Santa Cruz (Tabela 23).

Com duas capinas, a variedade Umarizal apresentou maiores valores de matérias fresca e seca da parte aérea de plantas daninhas e a variedade São Miguel apresentou os menores valores dessas variáveis. As demais variedades apresentaram valores intermediários com relação a estas características, não diferindo entre si (Tabela 23).

Tabela 23 – Médias das massas fresca e seca da parte aérea de plantas daninhas em cultivo de variedades de feijão-caupi na “Seleção divergente para competitividade com plantas daninhas” (experimento-3). Mossoró-RN, 2018.¹

Matéria fresca de plantas daninhas (g m ⁻²)							
Controle de plantas daninhas	Variedades selecionadas						Médias
	Alto rendimento			Baixo rendimento			
	Umarizal	Itaú	Upanema	Mossoró	Santa Cruz	São Miguel	
Uma capina	1.364 Aab	1.870 Aa	831 Abc	535 Ac	238 Ac	531 Ac	895
Duas capinas	1.019 Aa	799 Bab	569 Aab	407 Aab	380 Aab	200 Ab	562
Médias	1.192	1.334	700	471	309	366	-
CV (%): parcelas = 86,5; subparcelas = 46,7							
Matéria seca de plantas daninhas (g m ⁻²)							
Controle de plantas daninhas	Variedades selecionadas						Médias
	Alto rendimento			Baixo rendimento			
	Umarizal	Itaú	Upanema	Mossoró	Santa Cruz	São Miguel	
Uma capina	232 Aab	326 Aa	139 Abc	97 Acd	41 Ad	100 Acd	156
Duas capinas	154 Ba	122 Bab	87 Aab	68 Aab	69 Aab	32 Ab	89
Médias	193	224	113	83	55	66	-
CV (%): parcelas = 72,9; subparcelas = 41,0							

¹ Em cada característica, e em cada grupo de tratamentos, médias seguidas pela mesma letra minúscula nas linhas e pela mesma letra maiúscula nas colunas, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

4.4 CORRELAÇÃO E ANÁLISE DE TRILHA

4.4.1 Experimento 1

Foram observadas correlações positivas entre o número de folhas e o número de ramos secundários; entre a matéria fresca de plantas de feijão e o número de ramos secundários; a matéria fresca de plantas de feijão e o número de folhas; a matéria seca de plantas de feijão e o número de ramos secundários; a matéria seca de plantas de feijão e o número de folhas; e entre a matéria seca de plantas de feijão e a matéria fresca de plantas de feijão (Tabela 24).

Tabela 24 – Coeficiente de correlação linear de Pearson entre caracteres de variedades tradicionais de feijão-caupi na “Seleção preliminar para competitividade com plantas daninhas” (experimento-1). Mossoró-RN, 2018.¹

Caráter	Coeficiente de correlação					
	Número de ramos secundários	Número de folhas	Comprimento do ramo principal	Matéria fresca da parte aérea de plantas de feijão	Matéria seca da parte aérea de plantas de feijão	Rendimento de grãos
Número de ramos secundários	-	0,97**	0,16	0,80**	0,80**	0,07
Número de folhas	-	-	0,11	0,82**	0,79**	0,06
Comprimento do ramo principal	-	-	-	0,25	0,24	-0,05
Matéria fresca da parte aérea de plantas de feijão	-	-	-	-	0,96**	-0,16
Matéria seca da parte aérea de plantas de feijão	-	-	-	-	-	-0,10
Rendimento de grãos	-	-	-	-	-	-

¹ ** e * significativos a 1 e 5% de probabilidade pelo teste t respectivamente. Os demais foram não significativos.

4.4.2 Experimento 2

Nas estimativas de correlação para o feijão verde, observaram-se correlações positivas entre: o número de vagens planta⁻¹ e a massa total de vagens; o comprimento da vagem e massa de 100 grãos; a largura da vagem e massa de 100 grãos; a espessura da vagem e massa de 100 grãos; a espessura da vagem e o comprimento da vagem; a espessura da vagem e a largura da vagem (Tabela 25).

Foram observadas correlações positivas também entre o comprimento do grão e massa de 100 grãos; o comprimento do grão e a largura da vagem; comprimento do grão e espessura da vagem; entre a largura do grão e a massa de 100 grãos; a largura do grão e a largura da vagem; a largura do grão e a espessura da vagem; a largura do grão o comprimento do grão; entre a espessura do grão e a massa de 100 grãos; a espessura do grão e o comprimento da vagem; a espessura do grão e a largura da vagem; a espessura do grão e a espessura da vagem; a espessura do grão e o comprimento do grão; e entre a espessura do grão e a largura do grão (Tabela 25).

Observou-se correlação positiva entre o rendimento de grãos verdes e a massa total de vagens; entre o rendimento de grãos verdes e o número de vagem planta⁻¹ (Tabela 25).

Tabela 25 – Coeficiente de correlação linear de Pearson entre caracteres de variedades tradicionais de feijão-caupi verde na “Seleção adicional para competitividade com plantas daninhas” (experimento-2). Mossoró-RN, 2018.¹

Caráter	Coeficiente de correlação										
	Massa total de vagens	Massa de 100 grãos	Número de grãos vagem ⁻¹	Número de vagem planta ⁻¹	Comprimento da vagem	Largura da vagem	Espessura da vagem	Comprimento do grão	Largura do grão	Espessura do grão	Rendimento de grãos
Massa total de vagens	-	0,38	0,10	0,62*	0,45	0,16	0,54	0,22	0,21	0,44	0,95**
Massa de 100 grãos	-	-	-0,20	-0,46	0,74**	0,74**	0,75**	0,64*	0,78**	0,85**	0,18
Número de grãos vagem ⁻¹	-	-	-	0,28	-0,32	-0,19	-0,41	-0,22	0,01	-0,08	0,17
Número de vagem planta ⁻¹	-	-	-	-	-0,26	-0,54	-0,21	-0,33	-0,44	-0,30	0,75**
Comprimento da vagem	-	-	-	-	-	0,53	0,75**	0,47	0,38	0,71**	0,29
Largura da vagem	-	-	-	-	-	-	0,79**	0,71**	0,82**	0,72**	-0,01
Espessura da vagem	-	-	-	-	-	-	-	0,62*	0,60*	0,77**	0,37
Comprimento do grão	-	-	-	-	-	-	-	-	0,82**	0,79**	0,01
Largura do grão	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,79**	0,03
Espessura do grão	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,25
Rendimento de grão	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

¹ ** e * significativos a 1 e 5% de probabilidade pelo teste t respectivamente. Os demais foram não significativos.

No feijão seco, observaram-se correlações positivas entre as variáveis: comprimento da vagem e a massa total de vagens; o comprimento da vagem e a massa de 100 grãos; entre largura da vagem e a massa de 100 grãos; a largura da vagem e o comprimento do grão; entre a espessura do grão e a massa de 100 grãos; a espessura do grão e o comprimento do grão; a espessura do grão e a largura do grão (Tabela 26).

Também foram observadas correlações positivas entre o rendimento de grãos secos e a massa total de vagens, bem como entre o rendimento de grãos secos e o número de vagens planta⁻¹ (Tabela 26).

Tabela 26 – Coeficiente de correlação linear de Pearson entre caracteres de variedades tradicionais de feijão-caupi seco na “Seleção adicional para competitividade com plantas daninhas” (experimento-2). Mossoró-RN, 2018.¹

Caráter	Coeficiente de correlação								
	Massa total de vagens	Massa de 100 grãos	Número de grãos vagem ⁻¹	Número de vagem planta ⁻¹	Comprimento do grão	Largura do grãos	Espessura de grão	Matéria seca da parte aérea de plantas de feijão	Rendimento de grãos
Massa total de vagens	-	0,32	0,38	0,39	0,64*	0,39	0,48	0,36	0,98**
Massa de 100 grãos	-	-	-0,24	-0,43	0,87**	0,88**	0,86**	-0,35	0,71
Número de grãos vagem ⁻¹	-	-	-	0,23	-0,01	0,17	0,25	0,18	0,51
Número de vagem planta ⁻¹	-	-	-	-	-0,31	-0,26	-0,37	0,43	0,58*
Comprimento do grão	-	-	-	-	-	0,95**	0,64*	-0,23	0,40
Largura do grão	-	-	-	-	-	-	0,74**	-0,07	0,51
Espessura do grão	-	-	-	-	-	-	-	-0,38	0,45
Matéria seca de plantas de feijão	-	-	-	-	-	-	-	-	0,07
Rendimento de grãos	-	-	-	-	-	-	-	-	-

¹ ** e * significativos a 1 e 5% de probabilidade pelo teste t respectivamente. Os demais foram não significativos.

Os valores de k, coeficientes de determinação, número de condições, efeitos residuais e determinantes da matriz X'X das análises de trilha do experimento 2 podem ser observados na tabela 16A, do apêndice. Os coeficientes de determinação foram elevados, indicando que grande parte da variação dos caracteres principais (massa total de vagens, e rendimentos de grãos verdes e secos) foram determinados pelos caracteres explicativos. Nas análises de trilha, também não ocorreram valores que inflacionam as variâncias (VIVs) superiores a 10.

Para a realização da análise de trilha, estabeleceu-se como caracteres principais a massa total de vagens verdes e os rendimentos de grãos verdes e secos (Tabelas 27, 28, e 29, respectivamente).

Analisando os resultados obtidos com a análise de trilha, observou-se que o caráter que mais contribuiu para o aumento da massa total de vagens verdes foi o número de vagens

planta⁻¹, ou seja, essa variável apresentou efeito direto sobre a expressão da massa total de vagens verdes (Tabela 27).

Tabela 27 - Estimativas dos efeitos, sobre a massa total de vagens verdes, dos principais componentes do rendimento e de características de vagens e grãos, de variedades tradicionais de feijão-caupi. Mossoró – RN, 2018.

Caráter	Efeitos de associação	Estimativa sob multicolinearidade (ESM)	Valores que inflacionam a variância (VIV)
	Direto sobre massa total de vagens	0,326	4,309
	Indiretos via:		
Massa de 100 grãos	Número de grãos vagem ⁻¹	-0,022	0,057
	Número de vagens planta ⁻¹	-0,352	0,320
	Comprimento da vagem	1,112	1,273
	Largura da vagem	-0,005	1,792
	Espessura da vagem	0,250	2,023
	Comprimento do grão	-0,031	1,131
	Largura do grão	0,025	2,516
	Espessura do grão	0,041	2,763
	Total	0,382	
	Direto sobre massa total de vagens	0,113	1,837
	Indiretos via:		
Número de grãos vagem ⁻¹	Massa de 100 grãos	-0,064	0,133
	Número de vagens planta ⁻¹	0,216	0,121
	Comprimento da vagem	-0,048	0,239
	Largura da vagem	0,001	0,124
	Espessura da vagem	-0,135	0,590
	Comprimento do grão	0,011	0,133
	Largura do grão	0,001	0,007
	Espessura do grão	-0,004	0,026
	Total	0,104	
	Direto sobre massa total de vagens	0,767	1,896
	Indiretos via:		
Número de vagens planta ⁻¹	Massa de 100 grãos	-0,149	0,727
	Número de grãos vagem ⁻¹	0,032	0,117
	Comprimento da vagem	-0,039	0,156
	Largura da vagem	0,004	0,958
	Espessura da vagem	-0,071	0,164
	Comprimento do grão	0,016	0,296
	Largura do grão	0,014	0,795
	Espessura do grão	-0,014	0,333
	Total	0,619	

“...continua...”

“TABELA 27, Cont.”

	Direto sobre massa total de vagens	0,151	2,908
	Indiretos via:		
	Massa de 100 grãos	0,241	1,887
	Número de grãos vagem ⁻¹	-0,036	0,151
Comprimento da vagem	Número de vagens planta ⁻¹	-0,198	0,102
	Largura da vagem	-0,004	0,925
	Espessura da vagem	0,249	2,011
	Comprimento do grão	-0,022	0,594
	Largura do grão	0,012	0,601
	Espessura do grão	0,034	1,937
		Total	0,445
	Direto sobre massa total de vagens	- 0,007	4,105
	Indiretos via:		
	Massa de 100 grãos	0,240	1,881
	Número de grãos vagem ⁻¹	-0,022	0,056
Largura da vagem	Número de vagens planta ⁻¹	-0,414	0,443
	Comprimento da vagem	0,080	0,655
	Espessura da vagem	0,260	2,190
	Comprimento do grão	-0,034	1,382
	Largura do grão	0,027	2,750
	Espessura do grão	0,034	1,959
		Total	0,164
	Direto sobre massa total de vagens	0,331	4,418
	Indiretos via:		
	Massa de 100 grãos	0,246	1,973
	Número de grãos vagem ⁻¹	-0,046	0,245
Espessura da vagem	Número de vagens planta ⁻¹	-0,165	0,070
	Comprimento da vagem	0,114	1,324
	Largura da vagem	-0,006	2,034
	Comprimento do grão	-0,030	1,064
	Largura do grão	0,020	1,477
	Espessura do grão	0,037	2,276
		Total	0,54
	Direto sobre massa total de vagens	- 0,047	3,391
	Indiretos via:		
	Massa de 100 grãos	0,210	1,437
	Número de grãos vagem ⁻¹	-0,025	0,072
Comprimento do grão	Número de vagens planta ⁻¹	-0,253	0,166
	Comprimento da vagem	0,071	0,510
	Largura da vagem	-0,005	1,673
	Espessura da vagem	0,207	1,386
	Largura do grão	0,027	2,760
	Espessura do grão	0,038	2,397
		Total	0,216

“...continua...”

“TABELA 27, Cont.”

	Direto sobre massa total de vagens	0,032	5,086
	Indiretos via:		
Largura do grão	Massa de 100 grãos	0,256	2,131
	Número de grãos vagem ⁻¹	0,005	0,003
	Número de vagens planta ⁻¹	-0,338	0,296
	Comprimento da vagem	0,058	0,343
	Largura da vagem	-0,006	2,219
	Espessura da vagem	0,199	1,283
	Comprimento do grão	-0,039	1,840
	Espessura do grão	0,038	2,368
		Total	0,208
	Direto sobre massa total de vagens	0,047	4,720
	Indiretos via:		
Espessura do grão	Massa de 100 grãos	0,278	2,522
	Número de grãos vagem ⁻¹	-0,009	0,010
	Número de vagens planta ⁻¹	-0,227	0,134
	Comprimento da vagem	0,108	1,193
	Largura da vagem	-0,005	1,704
	Espessura da vagem	0,257	2,130
	Comprimento do grão	-0,038	1,722
	Largura do grão	0,026	2,552
		Total	0,442
	Efeito residual	0,355	

Com relação ao rendimento de grãos verdes, o principal determinante (elevado efeito direto) foi o caráter número de vagens planta⁻¹ (Tabela 28), ou seja, o aumento da expressão deste caráter influencia positivamente o rendimento de grãos verdes.

Tabela 28 - Estimativas dos efeitos, sobre o rendimento de grãos verdes, dos principais componentes do rendimento e de características de vagens e grãos, de variedades tradicionais de feijão-caupi. Mossoró – RN, 2018.

Caráter	Efeitos de associação	Estimativa sob multicolinearidade (ESM)	Valores que inflacionam a variância (VIV)
	Direto sobre rendimento de grãos	0,253	4,414
	Indiretos via:		
Massa de 100 grãos	Número de grãos por vagem	-0,021	0,058
	Número de vagens por planta	-0,382	0,327
	Comprimento da vagem	0,108	1,311
	Largura da vagem	0,017	1,860
	Espessura da vagem	0,221	2,106
	Comprimento do grão	-0,116	1,170
	Largura do grão	0,047	2,634
	Espessura do grão	0,029	2,872
		Total	0,182

“...continua...”

“TABELA 28, Cont.”

	Direto sobre rendimento de grãos	0,109	1,858
	Indiretos via:		
	Massa de 100 grãos	-0,050	0,138
	Número de vagens planta ⁻¹	0,234	0,123
Número de grãos vagem ⁻¹	Comprimento da vagem	-0,047	0,246
	Largura da vagem	-0,004	0,129
	Espessura da vagem	-0,119	0,615
	Comprimento do grão	0,040	0,138
	Largura do grão	0,002	0,007
	Espessura do grão	-0,003	0,027
	Total	0,174	
	Direto sobre rendimento de grãos	0,834	1,913
	Indiretos via:		
	Massa de 100 grãos	-0,116	0,755
	Número de grãos vagem ⁻¹	0,031	0,120
	Comprimento da vagem	-0,038	0,161
Número de vagens planta ⁻¹	Largura da vagem	-0,012	0,994
	Espessura da vagem	-0,063	0,170
	Comprimento do grão	0,059	0,307
	Largura do grão	-0,026	0,832
	Espessura do grão	-0,010	0,346
	Total	0,748	
	Direto sobre rendimento de grãos	0,146	2,953
	Indiretos via:		
	Massa de 100 grãos	0,187	1,960
	Número de grãos vagem ⁻¹	-0,035	0,155
Comprimento da vagem	Número de vagens planta ⁻¹	-0,216	0,104
	Largura da vagem	0,012	0,960
	Espessura da vagem	0,220	2,095
	Comprimento do grão	-0,084	0,615
	Largura do grão	0,023	0,629
	Espessura do grão	0,024	2,014
	Total	0,294	
	Direto sobre rendimento de grãos	0,023	4,202
	Indiretos via:		
	Massa de 100 grãos	0,187	1,954
	Número de grãos vagem ⁻¹	-0,021	0,057
	Número de vagens planta ⁻¹	-0,449	0,453
Largura da vagem	Comprimento da vagem	0,077	0,675
	Espessura da vagem	0,230	2,281
	Comprimento do grão	-0,128	1,431
	Largura do grão	0,049	2,879
	Espessura do grão	0,024	2,037
	Total	- 0,007	

“...continua...”

“TABELA 28, Cont.”

	Direto sobre rendimento de grãos	0,293	4,539
	Indiretos via:		
	Massa de 100 grãos	0,191	2,049
	Número de grãos vagem ⁻¹	-0,044	0,252
	Número de vagens planta ⁻¹	-0,179	0,072
Espessura da vagem	Comprimento da vagem	0,110	1,363
	Largura da vagem	0,018	2,111
	Comprimento do grão	-0,112	1,101
	Largura do grão	0,036	1,547
	Espessura do grão	0,026	2,366
	Total	0,369	
		Direto sobre rendimento de grãos	- 0,180
	Indiretos via:		
	Massa de 100 grãos	0,163	1,492
	Número de grãos vagem ⁻¹	-0,024	0,074
	Número de vagens planta ⁻¹	-0,275	0,170
Comprimento do grão	Comprimento da vagem	0,068	0,525
	Largura da vagem	0,016	1,737
	Espessura da vagem	0,183	1,444
	Largura do grão	0,049	2,890
	Espessura do grão	0,027	2,492
	Total	0,007	
		Direto sobre rendimento de grãos	0,059
	Indiretos via:		
	Massa de 100 grãos	0,199	2,214
	Número de grãos vagem ⁻¹	0,005	0,003
	Número de vagens planta ⁻¹	-0,368	0,303
Largura do grão	Comprimento da vagem	0,056	0,354
	Largura da vagem	0,019	2,303
	Espessura da vagem	0,176	1,337
	Comprimento do grão	-0,148	1,905
	Espessura do grão	0,026	2,462
	Total	0,031	
		Direto sobre rendimento de grãos	0,033
	Indiretos via:		
	Massa de 100 grãos	0,216	2,620
	Número de grãos vagem ⁻¹	-0,009	0,010
	Número de vagens planta ⁻¹	-0,247	0,137
Espessura do grão	Comprimento da vagem	0,105	1,229
	Largura da vagem	0,016	1,768
	Espessura da vagem	-0,227	2,219
	Comprimento do grão	-0,143	1,783
	Largura do grão	0,047	2,672
	Total	0,249	
		Efeito residual	0,389

Os caracteres que mais influenciaram o aumento do rendimento de grãos secos (elevado efeito direto) foram: Massa de 100 grãos e número de vagens planta⁻¹ (Tabela 29). Isto significa que o aumento da expressão desses caracteres influencia positivamente o rendimento de grãos secos.

O rendimento de grãos secos também foi influenciado indiretamente pelos caracteres largura do grão e espessura do grão, que influenciam o rendimento de grãos secos por meio da massa de 100 grãos (Tabela 29). Em outras palavras, o aumento da expressão desses caracteres influencia positivamente o aumento da massa de 100 grãos, que, por sua vez, influencia o rendimento de grãos secos.

Tabela 29 - Estimativas dos efeitos, sobre o rendimento de grãos secos, dos principais componentes do rendimento, das características dos grãos e da massa seca de variedades tradicionais de feijão-caupi. Mossoró – RN, 2018.

Caráter	Efeitos de associação	Estimativa sob multicolinearidade (ESM)	Valores que inflacionam a variância (VIV)
Massa de 100 grãos	Direto sobre rendimento de grãos	0,447	7,919
	Indiretos via:		
	Número de grãos vagem ⁻¹	-0,007	0,001
	Número de vagens planta ⁻¹	-0,338	0,242
	Comprimento do grão	0,007	5,127
	Largura do grão	0,136	6,607
	Espessura do grão	0,111	3,237
	Matéria seca de plantas de feijão	0,031	0,191
	Total	0,413	
Número de grãos vagens ⁻¹	Direto sobre rendimento de grãos	0,278	1,573
	Indiretos via:		
	Massa de 100 grãos	-0,011	0,004
	Número de vagens planta ⁻¹	0,184	0,072
	Comprimento do grão	0,000	0,001
	Largura do grão	0,026	0,237
	Espessura do grão	0,032	0,264
	Matéria seca de plantas de feijão	-0,016	0,049
	Total	0,509	
Número de vagens planta ⁻¹	Direto sobre rendimento de grãos	0,788	1,469
	Indiretos via:		
	Massa de 100 grãos	-0,192	1,305
	Número de grãos vagem ⁻¹	0,065	0,077
	Comprimento do grão	-0,002	0,663
	Largura do grão	-0,040	0,566
	Espessura do grão	-0,047	0,593
	Matéria seca de plantas de feijão	-0,039	0,291
	Total	0,577	
Comprimento do grão	Direto sobre rendimento de grãos	0,008	7,561
	Indiretos via:		
	Massa de 100 grãos	0,389	5,370
	Número de grãos vagem ⁻¹	-0,003	0,000
	Número de vagens planta ⁻¹	-0,246	0,129
	Largura do grão	0,146	7,661
	Espessura do grão	0,083	1,796
	Matéria seca de plantas de feijão	0,024	0,081
	Total	0,397	

“...continua...”

“TABELA 29, Cont.”

	Direto sobre rendimento de grãos	0,155	9,571
	Indiretos via:		
	Massa de 100 grãos	0,392	5,467
Largura do grão	Número de grãos vagem ⁻¹	0,046	0,039
	Número de vagens planta ⁻¹	-0,202	0,087
	Comprimento do grão	0,007	6,052
	Espessura do grão	0,095	2,400
	Matéria seca de plantas de feijão	0,006	0,007
	Total	0,508	
	Direto sobre rendimento de grãos	0,128	4,829
	Indiretos via:		
	Massa de 100 grãos	0,387	5,309
Espessura do grão	Número de grãos vagem ⁻¹	0,069	0,086
	Número de vagens planta ⁻¹	-0,292	0,181
	Comprimento do grão	0,005	2,812
	Largura do grão	0,115	4,757
	Matéria seca de plantas de feijão	0,034	0,228
	Total	0,454	
	Direto sobre rendimento de grãos	- 0,090	1,775
	Indiretos via:		
	Massa de 100 grãos	-0,155	0,854
Matéria seca de plantas de feijão	Número de grãos vagem ⁻¹	0,049	0,043
	Número de vagens planta ⁻¹	0,337	0,241
	Comprimento do grão	-0,002	0,345
	Largura do grão	-0,010	0,038
	Espessura do grão	-0,049	0,621
	Total	0,074	
	Efeito Residual	0,292	

4.4.3 Experimento 3

No que se refere às avaliações de grãos verdes, foram observadas correlações positivas entre as variáveis: número de grãos vagem⁻¹ e massa de 100 grãos; número de vagens planta⁻¹ e massa total de vagens verdes; entre a espessura da vagem e a massa de 100 grãos; a espessura da vagem e a largura da vagem; bem como entre o comprimento do grão e a massa de 100 grãos; entre o comprimento do grão e a espessura da vagem (Tabela 30).

Observaram-se correlações positivas entre a largura do grão e a massa de 100 grãos; a largura do grão e o número de grãos vagem⁻¹; a largura do grão e a largura da vagem; a largura do grão e a espessura da vagem; entre a largura do grão e o comprimento do grão (Tabela 30).

A variável espessura do grão está correlacionada positivamente com as mesmas variáveis com as quais a largura do grão se correlacionou, sendo também observada correlação positiva entre espessura do grão e largura da vagem (Tabela 30).

Assim como no experimento 2, também foram observadas correlações positivas entre o rendimento de grãos verdes e a massa total de vagens; entre o rendimento de grãos verdes e o número de vagens planta⁻¹ (Tabela 30).

Tabela 30 – Coeficiente de correlação linear de Pearson entre caracteres de variedades tradicionais de feijão-caupi verde na “Seleção divergente para competitividade com plantas daninhas” (experimento-3). Mossoró-RN, 2018.¹

Caráter	Coeficiente de correlação										
	Massa total de vagens	Massa de 100 grãos	Número de grãos vagem ⁻¹	Número de vagem planta ⁻¹	Comprimento da vagem	Largura da vagem	Espessura da vagem	Comprimento do grão	Largura do grão	Espessura do grão	Rendimento de grãos
Massa total de vagens	-	0,61	0,48	0,83*	0,64	-0,06	0,39	0,63	0,37	0,30	0,94**
Massa de 100 grãos	-	-	0,95**	0,19	0,24	0,69	0,82*	0,82*	0,93**	0,90*	0,41
Número de grãos vagem ⁻¹	-	-	-	0,09	0,02	0,65	0,70	0,62	0,86*	0,84*	0,31
Número de vagem planta ⁻¹	-	-	-	-	0,72	-0,53	-0,07	0,29	-0,11	-0,14	0,97**
Comprimento da vagem	-	-	-	-	-	-0,180	0,27	0,63	0,15	0,18	0,68
Largura da vagem	-	-	-	-	-	-	0,85*	0,61	0,89*	0,89*	-0,35
Espessura da vagem	-	-	-	-	-	-	-	0,87*	0,94**	0,94**	0,09
Comprimento do grão	-	-	-	-	-	-	-	-	0,84*	0,83*	0,42
Largura do grão	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,99**	0,10
Espessura de grãos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,05
Rendimento do grão	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

¹ ** e * significativos a 1 e 5% de probabilidade pelo teste t respectivamente. Os demais foram não significativos.

Para as características de grãos secos, observaram-se correlações positivas entre: número de vagens planta⁻¹ e massa total de vagens; largura do grão e massa de 100 grãos; espessura do grão e número de grãos vagem⁻¹; espessura do grão e largura do grão (Tabela 31).

Foram observadas correlações positivas entre o rendimento de grãos secos e a massa total de vagens; rendimento de grãos secos e número de vagens planta⁻¹ (Tabela 31).

Tabela 31 – Coeficiente de correlação linear de Pearson entre caracteres de variedades tradicionais de feijão-caupi seco na “Seleção divergente para competitividade com plantas daninhas” (experimento-3). Mossoró-RN, 2018.¹

Caráter	Coeficientes de correlação								
	Massa total de vagens	Massa de 100 grãos	Número de grãos vagem ⁻¹	Número de vagem planta ⁻¹	Comprimento do grão	Largura do grão	Espessura do grão	Matéria seca da parte aérea de plantas de feijão	Rendimento de grãos
Massa total de vagens	-	0,46	-0,43	0,97**	0,52	0,13	-0,12	0,08	0,10**
Massa de 100 grãos	-	-	0,47	0,25	0,67	0,82*	0,58	0,080	0,48
Número de grãos vagem ⁻¹	-	-	-	-0,62	0,37	0,80	0,93**	0,05	-0,44
Número de vagem planta ⁻¹	-	-	-	-	0,37	-0,08	-0,33	0,09	0,97**
Comprimento do grão	-	-	-	-	-	0,80	0,62	-0,35	0,50
Largura do grão	-	-	-	-	-	-	0,90*	-0,05	0,13
Espessura do grão	-	-	-	-	-	-	-	0,05	-0,15
Matéria seca da parte aérea de plantas de feijão	-	-	-	-	-	-	-	-	0,09
Matéria fresca da parte aérea de plantas daninhas	-	-	-	-	-	-	-	-	0,90*
Matéria seca da parte aérea de plantas daninhas	-	-	-	-	-	-	-	-	0,89*
Rendimento de grãos	-	-	-	-	-	-	-	-	-

¹ ** e * significativos a 1 e 5% de probabilidade pelo teste t respectivamente. Os demais foram não significativos.

Os valores de k, coeficientes de determinação, número de condições, efeitos residuais e determinantes da matriz X'X das análises de trilha do experimento 2 podem ser observados na tabela 17A, do apêndice. Os coeficientes de determinação foram elevados, indicando que os caracteres explicativos determinaram grande parte da variação dos caracteres principais (massa total de vagens e rendimentos de grãos verdes e secos).

Assim como no experimento anterior, para a realização da análise de trilha, determinamos como caracteres principais a massa total de vagens verdes e os rendimentos de grãos verdes e secos (Tabelas 32, 33 e 34).

Os caracteres que mais influenciaram o aumento da massa total de vagens verdes, ou seja, que apresentaram efeito direto sobre a massa total de vagens verdes foram: número de grãos vagem⁻¹, número de vagens planta⁻¹ e espessura da vagem (Tabela 32).

A massa total de vagens verdes também foi influenciada indiretamente pelo comprimento da vagem, via número de vagem planta⁻¹; e pelo comprimento, a largura e a espessura do grão, via espessura da vagem (Tabela 32). Isto significa que, ao contribuir para o aumento da espessura da vagem, esses caracteres estão contribuindo indiretamente para o aumento da massa total de vagens verdes.

Tabela 32 - Estimativas dos efeitos, sobre a massa total de vagens verdes, dos principais componentes do rendimento e das características de vagens e grãos, de variedades tradicionais divergentes de feijão-caupi. Mossoró – RN, 2018.

Caráter	Efeitos de associação	Estimativa sob multicolinearidade (ESM)	Valores que inflacionam a variância (VIV)
Massa de 100 grãos	Direto sobre massa total de vagens	0,233	14,069
	Indiretos via:		
	Número de grãos vagem ⁻¹	0,054	7,684
	Número de vagens planta ⁻¹	0,144	0,245
	Comprimento da vagem	-0,041	0,303
	Largura da vagem	-0,105	6,131
	Espessura da vagem	0,250	4,842
	Comprimento do grão	0,179	7,007
	Largura do grão	0,089	12,978
	Espessura do grão	-0,210	10,868
	Total	0,607	
Número de grãos vagem ⁻¹	Direto sobre massa total de vagens	0,568	9,395
	Indiretos via:		
	Massa de 100 grãos	0,222	11,507
	Número de vagens planta ⁻¹	0,069	0,056
	Comprimento da vagem	-0,004	0,002
	Largura da vagem	-0,100	5,566
	Espessura da vagem	0,214	3,564
	Comprimento do grão	0,135	4,003
	Largura do grão	0,082	11,053
	Espessura do grão	-0,195	9,381
	Total	0,485	
Número de vagens planta ⁻¹	Direto sobre massa total de vagens	0,748	7,313
	Indiretos via:		
	Massa de 100 grãos	0,045	0,471
	Número de grãos vagem ⁻¹	0,005	0,072
	Comprimento da vagem	-0,122	2,726
	Largura da vagem	0,081	3,703
	Espessura da vagem	-0,021	0,034
	Comprimento do grão	0,062	0,854
	Largura do grão	-0,010	0,168
	Espessura do grão	0,033	0,265
	Total	0,862	
Comprimento da vagem	Direto sobre massa total de vagens	- 0,168	5,805
	Indiretos via:		
	Massa de 100 grãos	0,056	0,735
	Número de grãos vagem ⁻¹	0,001	0,003
	Número de vagens planta ⁻¹	0,540	3,435
	Largura da vagem	0,027	0,421
	Espessura da vagem	0,081	0,509
	Comprimento do grão	0,136	4,076
	Largura do grão	0,014	0,322
	Espessura do grão	-0,042	0,444
	Total	0,636	

“...continua...”

“TABELA 32, Cont.”

	Direto sobre massa total de vagens	- 0,153	14,487
	Indiretos via:		
	Massa de 100 grãos	0,160	5,955
	Número de grãos vagem ⁻¹	0,037	3,610
	Número de vagens planta ⁻¹	-0,399	1,869
Largura da vagem	Comprimento da vagem	0,030	0,169
	Espessura da vagem	0,259	5,215
	Comprimento do grão	0,132	3,802
	Largura do grão	0,086	12,009
	Espessura do grão	-0,208	10,709
	Total	- 0,063	
	Direto sobre massa total de vagens	0,305	8,020
	Indiretos via:		
	Massa de 100 grãos	0,191	8,494
	Número de grãos vagem ⁻¹	0,040	4,176
	Número de vagens planta ⁻¹	-0,051	0,031
Espessura da vagem	Comprimento da vagem	-0,045	0,369
	Largura da vagem	-0,130	9,420
	Comprimento do grão	0,189	7,843
	Largura do grão	0,090	13,327
	Espessura do grão	-0,218	11,754
	Total	0,389	
	Direto sobre massa total de vagens	0,217	11,517
	Indiretos via:		
	Massa de 100 grãos	0,192	8,560
	Número de grãos vagem ⁻¹	0,035	3,266
	Número de vagens planta ⁻¹	0,215	0,542
Comprimento do grão	Comprimento da vagem	-0,106	2,054
	Largura da vagem	-0,092	4,783
	Espessura da vagem	0,265	5,461
	Largura do grão	0,081	10,715
	Espessura do grão	-0,194	9,321
	Total	0,626	
	Direto sobre massa total de vagens	0,096	16,710
	Indiretos via:		
	Massa de 100 grãos	0,217	10,927
	Número de grãos vagem ⁻¹	0,049	6,214
	Número de vagens planta ⁻¹	-0,079	0,074
Largura do grão	Comprimento da vagem	-0,025	0,112
	Largura da vagem	-0,136	10,411
	Espessura da vagem	0,287	6,396
	Comprimento do grão	0,183	7,385
	Espessura do grão	-0,230	13,053
	Total	0,367	

“...continua...”

“TABELA 32, Cont.”

	Direto sobre massa total de vagens	- 0,232	14,882
	Indiretos via:		
	Massa de 100 grãos	0,210	10,274
	Número de grãos vagem ⁻¹	0,048	5,922
	Número de vagens planta ⁻¹	-0,105	0,130
Espessura do grão	Comprimento da vagem	-0,031	0,173
	Largura da vagem	-0,136	10,424
	Espessura da vagem	0,286	6,334
	Comprimento do grão	0,181	7,213
	Largura do grão	0,095	14,656
	Total	0,301	
	Efeito residual	0,253	

O rendimento de grãos verdes foi influenciado positivamente pela massa de 100 grãos e pelo número de vagens planta⁻¹ (Tabela 33). Isto significa que o aumento da expressão desses caracteres contribui positivamente para o aumento do rendimento de grãos verdes. A largura da vagem apresentou efeito direto sobre o rendimento de grãos verdes, porém o efeito foi negativo (Tabela 33).

O comprimento da vagem apresentou efeito indireto sobre rendimento de grãos verdes, por meio do número de vagens planta⁻¹, assim como o comprimento do grão e o número de grãos vagem⁻¹ também contribuíram indiretamente para o aumento do rendimento de grãos verdes, por meio da massa de 100 grãos (Tabela 33).

Tabela 33 - Estimativas dos efeitos, sobre o rendimento de grãos verdes, dos principais componentes do rendimento e das características de vagens e grãos, de variedades tradicionais divergentes de feijão-caupi. Mossoró – RN, 2018.

Caráter	Efeitos de associação	Estimativa sob multicolinearidade (ESM)	Valores que inflacionam a variância (VIV)
	Direto sobre rendimento de grãos	0,256	14,512
	Indiretos via:		
	Número de grãos vagem ⁻¹	0,167	7,922
	Número de vagens planta ⁻¹	0,127	0,252
Massa de 100 grãos	Comprimento da vagem	0,007	0,311
	Largura da vagem	-0,171	6,351
	Espessura da vagem	0,006	4,940
	Comprimento do grão	0,121	7,228
	Largura do grão	0,029	13,427
	Espessura do grão	-0,151	11,222
	Total	0,406	

“...continua...”

“TABELA 33, Cont.”

	Direto sobre rendimento de grãos	0,175	9,651
	Indiretos via:		
	Massa de 100 grãos	0,245	11,912
	Número de vagens planta ⁻¹	0,060	0,058
Número de grãos vagem ⁻¹	Comprimento da vagem	0,001	0,002
	Largura da vagem	-0,163	5,766
	Espessura da vagem	0,006	3,637
	Comprimento do grão	0,092	4,129
	Largura do grão	0,027	11,435
	Espessura do grão	-0,141	9,686
	Total	0,311	
	Direto sobre rendimento de grãos	0,657	7,497
	Indiretos via:		
	Massa de 100 grãos	0,049	0,487
	Número de grão vagem ⁻¹	0,016	0,074
Número de vagens planta ⁻¹	Comprimento da vagem	0,021	2,792
	Largura da vagem	0,133	3,836
	Espessura da vagem	-0,001	0,035
	Comprimento do grão	0,042	0,880
	Largura do grão	-0,003	0,174
	Espessura do grão	0,024	0,274
	Total	0,972	
	Direto sobre rendimento de grãos	0,029	5,924
	Indiretos via:		
	Massa de 100 grãos	0,062	0,761
	Número de grãos vagem ⁻¹	0,004	0,003
Comprimento da vagem	Número de vagens planta ⁻¹	0,475	3,534
	Largura da vagem	0,045	0,436
	Espessura da vagem	0,002	0,520
	Comprimento do grão	0,093	4,204
	Largura do grão	0,005	0,333
	Espessura do grão	-0,031	0,459
	Total	0,684	
	Direto sobre rendimento de grãos	- 0,249	14,952
	Indiretos via:		
	Massa de 100 grãos	0,176	6,164
	Número de grãos vagem ⁻¹	0,115	3,721
	Número de vagens planta ⁻¹	-0,350	1,923
Largura da vagem	Comprimento da vagem	-0,005	0,173
	Espessura da vagem	0,007	5,320
	Comprimento do grão	0,089	3,922
	Largura do grão	0,028	12,424
	Espessura do grão	-0,150	11,057
	Total	- 0,352	

“...continua...”

“TABELA 33, Cont.”

	Direto sobre rendimento de grãos	0,008	8,152
	Indiretos via:		
Espessura da vagem	Massa de 100 grãos	0,210	8,793
	Número de grãos vagem ⁻¹	0,123	4,305
	Número de vagens planta ⁻¹	-0,045	0,032
	Comprimento da vagem	0,008	0,378
	Largura da vagem	-0,212	9,758
	Comprimento do grão	0,128	8,090
	Largura do grão	0,030	13,788
	Espessura do grão	-0,157	12,136
	Total	0,093	
	Direto sobre rendimento de grãos	0,148	11,837
	Indiretos via:		
Comprimento do grão	Massa de 100 grãos	0,211	8,861
	Número de grãos vagem ⁻¹	0,109	3,367
	Número de vagens planta ⁻¹	0,188	0,558
	Comprimento da vagem	0,018	2,104
	Largura da vagem	-0,151	4,954
	Espessura da vagem	0,007	5,572
	Largura do grão	0,027	11,086
	Espessura do grão	-0,140	9,624
	Total	0,424	
	Direto sobre rendimento de grãos	0,031	17,225
	Indiretos via:		
Largura do grão	Massa de 100 grãos	0,238	11,312
	Número de grãos vagem ⁻¹	0,151	6,407
	Número de vagens planta ⁻¹	-0,070	0,076
	Comprimento da vagem	0,004	0,114
	Largura da vagem	-0,223	10,785
	Espessura da vagem	0,007	6,525
	Comprimento do grão	0,125	7,618
	Espessura do grão	-0,166	13,477
	Total	0,100	
	Direto sobre rendimento de grãos	- 0,168	15,311
	Indiretos via:		
Espessura do grão	Massa de 100 grãos	0,231	10,636
	Número de grãos vagem ⁻¹	0,147	6,106
	Número de vagens planta ⁻¹	-0,092	0,134
	Comprimento da vagem	0,005	0,178
	Largura da vagem	-0,223	10,798
	Espessura da vagem	0,007	6,462
	Comprimento do grão	0,123	7,440
	Largura do grão	0,031	15,162
	Total	0,053	
Efeito residual		0,194	

Os caracteres mais determinantes para o aumento do rendimento de grãos secos foram: massa de 100 grãos, número de vagens planta⁻¹ e comprimento do grão, ou seja, esses caracteres apresentaram efeito direto sobre o rendimento de grãos secos (Tabela 34). Isso significa que o aumento da expressão desses caracteres contribuiu para o aumento do

rendimento de grãos secos. O número de grãos $vagem^{-1}$ influenciou negativamente o rendimento de grãos secos (Tabela 34).

Tabela 34 - Estimativas dos efeitos, sobre o rendimento de grãos secos, dos principais componentes do rendimento, das características dos grãos e da massa seca de variedades tradicionais divergentes de feijão-caupi. Mossoró–RN, 2018.

Caráter	Efeitos de associação	Estimativa sob multicolinearidade (ESM)	Valores que inflacionam a variância (VIV)
Massa de 100 grãos	Direto sobre rendimento de grãos	0,312	3,926
	Indiretos via:		
	Número de grãos $vagem^{-1}$	-0,117	2,711
	Número de vagens $planta^{-1}$	0,156	0,427
	Comprimento do grão	0,139	4,101
	Largura do grão	-0,057	7,961
	Espessura do grão	0,022	3,009
	Matéria seca de plantas de feijão	0,007	0,015
	Total	0,478	
Número de grãos $vagem^{-1}$	Direto sobre rendimento de grãos	- 0,252	13,830
	Indiretos via:		
	Massa de 100 grãos	0,146	0,770
	Número de vagens $planta^{-1}$	-0,385	2,611
	Comprimento do grão	0,077	1,260
	Largura do grão	-0,056	7,581
	Espessura do grão	0,035	7,757
	Matéria seca de plantas de feijão	0,004	0,006
	Total	- 0,443	
Número de vagens $planta^{-1}$	Direto sobre rendimento de grãos	0,622	7,589
	Indiretos via:		
	Massa de 100 grãos	0,078	0,221
	Número de grãos $vagem^{-1}$	0,155	4,757
	Comprimento do grão	0,077	1,254
	Largura do grão	0,005	0,073
	Espessura do grão	-0,012	0,949
	Matéria seca de plantas de feijão	0,008	0,020
	Total	0,968	
Comprimento do grão	Direto sobre rendimento de grãos	0,206	9,982
	Indiretos via:		
	Massa de 100 grãos	0,211	1,613
	Número de grãos $vagem^{-1}$	-0,094	1,746
	Número de vagens $planta^{-1}$	0,233	0,954
	Largura do grão	-0,055	7,550
	Espessura do grão	0,023	3,438
	Matéria seca de plantas de feijão	-0,030	0,286
	Total	0,504	

“...continua...”

“TABELA 34, Cont.”

	Direto sobre rendimento de grãos	- 0,069	12,999
	Indiretos via:		
Largura do grão	Massa de 100 grãos	0,257	2,404
	Número de grãos vagem ⁻¹	-0,202	8,065
	Número de vagens planta ⁻¹	-0,049	0,042
	Comprimento do grão	0,166	5,798
	Espessura do grão	0,034	7,188
	Matéria seca de plantas de feijão	-0,004	0,006
	Total	0,128	
	Direto sobre rendimento de grãos	0,037	9,848
	Indiretos via:		
Espessura do grão	Massa de 100 grãos	0,182	1,200
	Número de grãos vagem ⁻¹	-0,235	10,894
	Número de vagens planta ⁻¹	-0,204	0,732
	Comprimento do grão	0,128	3,485
	Largura do grão	-0,062	9,488
	Matéria seca de plantas de feijão	0,004	0,005
	Total	- 0,147	
	Direto sobre rendimento de grãos	0,086	2,593
	Indiretos via:		
Matéria seca de plantas de feijão	Massa de 100 grãos	0,025	0,023
	Número de grãos vagem ⁻¹	-0,013	0,032
	Número de vagens planta ⁻¹	0,058	0,060
	Comprimento do grão	-0,072	1,101
	Largura do grão	0,003	0,029
	Espessura do grão	0,002	0,019
	Total	0,094	
	Efeito residual	0,193	

5 DISCUSSÃO

5.1 EXPERIMENTO 1

Com relação ao rendimento de grãos, as variedades de feijão-caupi diferiram entre si na seleção preliminar para competitividade com plantas daninhas, de modo que seis apresentaram rendimentos mais elevados (Umarizal, José da Penha, Itaú, São Tomé, Upanema e Lagoa de Pedras), e onze apresentaram médias intermediárias de rendimento de grãos (Carnaubais, Pedro Velho, Jaçanã, Campo Grande, Angicos, Japi, Macaíba, Baraúna, Alexandria, Tenente Laurentino Cruz, e Luiz Gomes), as demais apresentaram rendimento mais baixo (Tabela 3), demonstrando diversidade genética entre as variedades estudadas e sugerindo que algumas dessas variedades também podem ser mais competitivas com plantas daninhas, tendo em vista que apresentaram rendimentos superiores às demais, mesmo em competição com plantas daninhas.

Nas avaliações referentes ao crescimento das plantas de feijão-caupi, a única variável que sofreu efeito das variedades foi o número de folhas (Tabela 3). Como se esperava, essa variável também apresentou correlação positiva com o número de ramos secundários e as massas fresca e seca das plantas de feijão-caupi (Tabela 24), demonstrando que o número de folhas contribuiu para o aumento das matérias fresca e seca das plantas de feijão-caupi.

No entanto, nenhuma das variáveis avaliadas neste experimento apresentou correlação com o rendimento de grãos (Tabela 24), evidenciando que plantas maiores não necessariamente proporcionarão maior rendimento, assim como podem não constituir vantagem à cultura na competição com as plantas daninhas, tendo em vista que algumas variedades de alto rendimento de grãos diferiram com relação ao número de folhas, observando-se o mesmo nas variedades de baixo rendimento (Tabela 3).

Alguns trabalhos demonstraram que as habilidades competitivas do feijão-caupi também podem estar relacionadas com outras características, como, por exemplo, o hábito de crescimento e o porte da planta (TEIXEIRA et al., 2009; WANG et al., 2006) ou com a alelopatia (ADLER; CHASE, 2007; HILL; NGOUAJIO; NAIR, 2007), justificando, assim, o fato de algumas variedades divergirem com relação ao rendimento de grãos e não divergirem quanto ao número de folhas.

5.2 EXPERIMENTO 2

No rendimento de grãos verdes, podemos observar que as variedades diferiram entre si na seleção adicional para competitividade com plantas daninhas (Tabela 7), diferentemente do que ocorreu no rendimento de grãos secos (Tabela 9), apesar de serem submetidas ao mesmo tratamento (competição moderada com plantas daninhas). Isso pode ser justificado pelo fato de as variedades diferirem quanto à aptidão para produção de grãos verdes e secos. De acordo com Oliveira et al. (2002), a baixa produtividade do feijão-caupi pode estar relacionada à utilização de cultivares com aptidão diferente da que está sendo destinada (produção de grãos verdes ou secos), resultando muitas vezes em equívocos na caracterização da produtividade. Por exemplo, caso uma variedade com aptidão para produção de grãos verdes seja utilizada para produção de grãos secos, e vice-versa, pode ser equivocadamente caracterizada como pouco produtiva.

No que se refere ao rendimento de grãos secos, podemos observar que, das doze variedades de feijão-caupi avaliadas na seleção adicional para competitividade com plantas daninhas, seis obtiveram altos rendimentos e seis obtiveram rendimentos intermediários na seleção preliminar para competitividade com plantas daninhas (Tabela 3). No entanto, na seleção adicional para competitividade com plantas daninhas, não houve diferença no rendimento das doze (Tabela 9). Essa diferença na produtividade pode ser atribuída à densidade de plantio, pois no primeiro experimento as plantas estavam mais adensadas, o que pode ter prejudicado a produtividade de algumas variedades, tendo em vista que essas variedades diferem em muitas características, e provavelmente a densidade de plantio ideal para cada uma também será diferente (SHIMADA; ORIVALDO; SÁ, 2000; MATOSO, 2014; BRITO, 2014).

As variáveis que mais contribuíram para o aumento do rendimento de grãos secos foram massa total de vagens e número de vagens planta⁻¹. Neste experimento, não houve diferença estatística entre os rendimentos de grãos secos, de modo que também não foram observadas diferenças no número de vagens planta⁻¹ (Tabela 9), evidenciando a forte relação existente entre essa variável e o rendimento de grãos secos. Resultados semelhantes foram obtidos por Santos et al. (2009), Oliveira (2014) e Freitas (2015), que também evidenciaram correlação positiva entre o número de vagens planta⁻¹ e o rendimento de grãos secos no feijão-caupi.

A análise de trilha evidenciou que o caráter que mais influenciou a massa total de vagens verdes foi número de vagens planta⁻¹ (Tabela 27), resultado que corrobora com o do

trabalho realizado por Sapara e Javia (2014). O número de vagens planta⁻¹ também foi o principal determinante do aumento do rendimento de grãos verdes (Tabela 28). Resultados semelhantes foram observados por Souza (2005), Mishra e Dash (2009) e Patel et al. (2016). Essas observações são muito relevantes para a seleção das variedades mais produtivas, destinadas à produção de feijão verde, na medida em que a avaliação do número de vagens planta⁻¹ é relativamente mais simples de ser realizada do que a avaliação do rendimento de grãos, tendo em vista que, para a realização deste último, as vagens deverão ser debulhadas, dificultando o processo.

Para os grãos secos, os caracteres que mais contribuíram para o aumento do rendimento foram número de vagens planta⁻¹ e massa de 100 grãos, pois apresentaram efeito direto sobre a expressão do aumento do rendimento de grãos secos (Tabela 29). Esses resultados corroboram com os encontrados nos trabalhos realizados por Souza (2005) e Oliveira et al. (2013). As informações obtidas a partir desses resultados apresentam importância no processo de seleção de variedades mais produtivas, tendo em vista que, além da possibilidade de selecionar essas variedades com base no número de vagens planta⁻¹, essa seleção pode ser feita por meio da massa de 100 grãos, não sendo necessário pesar toda a produção de cada variedade estudada.

Também foram observados efeitos indiretos da largura do grão e da espessura do grão, por meio da massa total de vagens, ou seja, ao influenciar a massa total de vagens, esses caracteres contribuem indiretamente para o aumento do rendimento de grãos secos, auxiliando na seleção das variedades mais produtivas.

Na seleção preliminar para competitividade com plantas daninhas (experimento 1), foi identificado um número menor de espécies de plantas daninhas (9 espécies) do que na seleção adicional para competitividade com plantas daninhas (experimento 2), sendo identificadas 14 espécies, o que pode ser justificado pelo fato de o espaçamento entre plantas no experimento 1 ter sido menor do que no experimento 2, possibilitando maior sombreamento do solo e impedindo o desenvolvimento de algumas espécies de plantas daninhas.

Na seleção adicional para competitividade com plantas daninhas, a distribuição das espécies de plantas daninhas variou entre as variedades de feijão-caupi (Tabela 13), porém as massas fresca e seca das plantas daninhas não variaram com as variedades (Tabela 14), evidenciando que a quantidade de espécies ocorrentes na parcela não necessariamente proporcionou maior competição entre a cultura e a comunidade infestante, tendo em vista que o crescimento das plantas daninhas foi o mesmo, independentemente das espécies ocorrentes.

5.3 EXPERIMENTO 3

Assim como foi observado nos resultados referentes ao rendimento de grãos verdes (Tabela 15), as variedades com maior rendimento de grãos secos (Tabela 18) também apresentaram maior número de vagens planta⁻¹, observando-se o oposto nas variedades de menor rendimento.

Na seleção divergente para competitividade com plantas daninhas, onde foram aplicados os métodos de controle de plantas daninhas, as variedades de feijão-caupi também diferiram com relação ao rendimento de grãos verdes (Tabela 15), e a variedade Mossoró, selecionada para baixo rendimento, apresentou rendimento de grãos semelhante às outras variedades selecionadas para alto rendimento.

Como o controle de plantas daninhas não influenciou o rendimento de grãos verdes e não houve interação entre os fatores controle de plantas daninhas x variedades de feijão-caupi, na seleção divergente para competitividade com plantas daninhas, podemos deduzir que, assim como na seleção adicional, essas variedades também diferem com relação à aptidão para produção de grãos verdes e secos, tendo em vista que quando avaliadas para rendimento de grãos secos algumas variedades com alto rendimento de grãos verdes apresentaram rendimentos intermediários de grãos secos, como, por exemplo, Upanema e Mossoró (Tabela 18). Esses resultados evidenciam que essas variedades possuem maior aptidão para produção de grãos verdes do que para grãos secos.

Na seleção divergente para competitividade com plantas daninhas, observou-se que as variedades Umarizal e Itaú, consideradas de alto rendimento de grãos verdes, mantiveram os valores mais elevados de rendimento de grãos secos. O mesmo não foi observado na variedade Upanema, considerada de alto rendimento de grãos verdes na seleção divergente, porém apresentou valores intermediários de rendimento de grãos secos nessa seleção (Tabela 15).

O fato de o rendimento de grãos das variedades Umarizal e Itaú não ser afetado pela competição com plantas daninhas pode ser um indício de que essas variedades apresentam tolerância às plantas daninhas. A variedade Mossoró, que apresentou baixo rendimento na seleção preliminar, apresentou valores intermediários de rendimento de grãos secos na seleção divergente para competitividade com plantas daninhas, ou seja, em competição moderada com plantas daninhas, evidenciando que ela apresenta, assim como as variedades Umarizal e Itaú, estabilidade de produção, característica típica das variedades tradicionais, que lhes possibilita manter sua produção estável, mesmo em condições de estresse.

A variedade São Miguel apresentou menor rendimento de grãos na seleção divergente para competitividade com plantas daninhas, talvez por não ser adaptada à região onde foi cultivada, pois, segundo Duarte e Vencovsky (1999), a utilização de variedades não adaptadas à região pode resultar em baixa produtividade.

Os caracteres número de grãos vagem⁻¹, número de vagens planta⁻¹ e espessura da vagem apresentaram efeito direto sobre a massa total de vagens, indicando que essa variável pode ser selecionada indiretamente por meio desses caracteres. O comprimento da vagem influenciou indiretamente a massa total de vagens, através do número de vagens planta⁻¹, e os caracteres comprimento, largura e espessura do grão também apresentaram efeito indireto sobre a massa total de vagens através da espessura da vagem (Tabela 32). Sapara e Javia (2014) também encontraram resultados semelhantes estudando correlações genóticas e fenotípicas entre diferentes componentes e o rendimento de vagens verdes, verificando que o número de vagens planta⁻¹ e o comprimento da vagem são determinantes para o aumento do rendimento de vagens verdes.

A seleção para variedades com maiores rendimentos de feijão verde pode ser feita indiretamente através das variáveis massa de 100 grãos e número de vagens planta⁻¹, esses resultados estão de acordo com os obtidos por Freitas et al. (2016), Souza (2005) e Srinivas, Kale e Nagre (2017). A largura da vagem apresentou efeito negativo para o rendimento de grãos verdes, indicando que vagens mais largas estão relacionadas com plantas menos produtivas.

Os caracteres massa de 100 grãos, número de vagens planta⁻¹ e comprimento do grão foram os principais determinantes do aumento do rendimento de grãos secos, indicando que a seleção para variedades mais produtivas pode ser feita indiretamente por meio desses caracteres, resultados que corroboram com os encontrados por Oliveira et al. (2013).

O número de vagens planta⁻¹ se mostrou muito relacionado ao rendimento do feijão-caupi, indicando que a seleção indireta de variedades de feijão-caupi com base nessa característica pode representar ganhos em produtividade, tendo em vista que o aumento da expressão dessa variável pode influenciar o rendimento de vagens verdes e de grãos verdes e secos.

Na seleção divergente para competitividade com plantas daninhas, o número de vagens planta⁻¹, no feijão seco, além de sofrer influência das variedades de feijão-caupi, foi influenciado pelos métodos de controle de plantas daninhas, de modo que com duas capinas o número de vagens planta⁻¹ foi maior do que com uma capina (Tabela 18). Essa diferença provavelmente ocorreu em virtude da concorrência com as plantas daninhas ter sido maior no

controle com uma capina ou devido à capina ter sido realizada aos 30 DAS, aumentando, assim, o período de convivência da cultura com as plantas daninhas no início do ciclo, ou seja, quando as plantas de feijão-caupi ainda estavam se estabelecendo, pois, segundo Pitelli (1985) e Oliveira et al. (2010), o período de convivência das culturas com as plantas daninhas pode ser determinante no resultado da competição entre elas.

De qualquer modo, as variedades Umarizal e Itaú apresentaram maior número de vagens planta⁻¹ no feijão seco (Tabela 18), demonstrando que essas variedades são mais competitivas com plantas daninhas. Além da aptidão para a produção de feijão verde ou seco, outra justificativa para as variedades Upanema e Mossoró terem apresentado o número de vagens planta⁻¹ estatisticamente igual às variedades Umarizal e Itaú, no feijão verde, pode ser o fato de essas plantas terem convivido menos tempo com as plantas daninhas, tendo em vista que a colheita do feijão verde é realizada com menor número de dias do que a do feijão seco, de modo que, com o passar do tempo, a cultura poderia sofrer mais com a competição com as plantas daninhas.

A matéria fresca das plantas de feijão-caupi não variou com o método de controle de plantas daninhas, na seleção divergente para competitividade com plantas daninhas, porém a matéria seca das plantas de feijão variou conforme o método de controle empregado, de modo que com duas capinas a matéria seca das plantas de caupi foi maior do que com uma capina (Tabela 20).

Essa variação da matéria seca das plantas de caupi proporcionada pelo método de controle de plantas daninhas sugere que a maior competição do feijão-caupi com as plantas daninhas no método de controle com uma capina pode ter prejudicado o ganho de massa do caupi, porém o fato de os métodos de controle de plantas daninhas não terem influenciado o rendimento de grãos pode evidenciar que as variedades tradicionais apresentam estabilidade de produção, permitindo-lhes manter, em situações de maior competição, a produção estável em detrimento do crescimento vegetativo.

O fato de o método de controle de plantas daninhas não ter influenciado o rendimento de grãos evidencia, ainda, que essas variedades de feijão-caupi apresentam competitividade com plantas daninhas, tendo em vista que mantiveram sua produção estável, mesmo com maior competição. Callaway (1992), em um estudo sobre a tolerância varietal às plantas daninhas, relatou que o rendimento, em si, já se caracteriza como habilidade competitiva. Portanto, o fato de manterem sua produtividade inalterada quando se aumentou a competição já é um indício da sua competitividade com plantas daninhas.

Ao analisarmos as matérias fresca e seca de plantas daninhas, no experimento 3, observamos a existência de interação entre os fatores métodos de controle de plantas daninhas x variedades de feijão-caupi (Tabela 23), de modo que o método de controle com uma capina promoveu os maiores valores de matérias fresca e seca das plantas daninhas na variedade Itaú, evidenciando a superioridade desta variedade na competição com plantas daninhas, pois, apesar de as plantas daninhas terem apresentado maior crescimento nas parcelas cultivadas com a variedade Itaú, quando se realizou somente uma capina aos 30 DAS, essa variedade apresentou os maiores rendimentos de grãos verdes e secos (Tabelas 13 e 15), se mostrando bastante competitiva com plantas daninhas.

Os maiores valores de matérias fresca e seca das plantas daninhas observados na variedade Umarizal, quando foram realizadas duas capinas (Tabela 23), pode estar relacionado ao fato de essa variedade ter apresentado número menor de folhas (Tabela 3), proporcionando menor sombreamento das plantas daninhas, de modo que, mesmo sendo realizadas duas capinas, as plantas daninhas ainda conseguiram se desenvolver após a realização da segunda capina.

A mesma explicação pode justificar o fato de a variedade Itaú ter proporcionado valores intermediários de matérias fresca e seca de plantas daninhas quando foram realizadas duas capinas (Tabela 23), pois essa variedade apresentou maior número de folhas do que a Umarizal (Tabela 3), sombreando as plantas daninhas, e dificultando o desenvolvimento das mesmas após a realização da capina aos 30 DAS. Ao avaliar a habilidade competitiva de genótipos de caupi, Teixeira et al. (2009) verificaram que cultivares com maior ramificação e cobertura do solo são mais competitivas, o que pode justificar os resultados acima citados. Dessa forma, podemos evidenciar a superioridade da variedade Itaú, na competitividade com plantas daninhas.

O maior crescimento das plantas daninhas, em termos das matérias fresca e seca da parte aérea, foi observado nas parcelas cultivadas com a variedade São Miguel. Esse fato pode ser mais uma evidência de que essa variedade não é adaptada à região em que foi cultivada, considerando que, mesmo promovendo menores valores de matérias fresca e seca de plantas daninhas, apresentou baixo rendimento de grãos verdes e secos (Tabelas 15 e 18, respectivamente).

6 CONCLUSÕES

- As variedades tradicionais de feijão-caupi diferiram quanto à competitividade com plantas daninhas;
- As variedades Umarizal e Itaú são mais competitivas com plantas daninhas do que as demais;
- Os controles de plantas daninhas, com uma ou duas capinas, não proporcionaram diferenças no rendimento de grãos verdes e secos de variedades tradicionais de feijão-caupi;
- Plantas de feijão-caupi com um maior número de folhas podem ser mais competitivas com plantas daninhas;
- O número de vagens planta⁻¹ é a característica mais indicada para a seleção indireta do rendimento de vagens verdes, grãos verdes e grãos secos;
- A variedade São Miguel apresentou menores rendimentos de grãos verdes e secos, provavelmente por não ser adaptada à região.

REFERÊNCIAS

- ADLER, M. J.; CHASE, C. A. Comparison of the Allelopathic Potential of Leguminous Summer Cover Crops: Cowpea, Sunn Hemp, and Velvetbean. **Hort Science**, Virgínia, v. 42, n. 2, p. 289–293, apr. 2007.
- AGOSTINETTO, D.; RIGOLI, R. P.; SCHAEGLER, C. E.; TIRONI, S. P.; SANTOS, L. S. Período crítico de competição de plantas daninhas com a cultura do trigo, **Planta daninha**, Viçosa, v. 26, n. 2, p. 271-278, jun. 2008.
- AGRITEMPO. **Sistema de monitoramento agrometeorológico**: pesquisa de dados meteorológicos para o estado de Rio Grande do Norte. Disponível em: <http://www.agritempo.gov.br/agritempo/jsp/PesquisaClima/index.jsp?siglaUF=RN&lang=pt_br>. Acesso em: 12 abr. 2018.
- ANDRADE, F. N.; ROCHA, M. M.; GOMES, R. L. F.; FREIRE FILHO, F. R.; RAMOS, S. R. R. Estimativas de parâmetros genéticos em genótipos de feijão-caupi avaliados para feijão fresco. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 41, n. 2, p. 253-258, abr./jun. 2010.
- BIANCHI, M. A.; FLECK, N. G.; FEDERIZZI, L. C. Características de plantas de soja que conferem habilidade competitiva com plantas daninhas. **Bragantia**, Campinas, v. 65, n. 4, p. 623-632, out./dez. 2006.
- BIANCHI, M. A.; FLECK, N. G.; LAMEGO, F. P.; AGOSTINETTO, D. Papéis do arranjo de plantas e do cultivar de soja no resultado da interferência com plantas competidoras. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 28, n. especial, p. 979-991, dez. 2010.
- BRACCINI, A. L. Bancos de sementes e mecanismos de dormência em sementes de plantas daninhas. In: OLIVEIRA JR., R. S.; CONSTANTIN, J.; INOUE, N. H. (org.). **Plantas daninhas e seu manejo**. Ed. 22. Curitiba: Ompipax, 2011. p. 59-102.
- BRIGHENTI, A. M.; OLIVEIRA, M. F. **Biologia de plantas daninhas**. In: OLIVEIRA JR., R. S.; CONSTANTIN, J.; INOUE, N. H. (org.). **Biologia e manejo de plantas daninhas**. Ed. 22. Curitiba: Ompipax, 2011. p. 263-304.
- BRITO, L. C. R. **Comportamento de cultivares de feijão-caupi de porte semiprostrado em resposta a diferentes densidades de plantas**. 2014. 90f. Dissertação (Mestrado) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2014.
- CALLAWAY, M. B. A compendium of crop varietal tolerance to weed. **American Journal of Alternative agriculture**, Cambridge, v. 7, n. 4, p. 169-180, dec. 1992.
- CARMO FILHO, F.; OLIVEIRA, O. F. **Mossoró**: um município do semi-árido nordestino. Mossoró: Fundação Guimarães Duque/ESAM. 1989. 62p.
- CARVALHO, L. B. **Plantas Daninhas**. Ed. 1. Lages: Editado pelo autor, 2013. 82p.
- CARVALHO, S. P.; CRUZ, C. D. Diagnosis of multicollinearity: assessment of the condition of correlation matrices used in genetic studies. **Brazilian Journal of Genetics**, Ribeirão Preto, v. 19, n. 4, p. 479-484, 1996.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **Acompanhamento da safra brasileira de grãos (2016/2017)**. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17_04_12_14_08_06_relatorio_safra_graos_rn_2017_7o_lev.pdf>. Acesso em: 05 out. 2017.

CONCENÇO, G.; CECCON, G.; CORREIA, I. V. T.; LEITE, L. F.; ALVES, V. B. Ocorrência de espécies daninhas em função de sucessões de cultivo. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 31, n. 2, p. 359-368, abr./jun. 2013.

CORRÊA, M. J. P.; ALVES, G. L.; ROCHA, L. G. F.; SILVA, M. R. M. Períodos de interferência de plantas daninhas na cultura do feijão caupi. **Revista de Ciências Agroambientais**, Alta Floresta, v. 13, n. 2, p. 50-56, jan./jun. 2015.

CRUZ, C. D. **Programa GENES**: aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa: UFV, 2001.

DUARTE, J. B.; VENCOVSKY, R. **Interação genótipos x ambientes**: uma introdução à análise “AMMI”. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1999. 60p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA-SPI, 2006.

FERREIRA, D. F. **SISVAR**: programa estatístico, versão 5.3 (Build 75). Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2010.

FREITAS, F. C. L.; MEDEIROS, V. F. L. P.; GRANGEIRO, L. C.; SILVA, M. G. O.; NASCIMENTO, P. G. M. L.; NUNES, G. H. S. Interferência de plantas daninhas na cultura do feijão-caupi. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 27, n. 2, p. 241-247, abr./jun. 2009.

FREITAS, T. G. G. **Potencial genético de variedades tradicionais de feijão-caupi para produção de grãos secos e verdes**. 2015. 60f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2015.

FREITAS, T. G. G.; SILVA, P. L.; DOVALE, J. C.; SILVA, E. M. Green bean yield and path analysis in cowpea landraces. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 29, n. 4, p. 866-877, out.-dez. 2016.

FURTADO, M. R.; CRUZ, C. D.; CARDOSO, A. A.; COELHO, A. D. F.; PETERNELLI, L. A. Análise de trilha do rendimento do feijoeiro e seus componentes primários em monocultivo e em consórcio com a cultura do milho. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, n. 2, p. 217-220, mar./abr. 2002.

GOLDBERG, D. E.; LANDA, K. Competitive effect and response: hierarchies and correlated traits in the early stages of competition. **Journal of Ecology**, Londres, v. 79, n. 4, p. 1013-1030, dec. 1991.

GOMES JUNIOR, F. G.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Biologia e manejo de plantas daninhas em áreas de plantio direto. **Planta daninha**, Viçosa, v. 26, n. 4, p. 789-798, out./dez. 2008.

GUALTER, R. M. R.; LEITE, L. F. C.; ARAÚJO, A. S. F.; ALCANTARA, R. M. C. M.; COSTA, D. B. Inoculação e adubação mineral em feijão-caupi: efeitos na nodulação, crescimento e produtividade. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 9, n. 4, p. 469-474, out./dez. 2008.

HARKER, K. N.; O'DONOVAN, J. T. Recent weed control, weed management, and integrated weed management. **Weed Technology**, Westminster, v. 27, n. 1, p. 1-11, jan./mar. 2013.

HILL, E. C.; NGOUAJIO, M.; NAIR, M. G. Allelopathic Potential of Hairy Vetch (*Vicia villosa*) and Cowpea (*Vigna unguiculata*) Methanol and Ethyl Acetate Extracts on Weeds and Vegetables. **Weed Technology**, Westminster, v. 21, n. 2, p. 437-444, apr./jun. 2007.

KÖPPEN, W. **Climatologia**: con un estudio de los climas de la tierra. México: Fondo de Cultura Economica, 1948. 478p.

LAMEGO, F. P.; BASSO, C. J.; VIDAL, R. A.; TREZZI, M. M.; SANTI, A. L.; RUCHEL, Q.; KASPARY, T. E.; GALLON, M. Seletividade dos herbicidas S-metolachlor e alachlor para o feijão-carioca. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 29, n. 4, p. 877-883, out./dez. 2011.

LAMEGO, F. P.; FLECK, N. G.; BIANCHI, M. A.; SCHAEGLER, C. E. Tolerância à interferência de plantas competidoras e habilidade de supressão por genótipos de soja – II. Resposta de variáveis de produtividade. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 22, n. 4, p. 491-498, out./dez. 2004.

LEMERLE, D.; GILL, G. S.; MURPHY, C. E.; WALKER, S. R.; COUSENS, R. D.; MOKHTARI, S.; PELTZER, S. J.; COLEMAN, R.; LUCKETT, D. J. Genetic improvement and agronomy for enhanced wheat competitiveness with weeds. **Australian Journal of Agricultural Research**, Melbourne, v. 52, n. 5, p. 527-548, may 2001.

LOPES, K. V.; TEODORO, P. E.; SILVA, F. A.; SILVA, M. T.; FERNANDES, R. L.; RODRIGUES, T. C.; FARIA, T. C.; CORRÊA, A. M. Genetic parameters and path analysis in cowpea genotypes grown in the Cerrado/Pantanal ecotone. **Genetics and Molecular Research**, Ribeirão Preto, v. 16, n. 2, p. 01-11, may 2017.

MATOSO, A. O. **Épocas de semeadura e populações de plantas para cultivares de feijão-caupi no outono-inverno em Botucatu-SP**. 134f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, UNESP, Botucatu, 2014.

MATOS, V. P.; SILVA, R. F.; VIEIRA, C.; SILVA J. F. Período crítico de competição entre plantas daninhas e a cultura do caupi. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 5, p. 737-743, maio 1991.

MILLER, D. A. Allelopathy in forage crop systems. **Agronomy Journal**, Madison, v. 88, n. 6, p. 854-859, nov. 1996.

MISHRA, H. N.; DASH, S. R. A study on variability, character association and path analysis for green pod yield in yard long bean [*Vigna unguiculata* subsp *sesquipedalis* (L.) Verdcourt]. **Vegetable Science**, Nova Delhi, v. 36, n. 3, p. 319-322, 2009.

MONQUERO, P. A.; AMARAL, L. R.; INÁCIO, E. M.; BRUNHARA, J. P.; BINHA, D. P.; SILVA, P. V.; SILVA, A. C. Efeito de adubos verdes na supressão de espécies de plantas daninhas. **Planta daninha**, Viçosa, v. 27, n. 1, p. 85-95, jan./mar. 2009.

NASS, L. L. Utilização de recursos genéticos vegetais no melhoramento. In: NASS, L. L.; VALOIS, A. C. C.; MELO, I. S.; VALADARES-INGLIS, M. C. (org.) Ed. 1. **Recursos genéticos e melhoramento**: plantas. Rondonópolis: Fundação MT, 2002. p. 29-56.

OLIVEIRA, A. P.; TAVARES SOBRINHO, J.; NASCIMENTO, J. T.; ALVES, A. U.; ALBUQUERQUE, I. C.; BRUNO, G. B. Avaliação de linhagens e cultivares de feijão-caupi, em Areia, PB. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 2, p. 180-182, jun. 2002.

OLIVEIRA, J. T. S. **Seleção de genótipos tradicionais e melhorados de feijão-caupi adaptados à região semi-árida piauiense**. 2008. 62f. Dissertação (Mestrado) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2008.

OLIVEIRA, O. M. S. **Capacidade competitiva de cultivares de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) combinada com espaçamento na supressão de plantas daninhas**. 2014. 70f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2014.

OLIVEIRA, O. M. A.; SILVA, J. F.; FERREIRA, F. M.; KLEHM, C. S.; BORGES, C. V. Associações genotípicas entre componentes de produção e caracteres agrônômicos em feijão-caupi. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 44, n. 4, p. 851-857, out./dez. 2013.

OLIVEIRA, O. M. S.; SILVA, J. F.; GONÇALVES, J. R. P.; KLEHM, C. S. Período de convivência das plantas daninhas com cultivares de feijão-caupi em várzea no Amazonas. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 28, n. 3, p. 523-530, jul./set. 2010.

PARK, S. E.; BENJAMIN, L. R.; WATKINSON, A. R. The theory and application of plant competition models: an agronomic perspective. **Annals of Botany**, Oxford, v. 92, n. 6, p. 741-748, dec. 2003.

PATEL, U. V.; PARMAR, V. K.; PATEL, P. B.; MALVIYA, A. V. Correlation and path analysis study in cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp.). **International Journal of Science, Environment and Technology**, Guwahati, v. 5, n. 6, p. 3897-3904, dec. 2016.

PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de Estatística Experimental**. Ed. 14. Piracicaba: Editora da Universidade de São Paulo, 2000. 477p.

PIRES, N. M.; OLIVEIRA, V. R. Alelopatia, In: OLIVEIRA JR., R. S.; CONSTANTIN, J.; INOUE, N. H. (org.). **Características de plantas de soja que conferem habilidade competitiva com plantas daninhas**. Ed. 22. Curitiba: Ompipax, 2011. p. 95-124.

PITELLI, R. A. Competição e controle das plantas daninhas em áreas agrícolas. **Série Técnica IPEF**, Piracicaba, v. 4, n. 12, p. 01-24, 1987.

PITELLI, R. A. Interferência de plantas daninhas em culturas agrícolas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 11, n. 129, p. 16-27, 1985.

RIBEIRO, H. L. C.; SANTOS, C. A. F.; COSTA, D. C. C. Correlações fenotípicas e análise de trilha para caracteres da arquitetura da planta e produtividade de grãos em três gerações de feijão caupi. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 30, n. 2, p. 4591-4597, jul. 2012.

RICE, E. L. **Allelopathy**. New York: Academic Press, 1984. 422p.

RIZZARDI, M. A.; FLECK, N. G.; VIDAL, R. A.; MEROTTO JR., A.; AGOSTINETTO, D. Competição por recursos do solo entre ervas daninhas e culturas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 31, n. 4, p. 707-714, jul./ago. 2001.

RODRIGUES, N. C. **Alelopatia no manejo de plantas daninhas**. 2016. 45f. Monografia (Graduação) - Universidade Federal de São João Del Rei, Sete Lagoas, 2016.

SANTOS, E. C.; SANTOS, E. C.; MESQUITA, M. F. S. Fundamento dos testes estatísticos e sua aplicabilidade em ensaios experimentais com animais. **Revista Agrogeambiental**, Pouso Alegre, v. 2, n. 6, p. 145-172, dez. 2010.

SANTOS, J. F.; GRANGEIRO, J. I. T.; BRITO, C. H.; SANTOS, M. C. C. A. Produção e componentes produtivos de variedades de feijão-caupi na microregião cariri paraibano. **Engenharia Ambiental: Pesquisa e Tecnologia**, Espírito Santo do Pinhal, v. 6, n. 1, p. 214-222, jan./abr. 2009.

SAPARA, G. K.; JAVIA, R. M. Correlation and path analysis in vegetable cowpea (*vigna unguiculata* L.). **International journal of plant sciences**, Chicago, v. 9, n. 1, p. 138-141, jan. 2014.

SHIMADA, M. M.; ORIVALDO, A. R. F.; SÁ, M. E. Componentes do rendimento e desenvolvimento do feijoeiro de porte ereto sob diferentes densidades populacionais. **Bragantia**, Campinas, v. 59, n. 2, p. 181-187, jul./dez. 2000.

SILVA, A. A.; SILVA, J. F. **Tópicos em manejo de plantas daninhas**. Viçosa: UFV, 2007. 367p.

SILVA, A. A.; SILVA, J. F.; FERREIRA, F. A.; FERREIRA, L. R. **Manejo de plantas daninhas**, Módulo 3, Curso de proteção de plantas. Brasília, DF: ABEAS; Viçosa, MG: UFV; 2006. 268p.

SILVA, W. C. S.; MOURA, J. G.; BRITO, L. L. M.; NICOLAU, F. E. A.; CAMARA, F. T. Produtividade de feijão-caupi submetido a diferentes manejos do solo e níveis de adubação mineral. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 10, n. 18, p. 2459-2467, jan./jul. 2014.

SILVA, W.; SILVA, A. A.; SEDIYAMA, T.; FREITAS, R. S. Absorção de nutrientes por mudas de duas espécies de eucalipto em resposta a diferentes teores de água no solo e competição com plantas de *Brachiaria brizantha*. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 24, n. 1, p. 147-159, jan./mar. 2000.

SIQUEIRA, P. L. O. F. **Perdas de rendimento do girassol devidas ao ataque de pássaros**. 2017. 66f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2017.

SOUZA, C. L. C. **Variabilidade, correlações e análise de trilha em populações de feijão-caupi (*vigna unguiculata* (L.) Walp.) para produção de grãos verdes.** 2005. 58f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2005.

SOUZA, T. V. **Aspectos estatísticos da análise de trilha (path analysis) aplicada em experimentos agrícolas.** 2013. 82f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2013.

SRINIVAS, J.; KALE, V. S.; NAGRE, P. K. Correlation and Path Analysis Study in Cowpea [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] Genotypes. **International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences**, Tamilnadu (India), v. 6, n. 6. p. 3305-3313, jun. 2017.

TEIXEIRA, I. R.; SILVA, R. P.; SILVA, A. G.; FREITAS, R. S. Competição entre feijoeiros e plantas daninhas em função do tipo de crescimento dos cultivares. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 27, n. 2, p. 235-240, abr./jun. 2009.

TOEBE, M.; CARGNELUTTI FILHO, A. Multicollinearity in path analysis of maize (*Zea mays* L). **Journal of Cereal Science**, Amsterdam, v. 57, n. 3, p. 453-462, maio 2013.

VASCONCELOS, M. C. C.; SILVA, A. F. A.; LIMA, R. S. Interferência de plantas daninhas sobre plantas cultivadas. **Agropecuária Científica no Semiárido**, Campina Grande, v. 8, n. 1, p. 01-06, jan./mar. 2012.

WANG, G.; Mc'GIFFEN JUNIOR, M. E.; EHLERS, J. D.; MARCHI, E. C. S. Competitive ability of cowpea genotypes with different growth habit. **Weed Science**, Cambridge, v. 54, n. 4, p. 775–782, aug. 2006.

WANG, G.; Mc'GIFFEN JUNIOR, M. E.; LINDQUIST, J. L.; EHLERS, J. D.; SARTORATO, I. Simulation study of the competitive ability of erect, semi-erect, and prostrate cowpea (*Vigna unguiculata*) genotypes. **Weed Research**, Oxford, v. 47, n. 2, p. 129–139, apr. 2007.

ZANINI, A. M.; SANTOS, E. M. Competição entre espécies de plantas – uma revisão. **Revista da FZVA**, Uruguaiana, v. 11, n. 1, p. 10-30, jan./dez. 2004.

ZEVEN, A. C. Landraces: A review of definitions and classifications. **Euphytica**, Amsterdam, v. 104, n. 2, p. 127-139, oct. 1998.

ZYSTRO, J. P.; LEON, N.; TRACY, W. F. Analysis of traits related to weed competitiveness in sweet corn (*Zea mays* L.). **Sustainability**, Pequim, v. 4, n. 3, p. 543-560, mar. 2012.

APÊNDICE

Tabela 1A – Resumo das análises de variância dos dados de características associadas ao crescimento e de rendimento de grãos de variedades tradicionais de feijão-caupi na “Seleção preliminar para competitividade com plantas daninhas” (experimento-1). Mossoró-RN, 2018.¹

Fontes de variação	Graus de liberdade	Quadrados médios					
		Matéria fresca total de plantas (g)	Matéria seca total de plantas (g)	Número de ramos secundários	Número de folhas	Comprimento de ramo principal (cm)	Rendimento de grãos secos (kg ha ⁻¹)
Blocos	4	3.462,89 **	53,67 **	105,77 **	879,89 **	462,83 **	241.790,67 **
Variedades	47	383,01 ^{ns}	4,43 ^{ns}	12,19 ^{ns}	120,50 ^{ns}	27,77 ^{ns}	295.797,54 **
Resíduo	188	368,71	4,21	9,93	87,58	23,73	51.851,59
Média geral		53,4	6,5	10,6	33,2	27,3	413,09

¹ ^{ns}; *, **: não significativo; significativo a 5%; e significativo a 1%, respectivamente, pelo teste F.

Tabela 2A – Resumo das análises de variância dos dados de rendimentos de vagens verdes e de grãos verdes e de seus componentes de variedades tradicionais de feijão-caupi na “Seleção adicional para competitividade com plantas daninhas” (experimento-2). Mossoró-RN, 2018.¹

Fontes de variação	Graus de liberdade	Quadrados médios				
		Massa de 100 grãos (g)	Número de vagens planta ⁻¹	Número de grãos vagens ⁻¹	Massa de vagens (kg)	Rendimento de grãos verdes (kg ha ⁻¹)
Blocos	4	9,09 ^{ns}	17,80 ^{ns}	0,59 ^{ns}	98.428,11 ^{ns}	159.929,98 ^{ns}
Variedades	11	12,29 **	108,92 **	2,33 **	2.898.681,76 **	875.199,81 *
Resíduo	44	9,93	29,40	0,46	837.028,55	340.055,52
Média geral		35,9	24,7	15,8	3.866	2.474

¹ ^{ns}; *, **: não significativo; significativo a 5%; e significativo a 1%, respectivamente, pelo teste F.

Tabela 3A – Resumo das análises de variância das características de vagens e de grãos verdes de variedades tradicionais de feijão-caupi na “Seleção adicional para competitividade com plantas daninhas” (experimento-2). Mossoró-RN, 2018.¹

Fontes de variação	Graus de liberdade	Quadrados médios					
		Vagens			Grãos		
		Comprimento (cm)	Largura (mm)	Espessura (mm)	Comprimento (mm)	Largura (mm)	Espessura (mm)
Blocos	4	1,71 ^{ns}	0,81 ^{ns}	0,05 ^{ns}	0,32 ^{ns}	0,36 ^{ns}	0,25 ^{ns}
Variedades	11	7,11 **	2,49 **	0,94 **	2,53 **	0,81 **	0,53 *
Resíduo	44	1,03	0,33	0,15	0,61	0,25	0,26
Média geral		20,8	10,2	7,6	11,6	7,4	6,6

¹ ^{ns}; *, **: não significativo; significativo a 5%; e significativo a 1%, respectivamente, pelo teste F.

Tabela 4A – Resumo das análises de variância dos dados de rendimento de grãos secos e de seus componentes de variedades tradicionais de feijão-caupi na “Seleção adicional para competitividade com plantas daninhas” (experimento-2). Mossoró-RN, 2018.¹

Fontes de variação	Graus de liberdade	Quadrados médios			
		Massa de 100 grãos (g)	Número de vagens planta ⁻¹	Número de grãos vagem ⁻¹	Rendimento de grãos (kg ha ⁻¹)
Blocos	4	0,05 ^{ns}	55,00 ^{ns}	2,59 **	147.048,18 ^{ns}
Variedades	11	36,21 **	83,08 ^{ns}	6,78 **	256.836,65 ^{ns}
Resíduo	44	1,20	60,53	0,56	144.743,11
Média geral		19,5	21,7	15,7	1.178

¹ ns; *, **: não significativo; significativo a 5%; e significativo a 1%, respectivamente, pelo teste F.

Tabela 5A – Resumo das análises de variância das características de grãos secos de variedades tradicionais de feijão-caupi na “Seleção adicional para competitividade com plantas daninhas” (experimento-2). Mossoró-RN, 2018.¹

Fontes de variação	Graus de liberdade	Quadrados médios		
		Comprimento de grãos	Largura de grãos	Espessura de grãos
Blocos	4	0,56 ^{ns}	0,10 ^{ns}	0,01 ^{ns}
Variedades	11	3,56 **	1,75 **	0,36 **
Resíduo	44	0,28	0,08	0,04
Média geral		8,63	6,7	5,1

¹ ns; *, **: não significativo; significativo a 5%; e significativo a 1%, respectivamente, pelo teste F.

Tabela 6A – Resumo das análises de variância das características de matérias fresca e seca de variedades tradicionais de feijão-caupi na “Seleção adicional para competitividade com plantas daninhas” (experimento-2). Mossoró-RN, 2018.¹

Fontes de variação	Graus de liberdade	Quadrados médios	
		Matérias da parte aérea de plantas de feijão (g planta ⁻¹)	
		Fresca	Seca
Blocos	4	33.710,55 ^{ns}	1.129,35 ^{ns}
Variedades	11	57.974,62 ^{ns}	1.346,83 ^{ns}
Resíduo	44	42.728,85	1.262,81
Média geral		518,7	86,6

¹ ns; *, **: não significativo; significativo a 5%; e significativo a 1%, respectivamente, pelo teste F.

Tabela 7A – Resumo das análises de variância dos dados de massas fresca e seca da parte aérea de plantas daninhas em cultivo de variedades de feijão-caupi na “Seleção adicional para competitividade com plantas daninhas” (experimento-2). Mossoró-RN, 2018.

Fontes de variação	Graus de liberdade	Quadrados médios	
		Matérias da parte aérea de plantas daninhas (g m ⁻²)	
		Fresca	Seca
Blocos	4	557.714,61 *	4.865,78 ^{ns}
Variedades tradicionais	11	179.979,94 ^{ns}	6.529,28 ^{ns}
Resíduo	44	189.860,37	4.651,71
Média geral		1.121	185,7

¹ ns; *: não significativo; e significativo a 5%, respectivamente, pelo teste F.

Tabela 8A – Resumo das análises de variância dos dados de rendimentos de vagens verdes e de grãos verdes e seus componentes de variedades tradicionais de feijão-caupi na “Seleção divergente para competitividade com plantas daninhas” (experimento-3). Mossoró-RN, 2018.¹

Fontes de variação	Graus de liberdade	Quadrados médios				
		Massa de 100 grãos (g)	Número de vagens planta ⁻¹	Número de grãos vagem ⁻¹	Massa de vagens (kg ha ⁻¹)	Rendimento de grãos (kg ha ⁻¹)
Blocos	4	5,96 ^{ns}	76,34 ^{ns}	0,42 ^{ns}	2.862.727,27 ^{ns}	814.734,29 ^{ns}
Controle (C)	1	21,00 ^{ns}	265,44 ^{ns}	0,02 ^{ns}	4.026.414,15 ^{ns}	2.015.200,27 ^{ns}
Resíduo (a)	4	5,05	48,26	1,07	2.491.195,57	893.390,81
Variedades (V)	5	139,68 ^{**}	578,99 ^{**}	3,41 ^{**}	19.058.906,50 ^{**}	7.943.618,97 ^{**}
C x V	5	6,70 ^{ns}	16,74 ^{ns}	0,34 ^{ns}	363.859,11 ^{ns}	123.238,19 ^{ns}
Resíduo (b)	40	8,09	25,83	0,66	822.190,89	338.708,57
Média geral		39,3	18,2	15,9	3.298	2.045

¹ ^{ns}, *, **: não significativo; significativo a 5%; e significativo a 1%, respectivamente, pelo teste F.

Tabela 9A – Resumo das análises de variância das características de vagens verdes e de grãos verdes de variedades tradicionais de feijão-caupi na “Seleção divergente para competitividade com plantas daninhas” (experimento-3). Mossoró-RN, 2018.¹

Fontes de variação	Graus de liberdade	Quadrados médios					
		Vagens			Grãos		
		Comprimento (cm)	Largura (mm)	Espessura (mm)	Comprimento (mm)	Largura (mm)	Espessura (mm)
Blocos	4	4,87 ^{ns}	0,21 ^{ns}	0,27 ^{ns}	0,19 ^{ns}	0,48 ^{ns}	0,27 ^{ns}
Controle (C)	1	11,79 [*]	4,59 [*]	0,77 ^{ns}	3,08 ^{ns}	0,05 ^{ns}	0,47 ^{ns}
Resíduo (a)	4	0,89	0,30	0,15	1,60	0,29	0,77
Variedades (V)	5	8,36 [*]	9,96 ^{**}	2,53 ^{**}	1,40 ^{ns}	2,26 ^{**}	1,93 ^{**}
C x V	5	3,16 ^{ns}	0,19 ^{ns}	0,15 ^{ns}	0,37 ^{ns}	0,24 ^{ns}	0,40 ^{ns}
Resíduo (b)	40	2,83	0,41	0,29	0,61	0,24	0,23
Média geral		20,9	11,1	8,0	11,8	8,0	6,9

¹ ^{ns}, *, **: não significativo; e significativo a 1%, respectivamente, pelo teste F.

Tabela 10A – Resumo das análises de variância dos dados de rendimento de grãos secos e seus componentes de variedades tradicionais de feijão-caupi na “Seleção divergente para competitividade com plantas daninhas” (experimento-3). Mossoró-RN, 2018.¹

Fontes de variação	Graus de liberdade	Quadrados médios			
		Massa de 100 grãos (g)	Número de vagens planta ⁻¹	Número de grãos vagem ⁻¹	Rendimento de grãos (kg ha ⁻¹)
Blocos	4	5,26 ^{ns}	39,93 ^{ns}	0,7960 ^{ns}	143.723,00 ^{ns}
Controle (C)	1	1,63 ^{ns}	246,04 [*]	0,0002 ^{ns}	765.236,27 ^{ns}
Resíduo (a)	4	1,60	18,73	0,3677	109.491,60
Variedades (V)	5	33,53 ^{**}	489,20 ^{**}	1,8126 ^{**}	1.734.803,68 ^{**}
C x V	5	1,65 ^{ns}	25,60 ^{ns}	0,6646 ^{ns}	118.382,27 ^{ns}
Resíduo (b)	40	3,22	26,96	0,5067	117.117,69
Média geral		20,9	15,2	16,2	953

¹ ^{ns}, *, **: não significativo; significativo a 5%; e significativo a 1%, respectivamente, pelo teste F.

Tabela 11A – Resumo das análises de variância das características de grãos secos de variedades tradicionais de feijão-caupi na “Seleção divergente para competitividade com plantas daninhas” (experimento-3). Mossoró-RN, 2018.¹

Fontes de variação	Graus de liberdade	Quadrados médios		
		Comprimento de grãos	Largura de grãos	Espessura de grãos
Blocos	4	0,077 ^{ns}	0,07 ^{ns}	0,11 ^{ns}
Controle (C)	1	0,004 ^{ns}	0,07 ^{ns}	0,07 ^{ns}
Resíduo (a)	4	0,116	0,15	0,07
Variedades (V)	5	2,238 ^{**}	1,66 ^{**}	0,75 ^{**}
C x V	5	0,253 ^{ns}	0,30 ^{**}	0,15 ^{ns}
Resíduo (b)	40	0,275	0,08	0,08
Média geral		8,3	7,0	5,3

¹ ^{ns}, *, **: não significativo; e significativo a 1%, respectivamente, pelo teste F.

Tabela 12A – Resumo das análises de variância do desdobramento dos graus de liberdade da análise dos dados de largura de grãos secos de variedades tradicionais de feijão-caupi na “Seleção divergente para competitividade com plantas daninhas” (experimento-3). Mossoró-RN, 2018.¹

Fontes de variação	Graus de liberdade	Quadrados médios
		Largura de grãos (mm)
<i>Controle de plantas daninhas em variedades tradicionais de feijão-caupi</i>		
Controle de plantas daninhas em Umarizal	1	0,10 ^{ns}
Controle de plantas daninhas em Itaú	1	0,49 ^{ns}
Controle de plantas daninhas em Upanema	1	0,12 ^{ns}
Controle de plantas daninhas em Santa Cruz	1	0,40 [*]
Controle de plantas daninhas em São Miguel	1	0,90 ^{**}
Controle de plantas daninhas em Mossoró	1	0,01 ^{ns}
Resíduo médio	31	0,09
<i>Variedades tradicionais de feijão-caupi em controle de plantas daninhas</i>		
Variedades em uma capina	5	0,59 ^{**}
Variedades em duas capinas	5	1,37 ^{**}
Resíduo (b)	40	0,08

¹ ^{ns}, *, **: não significativo; significativo a 5%; e significativo a 1%, respectivamente, pelo teste F.

Tabela 13A – Resumo das análises de variância das características de matérias fresca e seca de variedades tradicionais de feijão-caupi na “Seleção divergente para competitividade com plantas daninhas” (experimento-3). Mossoró-RN, 2018.¹

Fontes de variação	Graus de liberdade	Quadrados médios	
		Matérias da parte aérea de plantas de feijão (g planta ⁻¹)	
		Fresca	Seca
Blocos	4	227.729,1 ^{ns}	4.574,7 ^{ns}
Controle (C)	1	527.512,5 ^{ns}	15.778,8 [*]
Resíduo (a)	4	79.352,1	2.014,2
Variedades (V)	5	86.996,6 ^{ns}	2.449,4 ^{ns}
C x V	5	115.936,1 ^{ns}	2.683,3 ^{ns}
Resíduo (b)	40	86.780,6	2.290,4
Média geral		664,1	103,1

¹ ^{ns}, *, **: não significativo; e significativo a 1%, respectivamente, pelo teste F.

Tabela 14A – Resumo das análises de variância dos dados das massas fresca e seca da parte aérea de plantas daninhas em cultivo de variedades de feijão-caupi na “Seleção divergente para competitividade com plantas daninhas” (experimento-3). Mossoró-RN, 2018.¹

Fontes de variação	Graus de liberdade	Quadrados médios	
		Matérias da parte aérea de plantas daninhas (g m ⁻²)	
		Fresca	Seca
Blocos	4	304.304,11 ^{ns}	6.877,98 ^{ns}
Controle de plantas daninhas (C)	1	1.660.006,67 ^{ns}	67.335,00 *
Resíduo (a)	4	397.069,63	7.940,54
Variedades (V)	5	1.912.032,03 **	49.498,27 **
C x V	5	408.509,11 **	14.824,24 **
Resíduo (b)	40	115.841,82	2.507,73
Média geral		729	122

¹ ns; *, **: não significativo; significativo a 5%; e significativo a 1%, respectivamente, pelo teste F.

Tabela 15A – Resumo das análises de variância do desdobramento dos graus de liberdade da análise dos dados das massas fresca e seca da parte aérea de plantas daninhas em cultivo de variedades de feijão-caupi na “Seleção divergente para competitividade com plantas daninhas” (experimento-3). Mossoró-RN, 2018.¹

Fontes de variação	Graus de liberdade	Quadrados médios	
		Matérias da parte aérea de plantas daninhas (g m ⁻²)	
		Fresca	Seca
<i>Controle de plantas daninhas em variedades tradicionais de feijão-caupi</i>			
Controle de plantas daninhas em Umarizal	1	297.562,50 ^{ns}	15.210,00 *
Controle de plantas daninhas em Itaú	1	2.868.673,60 **	104.244,10 **
Controle de plantas daninhas em Upanema	1	171.610,00 ^{ns}	6.553,60 ^{ns}
Controle de plantas daninhas em Santa Cruz	1	49.843,60 ^{ns}	1.960,00 ^{ns}
Controle de plantas daninhas em São Miguel	1	273.902,50 ^{ns}	11.356,90 ^{ns}
Controle de plantas daninhas em Mossoró	1	40.960,00 ^{ns}	2.131,60 ^{ns}
Resíduo médio ²	-	162.713,12	3.413,20
<i>Variedades tradicionais de feijão-caupi em controle de plantas daninhas</i>			
Variedades em uma capina	5	1.867.376,43 **	9.404,29 **
Variedades em duas capinas	5	453.164,70 **	54.918,21 **
Resíduo (b)	40	115.841,82	2.507,73

¹ ns; *, **: não significativo; significativo a 5%; e significativo a 1%, respectivamente, pelo teste F.

¹ ns; *, **: não significativo; significativo a 5%; e significativo a 1%, respectivamente, pelo teste F.

² Os números dos graus de liberdade do resíduo médio matérias fresca e seca de plantas daninhas foram 20 e 21, respectivamente.

Tabela 16A – Coeficientes de determinação, valores de k, números de condições, efeitos residuais e determinantes da matriz X'X nas estimativas dos efeitos diretos e indiretos sobre a massa total de vagens, o rendimento de grãos verdes e o rendimento de grãos secos (caracteres principais), e os principais componentes do rendimento (caracteres independentes explicativos) da “Seleção adicional para competitividade com plantas daninhas”. Mossoró-RN, 2018.

Massa total de vagens	
Coeficiente de determinação	0,874
Valor de k usado na análise	0,115
Número de condição	38,128
Efeito residual	0,355
Determinante da matriz X'X	$4,18 \times 10^{-3}$
Rendimento de grãos verdes	
Coeficiente de determinação	0,849
Valor de k usado na análise	0,108
Número de condição	40,25
Efeito residual	0,389
Determinante da matriz X'X	$3,41 \times 10^{-3}$
Rendimento de grãos secos	
Coeficiente de determinação	0,914
Valor de k usado na análise	$5,64 \times 10^{-2}$
Número de condição	55,696
Efeito residual	0,292
Determinante da matriz X'X	$5,58 \times 10^{-3}$

Tabela 17A - Coeficientes de determinação, valores de k, números de condições, efeitos residuais e determinantes da matriz X'X nas estimativas dos efeitos diretos e indiretos sobre a massa total de vagens, o rendimento de grãos verdes e o rendimento de grãos secos (caracteres principais), e os principais componentes do rendimento (caracteres independentes explicativos) da “Seleção divergente para competitividade com plantas daninhas”. Mossoró-RN, 2018.

Massa total de vagens	
Coeficiente de determinação	0,936
Valor de k usado na análise	$5,45 \times 10^{-2}$
Número de condição	113,111
Efeito residual	0,253
Determinante da matriz X'X	$1,30 \times 10^{-6}$
Rendimento de grãos verdes	
Coeficiente de determinação	0,962
Valor de k usado na análise	$5,26 \times 10^{-2}$
Número de condição	117,42
Efeito residual	0,194
Determinante da matriz X'X	$1,09 \times 10^{-6}$
Rendimento de grãos secos	
Coeficiente de determinação	0,962
Valor de k usado na análise	$5,26 \times 10^{-2}$
Número de condição	74,88
Efeito residual	0,193
Determinante da matriz X'X	$6,23 \times 10^{-4}$