

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA
MESTRADO EM MELHORAMENTO GENÉTICO DE PLANTAS

ELIELMA JOSEFA DE MOURA

HIBRIDAÇÃO ARTIFICIAL E DESEMPENHO AGRONÔMICO DE
GUANDU FORRAGEIRO NAS CONDIÇÕES EDAFOCLIMÁTICAS DO CARIRI -
PB

RECIFE – PE

2022

MOURA, E. J. (2022) Hibridação artificial e desempenho agronômico de guandu forrageiro nas condições edafoclimáticas do Cariri- PB

ELIELMA JOSEFA DE MOURA

**HIBRIDAÇÃO ARTIFICIAL E DESEMPENHO AGRONÔMICO DE
GUANDU FORRAGEIRO NAS CONDIÇÕES EDAFOCLIMÁTICAS DO CARIRI -
PB**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Melhoramento Genético de Plantas (PPGAMGP) da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Melhoramento Genético de Plantas

COMITÊ DE ORIENTAÇÃO:

Professor Doutor Antônio Francisco de Mendonça Júnior – Orientador – UFRPE

Professor Doutor Ranoel José de Sousa Gonçalves – Coorientador – UFCG

RECIFE – PE

2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Sistema Integrado de Bibliotecas
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- M929h Moura, Elielma Josefa de
Hibridação artificial e desempenho agrônômico de guandu forrageiro nas condições edafoclimáticas do Cariri-PB / Elielma Josefa de Moura. - 2022.
56 f.
- Orientador: Antonio Francisco de Mendonca Junior.
Coorientador: Ranoel Jose de Sousa Goncalves.
Inclui referências.
- Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Melhoramento Genético de Plantas, Recife, 2022.
1. Cajanus cajan (L) Millsp. 2. Fabaceae. 3. hibridação artificial. 4. melhoramento de plantas. I. Junior, Antonio Francisco de Mendonca, orient. II. Goncalves, Ranoel Jose de Sousa, coorient. III. Título

CDD 581.15

MOURA, E. J. (2022) Hibridação artificial e desempenho agronômico de guandu forrageiro nas condições edafoclimáticas do Cariri- PB

**HIBRIDAÇÃO ARTIFICIAL E DESEMPENHO AGRONÔMICO DE
GUANDU FORRAGEIRO NAS CONDIÇÕES EDAFOCLIMÁTICAS DO CARIRI -
PB**

ELIELMA JOSEFA DE MOURA

Data de aprovação: 29 de Agosto de 2022

Orientador: Antônio Francisco de Mendonça Júnior - UFRPE

Coorientador: Ranoel José de Sousa Gonçalves - UFCG

Avaliador Interno: Álvaro Carlos Gonçalves Neto - UFRPE

Avaliador Externo: Márcio Lisboa Guedes - RIDESA - UFG

RECIFE – PE

2022

AGRADECIMENTOS

Gratidão a Deus por me dar saúde física, mental, e disposição para concluir mais esta etapa.

Agradecimentos ao meu orientador, Professor Antônio, e meu coorientador, Professor Ranoel, pela ajuda e atenção de sempre.

Amigos (as) da pós, que em algum momento nossos caminhos se cruzaram, Silmare (que muito me ajudou e sem ela eu não teria conseguido, vou levá-la no coração para toda vida), Pâmella, Élidy e Esdras, e demais pessoas que cursaram disciplinas junto comigo.

Minhas amigas da graduação, Kaline, Carol e Mary Jane, que sempre estivemos ajudando umas às outras nas lutas, e incentivando a não desistir.

Minhas amigas Nayara e Lenita, que também estão concluindo seus mestrados e que sempre compartilhamos as angústias da vida.

Ao meu querido Professor Erick Viana e Professora Kilma Viana, por tantos ensinamentos durante o período da graduação, cresci e aprendi muito com eles.

Gratidão também a minha mãe e irmãs.

Agradeço a todos que estiveram direta e indiretamente envolvidos na realização dos experimentos e coletas dos dados que fazem parte deste trabalho.

LISTA DE TABELAS

Capítulo II

Potencial forrageiro de genótipos de feijão guandu no Cariri Paraibano

Tabela 1: Atributos químicos do solo na profundidade de 0 a 0,20 m da área experimental, no ano de 2021. Fonte: UFCG, Sumé-PB, 2021.

Tabela 2: Resumo da análise de variância para altura de plantas - ALT (m), produtividade de forragem massa fresca - PRODF (kg ha⁻¹), produtividade de forragem massa seca - PRODMS (kg ha⁻¹), produtividade de grãos mais vagens – PRODG+V (kg ha⁻¹) e produtividade de grãos – PRODG (kg ha⁻¹) de genótipos de feijão guandu. Estimativa da média, coeficiente de variação ambiental (C_{Ve}), coeficiente de variação genético (CV_g) e herdabilidade no sentido amplo h_a^2 . Fonte: UFCG, Sumé-PB, 2022.

Tabela 3: Média da altura de plantas - ALT (m), produtividade de forragem massa fresca - PRODF (kg ha⁻¹), produtividade de forragem massa seca - PRODMS (kg ha⁻¹), produtividade de grãos mais vagens – PRODG+V (kg ha⁻¹) e produtividade de grãos – PRODG (kg ha⁻¹) de 22 genótipos de feijão guandu. Fonte: UFCG, Sumé-PB, 2022.

Capítulo III

Estudo do melhor período do dia para realização de cruzamento artificial em guandu na região do Cariri Paraibano

Tabela 1: Resumo das análises de variância (ANAVA) no experimento 01 (Exp. 01) e no experimento 01 (Exp. 02) para peso de vagem - PV (g), número de grãos por vagem (NGV) e peso de 5 grãos – P5G (g). Fonte: UFCG, Sumé-PB, 2020.

Tabela 2: Médias de peso de vagem – PV (g), número de grãos por vagem – NGV e peso de 5 grãos – P5G (g) de 14 tratamentos avaliados. Fonte: UFCG, Sumé-PB, 2020.

Tabela 3: Resumo de dados climatológicos obtidos durante a realização do experimento. Dados coletados no início e final dos horários/períodos de realização dos cruzamentos artificiais envolvendo os acessos de guandu G-MO/03-J18 e 82FG09. Fonte: UFCG, Sumé-PB, 2020.

Sumário

RESUMO	vii
ABSTRACT.....	viii
CAPÍTULO I	ix
1. INTRODUÇÃO	1
2. REFERENCIAL TEÓRICO	3
2.1 Feijão guandu (<i>Cajanus cajan</i> (L.) Millsp.)	3
2.2 Origem e aspectos botânicos.....	3
2.3 Importância econômica.....	6
2.4 Potencial forrageiro do feijão guandu.....	7
3. Melhoramento do feijão guandu	8
3.1 Hibridação artificial.....	10
4. REFERÊNCIAS.....	13
CAPÍTULO II	17
RESUMO.....	17
ABSTRACT.....	18
1. INTRODUÇÃO.....	19
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	20
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	23
4. CONCLUSÕES.....	29
5. REFERÊNCIAS.....	30
CAPÍTULO III.....	32
RESUMO.....	32
ABSTRACT.....	33
1. INTRODUÇÃO.....	34
2. MATERIAL E MÉTODOS	35
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	39
4. CONCLUSÕES.....	44
5. REFERÊNCIAS	45

Hibridação artificial e desempenho agrônômico de guandu forrageiro nas condições edafoclimáticas do Cariri - PB

Resumo:

O presente trabalho teve como objetivos, verificar se há variabilidade genética em coleção de feijão guandu para caracteres de importância na produção de forragem, bem como estimar parâmetros genéticos; determinar se há um melhor horário/período do dia para realização de cruzamentos artificiais no feijão guandu para fins forrageiro, bem como verificar a existência de efeito de fatores ambientais como temperatura (°C) e umidade relativa do ar (%) sobre a eficiência da fertilização. Os trabalhos foram realizados em campo e casa de vegetação, pertencentes ao Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido, da Universidade Federal de Campina Grande em Sumé-PB. Para a avaliação do potencial forrageiro de genótipos de feijão guandu foram avaliados 22 genótipos pertencentes a Embrapa Caprinos e Ovinos, Sobral/CE, sendo eles: FLVMH, FLCRM, FGCVIF, FGEXP, 99FG41, 98FG38, 97FG36, 96FG34, 94FG30, 93FG18, 92FG27, 91FG21, 82FG09, 66FG103, 65FG102, 28FG25, 18FG19, 102FG52, 101FG50, 100FG42, 07FG08 e a cultivar comercial BRS Mandarin. Os caracteres avaliados para expressar o potencial forrageiro dos genótipos foram: altura de plantas (ALT) (m); estimativas para a produtividade de forragem massa fresca (PRODF) (kg ha⁻¹); produtividade de forragem massa seca (PRODMS) (kg ha⁻¹); produtividades de grãos mais vagens (PRODG+V) (kg ha⁻¹) e para produtividades de grãos – PRODG (kg ha⁻¹). Há grande variabilidade genética entre os genótipos de feijão guandu na coleção avaliada para todos os caracteres estudados. Os coeficientes de variação genética (CVg) e as herdabilidade no sentido amplo (h_a^2) indicam uma situação favorável para seleção de genótipos em todos os caracteres analisados. Os genótipos 18FG19, 94FG30 e o BRS Mandarin apresentaram os melhores desempenhos fenotípicos entre os caracteres avaliados, combinando baixa altura de plantas com produtividades altas para os demais caracteres. Na determinação do melhor período para realização de cruzamento artificial em guandu na região do Cariri Paraibano, para realização dos cruzamentos artificiais foram utilizados o acesso G-MO/03-18J, pertencente ao banco de germoplasma do Programa de Melhoramento de Guandu do CDSA/UFCG e o acesso 82FG09, pertencente a Embrapa Caprinos e Ovinos, Sobral/CE. Num total de 14 tratamentos foram submetidos à análise de variância, onde quatro são referentes aos horários/períodos do dia de realização de cruzamentos artificiais e dez testemunhas. Não há evidências de que se tenha um melhor horário/turno do dia para realização de cruzamentos artificiais no programa de melhoramento de guandu para fins forrageiro. Efeitos de fatores ambientais, como temperatura e umidade relativa do ar não provocaram diferenças de fertilização resultantes de cruzamentos artificiais realizados nos horários de 7:00h às 8:00h, das 9:00h às 10:00h, das 16:00h às 17:00h e das 18:00h às 19:00 horas, para os caracteres Peso de vagens (g), Número de grãos por vagem e para Peso de 5 grãos.

Palavras-chave: *Cajanus cajan* (L) Millsp; Fabaceae; hibridação artificial; melhoramento de plantas.

Artificial hybridation and agronomic performace of forage pigeon pea under edaphoclimatic conditions of Cariri-PB

Abstract:

The present work had as objectives, to verify if there is genetic variability in a collection of pigeonpea for traits of importance in forage production, as well as to estimate genetic parameters; to determine if there is a better time/period of the day to carry out artificial crossings in pigeonpea for forage purposes, as well as to verify the existence of the effect of environmental factors such as temperature (°C) and relative humidity (%) on the efficiency of the fertilization. The work was carried out in the field and in a greenhouse, belonging to the Center for Sustainable Development of the Semi-Arid, at the Federal University of Campina Grande in Sumé-PB. For the evaluation of the forage potential of pigeonpea genotypes, 22 genotypes belonging to Embrapa Caprinos e Ovinos, Sobral/CE, were evaluated: FLVMH, FLCRM, FGCVIF, FGEXP, 99FG41, 98FG38, 97FG36, 96FG34, 94FG30, 93FG18, 92FG27 , 91FG21, 82FG09, 66FG103, 65FG102, 28FG25, 18FG19, 102FG52, 101FG50, 100FG42, 07FG08 and the commercial cultivar BRS Mandarin. The characters evaluated to express the forage potential of the genotypes were: plant height (ALT) (m); estimates for fresh mass forage productivity (PRODF) (kg ha⁻¹); dry mass forage productivity (PRODMS) (kg ha⁻¹); yields of grains plus pods (PRODG+V) (kg ha⁻¹) and for grain yields – PRODG (kg ha⁻¹). There is great genetic variability among the pigeonpea genotypes in the evaluated collection for all studied characters. The coefficients of genetic variation (CVg) and heritability in the broad sense (h²) indicate a favorable situation for selection of genotypes in all traits analyzed. Genotypes 18FG19, 94FG30 and BRS Mandarin showed the best phenotypic performances among the evaluated characters, combining low plant height with high productivity for the other characters. In determining the best period to carry out an artificial crossing in pigeon pea in the region of Cariri Paraibano, accession G-MO/03-18J, belonging to the germplasm bank of the Pigeon Pigeon Improvement Program of the CDSA/UFCG, was used to carry out the artificial crossings and accession 82FG09, belonging to Embrapa Caprinos e Ovinos, Sobral/CE. A total of 14 treatments were submitted to analysis of variance, where four are related to the times/periods of the day when artificial crossings were carried out and ten controls. There is no evidence that there is a better time/day shift to carry out artificial crossings in the pigeon pea breeding program for forage purposes. Effects of environmental factors, such as temperature and relative humidity, did not cause differences in fertilization resulting from artificial crossings carried out from 7:00 am to 8:00 am, from 9:00 am to 10:00 am, from 4:00 pm to 5:00 pm and from 6:00 pm to 7:00 pm, for the characters Weight of pods (g), Number of grains per pod and Weight of 5 grains.

Keywords: *Cajanus cajan* (L) Millsp; Fabaceae; artificial hybridization; plant improvement.

CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO GERAL

1. Introdução

O aumento no interesse por leguminosas no Brasil a partir da última década teve um crescimento expressivo, no qual o feijão guandu se destaca e vem sendo utilizado com diversos objetivos, a exemplo da alimentação animal, alimentação humana, sistemas de recuperação de solos e/ou pastagens degradados, adubos verdes, entre outras utilidades (Souza *et al*, 2007).

Para a consolidação de uma alternativa durável e viável economicamente para suporte alimentar a caprinocultura leiteira na região da Paraíba, é preciso viabilizar a continuidade de programas de melhoramento, que permitam a seleção de genótipos de guandu que sejam adaptados para usos diversos em consórcio com culturas anuais que favoreçam, a produção de silagem na região semiárida.

Uma forma de potencializar a variabilidade genética no melhoramento de qualquer espécie vegetal tem sido através da recombinação de genótipos distintos, pelo emprego de cruzamentos artificiais.

É possível inferir, que há escassez de informações sobre eficiência das polinizações artificiais no feijão guandu, bem como, a influência de fatores ambientais na fertilização oriunda de cruzamentos artificiais na região do Cariri Paraibano. Portanto, seria necessária informação sobre o horário/período do dia de se realizar os cruzamentos artificiais em relação ao momento da emasculação, pois poderia orientar os melhoristas sobre as estratégias para aumentar a eficiência nos cruzamentos artificiais.

A obtenção desse conhecimento é importante para a continuidade dos programas de melhoramento genético de feijão guandu para fins forrageiro na região do Cariri Paraibano, além de possibilitar aos melhoristas dessa espécie para qualquer que for a finalidade, maior eficiência nas etapas de hibridação artificial, conforme já enfatizado.

O presente trabalho foi realizado com os seguintes objetivos: (a) verificar se há variabilidade genética em coleção de feijão guandu para caracteres de importância na produção de forragem, bem como estimar parâmetros genéticos, além identificar genótipos com potencial uso forrageiro nas condições edafoclimáticas da região citada, de modo a orientar as etapas posteriores do programa de melhoramento e (b) determinar se há um melhor horário/período do dia para a realização de cruzamentos artificiais no guandu para fins forrageiro,

MOURA, E. J. (2022) Hibridação artificial e desempenho agrônomo de guandu forrageiro nas condições edafoclimáticas do Cariri- PB

bem como verificar a existência de efeito de fatores ambientais como temperatura (°C) e umidade relativa do ar (%) sobre a eficiência da fertilização resultante de cruzamentos artificiais realizados no programa de melhoramento de guandu para fins forrageiro na região em destaque.

2. Referencial teórico

2.1 Feijão guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.)

Podendo ser conhecido por “andu”, “guandu” ou “quando”, possui importância na agricultura, sendo utilizado para melhoria de solos degradados, devido a capacidade que possui de fixar biologicamente nitrogênio, utilização na alimentação humana e animal, e fornece renda extra para pequenos produtores rurais que comercializam as sementes em feiras. Com uma distribuição cosmopolita, está bem representado em diversas regiões, desde os trópicos até áreas mais frias e temperadas do mundo (Luz, 2015).

2.2 Origem e aspectos botânicos

A origem ainda é motivo de controvérsia, divergindo entre o Continente Africano e a Índia, tendo maior probabilidade de seu centro de origem e de diversidade genética ser na Índia. Foi introduzido no Brasil, provavelmente, pela rota dos escravos, nos navios negreiros procedentes das viagens vindas da África, e tornou-se largamente distribuído e semi-naturalizado nas regiões tropicais do mundo (Carellos, 2013).

Possui elevada importância para diversos países dos trópicos e subtropicais, principalmente os asiáticos e africanos. Apresenta uma história como cultura de subsistência em quintais domésticos e pequenas áreas rurais, incrementando a renda de agricultores familiares em regiões semiáridas de diversas partes do Brasil e do mundo (Araújo, Moreira e Guedes, 2019).

Em primeiro momento, os genótipos foram agrupados grosseiramente em duas divisões principais: *Cajanus cajan* var. *bicolor* DC, que apresentam características como porte alto, plantas perenes e tardias na produção de sementes, flores vermelhas ou com estrias púrpuras e vagens com quatro a cinco sementes. E *Cajanus cajan* var. *flavus* DC, que inclui plantas de porte baixo, produção precoce de sementes, flores de cor amarela, vagens de cor verde com duas sementes. Existem, no entanto, outras variedades espalhadas pelo mundo que fogem às características destes dois grupos.

A Índia possui uma coleção que inclui cerca de 5.000 acessos, diferindo das características das duas variedades principais (Morton *et al*, 1982). Podem

MOURA, E. J. (2022) Hibridação artificial e desempenho agrônômico de guandu forrageiro nas condições edafoclimáticas do Cariri- PB

variar em relação à altura, potencial produtivo de fitomassa e grãos, e características das vagens e sementes. Há cultivares cujas plantas podem alcançar 4 metros de altura quando mantidas sob condições de livre crescimento, adquirindo forma de pequena árvore, e há também várias outras cultivares cujas plantas não ultrapassam 1 metro de altura (Souza *et al*, 2007).

A família Leguminosae, também conhecida como família Fabaceae, possui grande importância econômica, e apresenta potencial de múltiplos usos dentro da agricultura. É a terceira maior entre as Angiospermas, atrás da família Poaceae. Além da importância na alimentação humana, outros produtos, subprodutos e substâncias são extraídos dessa família. É uma leguminosa autógama diplóide ($2n=2x=22$) (Borborema *et al*, 2020), as plantas podem apresentar ciclo anual ou perene, de crescimento determinado ou indeterminado, que se adaptam a diversas condições de clima e solo, desenvolvendo-se bem nas condições climáticas brasileiras, apresentando caule lenhoso e raiz pivotante (Carellos, 2013).

Suas sementes de maneira geral têm formato aproximadamente redondo, com 4 a 8 mm de diâmetro. A coloração varia bastante, que vai da cor verde ou púrpura quando imaturas, e brancas, amarelas, castanhas, pretas e claras salpicadas de marrom ou púrpura, quando maduras. Apresentam cerca de 21% de proteína, sendo rica nos aminoácidos lisina, leucina e histidina (Passos, 2012). A profundidade da sementeira é importante, pois quando é realizada de forma correta, proporciona a emergência das plantas de maneira uniforme e vigorosa.

Possui folhas trifoliadas, com folíolos lanceolados ou elípticos, com 4 a 10 cm de comprimento; as flores aparecem em racemos terminais com 1,5 a 1,8 cm de comprimento, de cor amarela ou amarelo alaranjado, podendo apresentar estandartes salpicados ou totalmente púrpura ou avermelhadas (Carellos, 2013). A estrutura floral peculiar do guandu favorece tanto a autopolinização como a polinização cruzada no mesmo ramo da planta.

Com relação à altura, plantas de até 70 cm são consideradas plantas baixas, entre 70 cm e 150 cm podem ser consideradas de altura mediana, e acima de 150 cm são consideradas plantas altas. O sistema radicular se caracteriza como pivotante, cerca de 90% das raízes concentram-se nos primeiros trinta centímetros de solo e a raiz principal pode alcançar até 3 metros de profundidade. Possui raízes finas secundárias, que podem atingir até 30 cm de

MOURA, E. J. (2022) Hibridação artificial e desempenho agrônômico de guandu forrageiro nas condições edafoclimáticas do Cariri- PB

profundidade, apresentam nódulos que contêm bactérias do gênero *Rhizobium*, que contribuem para formação de aminoácidos e proteínas nas plantas.

A faixa de temperatura para seu melhor desenvolvimento varia de 18 a 35 °C, não estando adaptada a condições de frio, geadas e encharcamento de solo. Apresenta resistência a solos de baixa fertilidade, com faixa de pH de 4,5 a 8,4, além de algumas variedades serem tolerantes à salinidade (Passos, 2012). O sistema radicular é vigoroso e bem desenvolvido em profundidade, conferindo-lhe resistência a regiões com períodos de longas estiagens (Bertolin *et al*, 2008).

O pleno florescimento das plantas, em cultivares precoces, ocorre de 100 a 150 dias, após o plantio, de 150 a 180 dias nas cultivares de ciclo mediano e mais de 180 dias no caso das cultivares de ciclo tardio. A relação de número de dias entre emergência e florescimento é uma característica correlacionada em cultivares de guandu que são sensíveis ao fotoperíodo (Souza *et al*, 2007).

Mesmo sendo uma espécie rústica e resistente a solos de baixa fertilidade, alguns fatores podem interferir no crescimento e desenvolvimento das plantas, como clima, solo, incidência de pragas e doenças. A carência de nutrientes pode comprometer o desenvolvimento vegetativo e reprodutivo, (Lima Filho, 2020), mas não é um fator limitante.

Durante o florescimento, 150 e 210 dias após a semeadura, pode ser realizado um corte, seguido ou não da incorporação de massa verde ao solo, onde a fitomassa produzida poderá ser removida para emprego em outro local como cobertura morta. É uma cultura que apresenta rebrota vigorosa permitindo novos cortes desde que haja suficiente acúmulo de massa na parte aérea.

Souza *et al* (2007), afirmaram que o fotoperíodo pode influenciar na maioria das cultivares de guandu, quanto sua floração, sendo entre 11h a 11h30min de luz do dia. Isso limita sua disseminação a regiões com latitudes que permitam a variação de horas-luz durante o ano que atendam a esses requisitos da cultura. Cultivares sensíveis de guandu ao fotoperíodo neutro permanecem vegetativas, não produzindo grãos nessas condições (Dantas *et al*, 2021).

A colheita de sementes pode ser realizada de forma manual e parcelada, quando as plantas ainda estão verdes ou secas. A produtividade pode variar de 5 a 18 t ha⁻¹ de massa seca, em cortes de plantas a uma altura superior a 50 cm da superfície do solo e 1,2 a 1,8 t ha⁻¹ de sementes (Aguiar *et al*, 2014).

MOURA, E. J. (2022) Hibridação artificial e desempenho agrônômico de guandu forrageiro nas condições edafoclimáticas do Cariri- PB

Destaca-se entre as espécies de plantas descompactadoras de solo, apresenta sistema radicular profundo, com capacidade de se desenvolver em solos com tendência em formar crostas na superfície. O sistema radicular profundo e a ramificação tornam capaz de resistir ao estresse hídrico, possibilitando romper camadas adensadas do solo, denominada “pé de arado”. Seu bom potencial na absorção de água e possibilidade de reciclagem de nutrientes das camadas mais profundas faz com que seja bastante utilizado com essa finalidade (Farias *et al*, 2013).

2.3 Importância econômica

Nos últimos anos tem-se observado o crescente interesse pelo uso de adubos verdes, entre eles, a utilização de leguminosas. O feijão guandu se destaca positivamente, pois além de adubo verde, pode ser utilizado na alimentação humana, de ruminantes, pastagens solteiras ou consorciadas, feno e componente de mistura de silagem, além de sua utilização em sistemas de recuperação de solos e/ou pastagens degradadas (Borborema *et al*, 2020). Em áreas de regiões semiáridas, essas plantas são usadas como cobertura morta, com a finalidade de reter uma maior umidade em áreas com baixa precipitação.

Pulses são culturas que pertencem à família Fabaceae, e se caracterizam como importantes fontes de proteínas para alimentação (sementes secas comestíveis) em vários países em desenvolvimento. O guandu é considerado uma pulse, no mercado asiático se destaca pelo alto consumo e seu potencial para exportação de grãos (Guedes *et al*, 2017).

Em relação à composição química do feijão guandu, apresenta elevado teor de proteínas, semelhante ao teor de outras leguminosas. Com relação a aminoácidos se assemelha ao feijão comum, com teores expressivos de cálcio, ferro, magnésio e fósforo. Em regiões do Nordeste do Brasil, é uma ótima alternativa ao consumo de feijão comum e caupi, devido seus níveis de proteína e saciedade dos grãos, tendo um aumento de plantio e produção em quintas e demais áreas agrícolas de agricultores familiares (Borborema *et al*, 2020).

Benevides *et al* (2019), trabalharam com produção de farinha de feijão guandu germinado, e concluíram que essa farinha possui boas características para a produção de alimentos, pode ser utilizada em formulações na indústria de

MOURA, E. J. (2022) Hibridação artificial e desempenho agrônômico de guandu forrageiro nas condições edafoclimáticas do Cariri- PB

panificação, e agregar valores nutricionais comparada a farinha de trigo e outras farinhas refinadas.

No Nordeste Brasileiro é mais utilizado na alimentação humana, embora o seu uso na alimentação animal esteja crescendo; no Sudeste, e em menor extensão na região Sul, seu uso é crescente na recuperação de áreas degradadas. No Centro-oeste o uso é principalmente na alimentação animal. A produtividade da forragem é elevada, servindo de suplementação para o gado, também possui farinha de excelente qualidade para a suplementação de suínos e aves (Guimarães *et al*, 2017).

Em várias regiões do mundo devido sua alta taxa de proteína nas sementes e parte área, e resistência a climas secos, vem sendo explorada com alto potencial de uso. Caracteriza-se como um componente integral da agricultura de subsistência na Índia e parte da África e da América do Sul (Moura Neto, 2020). Em áreas de pastagem a introdução dessa leguminosa promove incrementos na produção animal, pela qualidade e quantidade da forragem, tanto pela participação da leguminosa na dieta animal, quanto pelos efeitos indiretos relacionados com a fixação biológica de nitrogênio e seu repasse ao ecossistema da pastagem (Neres *et al*, 2012).

Uma interessante característica apresentada pelo feijão guandu, é de crescer em períodos adversos que limitam o crescimento de outras forrageiras, o que faz dele alternativa para a obtenção de alimentos de boa qualidade e redução de custos com colheita e armazenamento de forragem no período de entressafra. Possui boa capacidade de produzir em regiões com déficit hídrico, tornando-se uma cultura importante para a agricultura de sequeiro.

Um dos objetivos que tem norteado pesquisas agropecuárias na região semiárida, tem sido a capacidade de produzir boa quantidade de forragem sob regiões com regime pluviométrico escasso (Guedes *et al*, 2019). A tolerância a condições adversas, em regiões semiáridas, faz com que na pecuária leiteira se apresenta como cultura de destaque, principalmente em regiões do cerrado e semiárido, como estratégia para aumento da eficiência produtiva desses sistemas, na alimentação de caprinos, ovinos e bovinos (Provazi *et al*, 2007).

2.4 Potencial forrageiro do feijão guandu

MOURA, E. J. (2022) Hibridação artificial e desempenho agrônômico de guandu forrageiro nas condições edafoclimáticas do Cariri- PB

Favoretto *et al* (1995), em estudo com objetivo de avaliar a produção e a qualidade de forragem produzida por 7 cultivares de guandu, obtiveram resultados nos quais as cultivares LGR 30, ICPL 304, Banco de Minas e ICPL 270, foram consideradas as mais promissoras na formação de banco de proteínas para ser utilizadas em período seco devido a produção de forragem aproveitável e teor proteico.

Araújo, Menezes e Santos (2004), em estudo com feijão guandu com potencial forrageiro na Embrapa Semiárido, afirmaram que o guandu taipeiro seria uma boa opção de forrageira anual para cultivo no semiárido brasileiro, aliado a alternativas que pudessem aumentar a eficiência produtiva de rebanhos.

Fernandes *et al* (2007), avaliaram 13 linhagens puras de feijão guandu e a cultivar Fava Larga como testemunha no cerrado do Distrito Federal. O material foi proveniente da Embrapa Pecuária Sudeste e foi avaliado o teor de matéria seca total de folhas, hastes finas, folhas + hastes finas, proteína bruta e teores de proteína bruta. As linhagens mais promissoras para a produção de forragem nas condições do estudo foram g168-99, g29m-94, g3-94.

Amabile, Fernandes e Pimentel (2008), utilizaram 12 materiais, sendo duas testemunhas comerciais, Kaki e Super-N e outros 10 genótipos (G 6, G 27, G 40, G 42, G 46, G 47, G 54, G 57, G 71 e G 120) que vieram de experimentos realizados pela Embrapa Cerrados, com o objetivo de selecionar dentre os genótipos, aqueles que melhor se adaptassem às condições edafoclimáticas da região do cerrado do Distrito Federal para o cultivo de safrinha. Como resultados obtidos, o material que mais se destacou para as características avaliadas foi o genótipo G 27, por ter maior rendimento e boas respostas para o tempo de florescimento, peso de 1.000 sementes e altura de planta.

Guedes *et al* (2019), em estudo com o objetivo de avaliar o desempenho produtivo de grãos, biomassa sob condições de sequeiro do semiárido, e verificar as relações com as variáveis do sistema radicular do guandu em região de fotoperíodo neutro, utilizaram cinco genótipos de guandu, que foram pré-selecionados quanto à insensibilidade ao fotoperíodo (18FG-19; 82FG-09; 96FG-34; 97FG-36; 102FG52) e mais duas cultivares como testemunha (IAC Fava Larga e BRS Mandarin).

Observaram que os caracteres relacionados às raízes são muito influenciados pelo ambiente e com relação à produtividade de biomassa, estes

MOURA, E. J. (2022) Hibridação artificial e desempenho agrônômico de guandu forrageiro nas condições edafoclimáticas do Cariri- PB

caracteres apresentaram correlação positiva com massa seca e altura de plântula e, os genótipos 82FG-09 e 18FG-19 destacaram-se com os melhores desempenhos fenotípicos entre os caracteres avaliados (Guedes *et al*, 2019).

3. Melhoramento do feijão guandu

O melhoramento de plantas compreende recursos, métodos e técnicas que são utilizados com a finalidade de aprimorar e incorporar progresso a uma determinada espécie vegetal. É um processo que busca melhorar a genética da espécie em questão com uma estreita relação com o ambiente em que esta será cultivada (Amabile, Vilela e Peixoto, 2018).

Uma das etapas primordiais em programas de melhoramento de plantas é a seleção de genitores, pois nestes devem se concentrar os alelos favoráveis para as características de interesse que serão selecionadas, permitindo a obtenção de indivíduos superiores. Obstáculos que podem ser enfrentados por melhoristas é a escolha da população-base, que pode comprometer o trabalho futuro de seleção (Colombo *et al*, 2018).

O crescimento e desenvolvimento das plantas são influenciados pelo fotoperíodo, que corresponde ao tempo que as plantas realizam a fotossíntese, ou seja, período de luz no dia que a planta vai estar exposta ao sol. Em locais de maiores latitudes, onde o fotoperíodo é mais longo, a produtividade é maior, já que a fotossíntese ocorre por mais tempo. As culturas que têm seu desenvolvimento afetado pelo fotoperíodo, são consideradas plantas fotossensíveis.

A ampla variabilidade genética existente no germoplasma possibilitou que fosse possível o desenvolvimento de plantas insensíveis ao fotoperíodo, precoces e com altura inferior a 1,0 m, ao contrário dos genótipos que são tradicionalmente cultivados. Dentro do melhoramento, a avaliação da interação genótipo x ambiente é de grande importância, pois, no caso da existência dessa interação, há possibilidades do melhor genótipo em um ambiente não se expressar tão bem em outro (Santos *et al*, 2000).

Esta espécie apresenta uma característica de ajuste osmótico, fazendo com que seja mais adaptada à seca que outras leguminosas anuais. Com esse ajuste, a planta extrai mais água do solo e perde menos água para a atmosfera,

MOURA, E. J. (2022) Híbridação artificial e desempenho agrônômico de guandu forrageiro nas condições edafoclimáticas do Cariri- PB

podendo manter seus estômatos um pouco mais abertos, para realizar a assimilação de CO² (Maior Júnior, 2006).

Segundo Amabile *et al* (2008), há muitos materiais genéticos que são sensíveis ao fotoperíodo, e materiais que não apresentam respostas ao fotoperíodo. O processo de fotoindução pode fazer com que cultivares de florescimento tardio, floresçam mais cedo reduzindo a altura das plantas. Amabile *et al* (2000), observaram que o florescimento do guandu (cv. Caqui) foi afetado pela época de semeadura (novembro, janeiro e março), culminando na redução da fase vegetativa.

A Embrapa Caprinos e Ovinos, Embrapa Pecuária Sudeste e Embrapa Semiárido, iniciaram em 2014 um programa de melhoramento genético de guandu com finalidade de utilização em forragens para regiões tropical de baixa latitude, com o primeiro objetivo de identificar plantas dessa espécie que não fossem sensíveis ao fotoperíodo e com intuito de favorecer maior divulgação e implementação dessa cultura no semiárido (Guedes *et al*, 2017).

O Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido (CDSA) e a UFCG (Universidade Federal de Campina Grande), tem um programa de melhoramento genético de feijão guandu para fins forrageiros, alimentação humana e utilização em sistemas de recuperação de solos e/ou pastagens degradadas.

No Banco de Germoplasma de Guandu da Embrapa Semiárido, em 2013, foram identificados 244 acessos de diferentes estados brasileiros, como Pernambuco, Bahia, Ceará, São Paulo e Santa Catarina, e de outros países como Índia, Austrália e Trindade Tobago, e 54 cruzamentos com diversos parentais de acessos de guandu (Nogueira *et al*, 2013).

As cultivares que hoje são recomendadas ou registradas no Brasil são resultados de processos da seleção de linhagens dentro de populações ou introduções de germoplasma provenientes de outros países. Nas áreas de plantio de guandu do Nordeste brasileiro predomina o uso de material genético do período colonial, com eventuais seleções praticadas pelos próprios produtores, para porte semi arbóreo e grãos e vagens maiores (Santos, 2021).

As variedades de sementes crioulas têm sua participação no melhoramento, pois apresentam alta capacidade de adaptação a diversas regiões e climas e por ser uma fonte de diversidade genética. Em regiões de semiárido é comum agricultores familiares possuírem bancos de sementes, a fim de preservar

MOURA, E. J. (2022) Hibridação artificial e desempenho agrônômico de guandu forrageiro nas condições edafoclimáticas do Cariri- PB

o material genético e garantir o plantio do ano seguinte. Esse material também pode ser estudado na busca de genes de interesse agrícola (Souza, 2018).

3.1 Hibridação artificial

Na obtenção de novas recombinações gênicas, a hibridação artificial tem apresentado sucesso quando comparado à métodos que envolvem introdução de plantas ou seleção de linhagens puras. O potencial de segregação de populações, é explorado a partir dos estudos genéticos, onde pode ser previsto o comportamento com a seleção, e assim pode-se definir métodos que sejam estratégicos. Em espécies autógamas, no processo de hibridação, os genitores são cruzados de forma artificial. Há a emasculação da flor a ser utilizada no genitor feminino e posteriormente, é feita a coleta do pólen do genitor masculino, que é aplicado sobre o estigma da flor emasculada (Santos, 2019).

Deste modo, o método da hibridação consiste na fusão de gametas geneticamente diferentes que resultam em indivíduos híbridos heterozigóticos para uma ou mais características. Na realização do cruzamento de duas plantas que possuem características que o melhoramento busca em uma nova variedade, esse é um método bastante utilizado (Dalmagro *et al*, 2019).

Assim, na formação de novas linhagens são selecionados indivíduos com características desejáveis em ambos os genitores, que irão formar linhagens, que após serem comparadas com outras variedades existentes, demonstram-se superiores. Após a hibridação, o objetivo do melhoramento de espécies autógamas é obter indivíduos homozigóticos por sucessivas gerações de autofecundação (Dalmagro *et al*, 2019).

Uma das formas mais usuais de potencialização da variabilidade no melhoramento genético de qualquer espécie vegetal tem sido através da recombinação de genótipos distintos, pelo emprego de cruzamentos artificiais, conforme já comentado. Mas, é preciso evidenciar que tradicionalmente tais hibridações são realizadas em condições de casa de vegetação. Entretanto, o alto custo das instalações e a possibilidade de limitar certo volume de cruzamentos em tais ambientes, podem sugerir o entendimento de que em nível de campo seja mais viável a realização de tais cruzamentos artificiais, desde que se tenham os cuidados necessários para se evitar contaminação de pólen externo.

MOURA, E. J. (2022) Hibridação artificial e desempenho agrônômico de guandu forrageiro nas condições edafoclimáticas do Cariri- PB

Neste sentido, Antunes *et al* (1980), estudando sobre qual seria o melhor método de cruzamento artificial em feijão (com emasculação e sem emasculação), observaram que não houve diferença tanto para campo quanto para casa de vegetação, sendo os métodos que não empregaram emasculação aqueles com os melhores resultados em ambos os locais. É evidente que para se continuar tendo resultados desejados no melhoramento, há necessidade de novas estratégias.

Essas estratégias obrigatoriamente irão exigir o emprego de polinizações manuais, o que não foi necessário nos trabalhos de melhoramento até então utilizados no guandu para fins forrageiros na região do Cariri Paraibano. Podendo-se inferir, que há escassez de informações sobre eficiência das polinizações artificiais no guandu nesta região. Bem como, a influência de fatores ambientais na fertilização oriunda de cruzamentos artificiais, portanto, seria necessária informação sobre a horário/período de se realizar os cruzamentos artificiais em relação ao momento da emasculação, pois poderia orientar os melhoristas sobre as estratégias para aumentar a eficiência nos cruzamentos artificiais.

Deste modo, a obtenção desse conhecimento é fundamental importância para a continuidade dos programas de melhoramento genético de guandu para fins forrageiro, além de possibilitar aos melhoristas de guandu para qualquer que for a finalidade, maior eficiência nas etapas de hibridação artificial, conforme já enfatizado.

MOURA, E. J. (2022) Hibridação artificial e desempenho agrônômico de guandu forrageiro nas condições edafoclimáticas do Cariri- PB

4. Referências

Aguiar ATE, Gonçalves C, Paterniani MEAGZ, Tucci MLS, Castro CEF (2014) **Instruções agrícolas para as principais culturas econômicas**. Boletim número 200. 7 ed., p. 460.

Amabile RF, Fancelli AL, Carvalho AM (2000) Comportamento de espécies de adubos verdes em diferentes épocas de semeadura e espaçamentos na região dos Cerrados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 35:1, 47-54.

Amabile RF, Fernandes FD, Pimentel APM (2008) Avaliação da resposta de genótipos de guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.) na região do Cerrado. **Revista Ceres**, 55:3, 231-235.

Amabile RF, Vilela MS, Peixoto JR (2018) Melhoramento de plantas, variabilidade genética, ferramentas e mercado. **Sociedade Brasileira de Melhoramento de Plantas**, p.108.

Araújo BA, Moreira FJC, Guedes FL (2019) Emergência e crescimento inicial de feijão guandu em função dos substratos e salinidade da água de irrigação. **Revista Agrária Acadêmica**, 2:4, 90-101.

Araújo FP, Menezes EA, Santos CAF (2004) **Recomendação de variedades de guandu forrageiro**. Instruções técnicas da Embrapa Semiárido 25, Petrolina, p.6.

Antunes IF, Teixeira MG, Zimmermann MJO (1980) **Maximização da eficiência de cruzamentos artificiais em feijão (*Phaseolus vulgaris* L.)**. Boletim Técnico: Embrapa Arroz e Feijão, n.16, p. 4.

Benevides CMJ, Santos AJS, Lima LSS, Trindade BA, Lopes, MV, Montes, SS, Souza ACS (2019) Aspectos tecnológicos do subproduto de panc (farinhas de *cajanus cajan* e *phaseolus lunatus*): fortalecimento da agricultura familiar. **Brazilian Journal of Development**, 5:11, 23221-23233.

Bertolin DC, De Sá ME, Buzetti S, Colombo AS, Oliveira LL, Rodrigues GB (2008) Sementes de guandu, produzidas em semeadura tardia: efeito de doses de fósforo, potássio e espaçamentos. **Acta Scientiarum Agronomy**, 30:4, 555-560.

Borborema LDA, França Júnior EO, Gonçalves RJS, Santos JS, Rodrigues APMS, Mendonça Júnior AF (2020) Diversidade genética entre acessos de feijão guandu por meio de caracteres morfoagrônômicos em região do cariri paraibano. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, 15:2, 133-138.

Carellos DC (2013) **Avaliação de cultivares de feijão-guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.) para produção de forragem no período seco, em São João Evangelista-MG**. 135 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa - UFV, Viçosa.

MOURA, E. J. (2022) Hibridação artificial e desempenho agrônômico de guandu forrageiro nas condições edafoclimáticas do Cariri- PB

Colombo GA, Carvalho EV, Daronch DJ, Peluzio JM (2018) Capacidade combinatória de genótipos de soja sob condições de cerrado de baixa latitude. **Revista de Ciências Agrárias**, 61, 1-9.

Costa NL, Townsend CR, Magalhães JA, Pereira RGA (2013) Produtividade de genótipos de guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.) em Porto Velho, Rondônia. **Pubvet**, 7:2, 1-7.

Dalmagro C, Facchi AL, Aguiar CG, Facchi L (2019) Viabilidade de hibridações em soja em ambiente protegido e sem controle de temperatura e umidade. **Revista Cultivando o Saber**, Edição especial, p.47-53.

Dantas SM, Rodrigues VP, Neves RS, Barbosa RR, Matsunaga WK (2021) Delgado-Júnior IJ, Siqueira KB, Stock LA (2020) **Produção, composição e processamento de leite de cabra no Brasil**. Embrapa Gado de Leite, Circular Técnica 122. p. 17.

Farias LN, Bonfim-Silva EM, Pietro-Souza W, Vilarinho MKC, Silva TJA, Guimarães SL (2013) Características morfológicas e produtivas de feijão guandu anão cultivado em solo compactado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 17:5, 497–503.

Favoretto V, De Paula GH, Malheiros EB, Guideli C (1995) Produção e qualidade de forragem aproveitável de cultivares de guandu durante o período seco. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 30:7, 1009-1015.

Fernandes FD, Amabile RF, Faleiro FG, Ramos AKB, Godoy R (2007) **Avaliação agrônômica de genótipos de guandu forrageiro no Distrito Federal**. Embrapa Cerrados, Boletim de pesquisa e desenvolvimento 168. p.13.

Guedes FL, Pompeu RCFF, Souza HA, Rogério MCP (2019) **Guandu para produção de forragem e de grãos no semiárido cearense**. Embrapa Caprinos e Ovinos, Comunicado técnico 191. p.14.

Guedes FL, Ponte Filho FAM, Gama LBS, Souza HA, Pompeu RCFF (2017) **Metodologia para determinação do estresse hídrico em feijão guandu em solos com diferente textura no Semiárido cearense**. Embrapa Caprinos e Ovinos, Comunicado técnico 164. p. 6.

Guedes FL, Souza IM, Almeida BKS, Souza HA, Pompeu RCFF, Ponte Filho FAM, Gama LBS (2017) **Variabilidade genética de feijão guandu adaptado para regiões de fotoperíodo neutro**. Embrapa Caprinos e Ovinos, Comunicado Técnico 166. p. 7.

Guimarães FS, Ciappina AL, Dos Anjos RAR, Silva A, Pelá A (2017) Consórcio guandu-milho-braquiária para integração lavoura-pecuária. **Revista de Agricultura Neotropical**, 4:1, 22-27.

Lima Filho OF (2020) **Deficiências nutricionais em guandu**. Embrapa Agropecuária Oeste, Circular técnica 49. p.16.

MOURA, E. J. (2022) Hibridação artificial e desempenho agrônômico de guandu forrageiro nas condições edafoclimáticas do Cariri- PB

Luz, MS (2015) **Padrões espaciais de diversidade de leguminosas (Fabaceae) e seus determinantes climáticos**. 119 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Lavras - UFLA, Lavras.

Maior Júnior SGS (2006) **Efeitos de arranjos populacionais na produção de forragem de feijão guandu (*Cajanus cajan* (L) Millsp.) em região semiárida**. 49 p. Dissertação (Mestrado em zootecnia) - Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, Patos.

Mathew BA, Sule HA, Toluhi OJ, Idachaba SO, Ibrahim AA, Abuh SJ (2015) Studies on protein composition of Pigeon Pea [*Cajanus Cajan* (L.) Millspaugh] treated with sodium azide and gamma radiation. **IOSR Journal of Pharmacy and Biological Sciences**, 10:1,1-4.

Morton JF, Smith RE, Luco-Lopez, MA, Abrans R (1982) **Pigeon-peas (*Cajanus cajan* Millsp): a valuable crop of the tropics**. Mayaguez, Univ. Puerto Rico - Dep. of Agronomy and Soils, p. 122.

Moura Neto L, De Sá ELS, Cavallazzi JRP, Majolo C, Cordeiro ER, Muniz AW (2020) Eficiência simbiótica de rizóbios em feijão guandu em casa de vegetação. **Scientia Amazonia**, 10:3, 41-52.

Neres MA, Castagnara DD, Silva FB, Oliveira PSR, Mesquita EE, Bernardi TC, Guaranti AJ, Vogt ASL (2012) Características produtivas, estruturais e bromatológicas dos capins Tifton 85 e Piatã e do feijão guandu cv. Super N, em cultivo singular ou em associação. **Ciência Rural**, 42:5, 862-869.

Nogueira TO, Nascimento RC, Barbosa MVN, Ferreira GO, Santos AF, Silva WR (2013) **Inventário do Banco de Germoplasma de Guandu da Embrapa Semiárido**. Embrapa Semiárido, p. 71-77.

Passos AV (2012) **Estudo de épocas de colheita e desenvolvimento de vagens de feijão guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.), para obtenção de grãos e sementes não comerciais em pequenas unidades de produção familiar**. 42 p. Dissertação (Mestrado em agricultura orgânica) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro - UFRRJ, Seropédica.

Provazi M, Camargo LHG, Santos PM, Godoy R (2007) Descrição botânica de linhagens puras selecionadas de guandu. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 36:2, 328-334.

Rayol BP, Alvino-Rayol FO (2012) Uso de feijão guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.) para adubação verde e manejo agroecológico de plantas espontâneas em reflorestamento no estado do Pará. **Revista Brasileira de Agroecologia**, 7:1, 104-110.

Santos CAF (2021) **Avaliação preliminar e seleção de linhagens de guandu granífero e forrageiro no Semiárido brasileiro**. Embrapa Semiárido, Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 144. p.19.

MOURA, E. J. (2022) Hibridação artificial e desempenho agrônômico de guandu forrageiro nas condições edafoclimáticas do Cariri- PB

Santos CAF, Araújo FP, Menezes EA (2000) Avaliação de genótipos de guandu de diferentes ciclos e portes no sertão pernambucano. **Magistra**,12:1/2, 31-40.

Santos SP (2019) **Controle genético dos caracteres relacionados à maturação e produção em feijão-caupi**. 98 p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento) - Universidade Federal do Piauí - UFPI, Teresina.

Souza EM (2018) **Qualidade de sementes e divergência genética em *Cajanus cajan* (L.) Millspaugh**. 61 p. Dissertação de mestrado (Mestrado em agronomia agricultura tropical) - Universidade Federal da Paraíba - UFPB, Areia.

Souza FHD, Frigeri T, Moreira A, Godoy R (2007) **Produção de sementes de guandu**. Embrapa Pecuária Sudeste, Documentos 69. p.68.

CAPÍTULO II

Potencial forrageiro de genótipos de feijão guandu no Cariri Paraibano

Resumo:

A identificação de genótipos com potencial forrageiro, no caso mais específico, de genótipos de feijão guandu tolerante ou que apresentem bom desempenho forrageiro nas condições edafoclimáticas do Cariri Paraibano, torna-se consideravelmente atraente e necessária. Pois assim, diminuiria a dependência da importação de outros estados por ração para uso suplementar na alimentação dos animais, principalmente os caprinos com aptidão leiteira. Este trabalho foi realizado com objetivo de verificar se há variabilidade genética em coleção de feijão guandu para caracteres de importância na produção de forragem, estimar parâmetros genéticos, identificar genótipos com potencial forrageiro nas condições edafoclimáticas da região do Cariri Paraibano. Empregou-se o delineamento de blocos completos casualizados com três repetições. Foram avaliados 22 genótipos de feijão guandu pertencentes à coleção do programa de melhoramento genético de guandu para fins forrageiros em região tropical de baixa latitude (Embrapa Caprinos e Ovinos, Sobral/CE), sendo eles: FLVMH, FLCRM, FGCVIF, FGEXP, 99FG41, 98FG38, 97FG36, 96FG34, 94FG30, 93FG18, 92FG27, 91FG21, 82FG09, 66-FG103, 65FG102, 28FG25, 18FG19, 102FG52, 101FG50, 100FG42, 07FG08 e a cultivar comercial BRS Mandarin. Os caracteres avaliados foram: altura de plantas (ALT) (m); estimativas para a produtividade de forragem massa fresca (PRODF) (kg ha^{-1}); produtividade de forragem massa seca (PRODMS) (kg ha^{-1}); produtividades de grãos mais vagens (PRODG+V) (kg ha^{-1}) e para produtividade de grãos – PRODG (kg ha^{-1}). Há grande variabilidade genética entre os genótipos de feijão guandu na coleção avaliada para todos os caracteres estudados. Os coeficientes de variação genética (CV_g) e as herdabilidade no sentido amplo (h_a^2) indicam uma situação favorável para seleção de genótipos em todos os caracteres analisados. Os genótipos 18FG19, 94FG30 e o BRS Mandarin apresentaram os melhores desempenhos fenotípicos entre os caracteres avaliados, combinando baixa altura de plantas com produtividades altas para os demais caracteres.

Palavras-Chave: Biomassa; *Cajanus cajan* (L) Millsp; melhoramento de plantas.

Forage potential of pigeonpea genotypes in Cariri Paraíba

Abstract:

The identification of genotypes with forage potential, in the more specific case, pigeonpea genotypes that are tolerant or that present good forage performance in the edaphoclimatic conditions of Cariri Paraíba, becomes considerably attractive and necessary. Therefore, the dependency on imports from other states for animal feed would be reduced for supplementary use in animal feed, especially goats with dairy ability. This work was carried out with the objective of verifying if there is genetic variability in a pigeonpea collection for important traits in forage production, estimating genetic parameters, identifying genotypes with forage potential in the edaphoclimatic conditions of the Cariri region of Paraíba. A randomized complete block design with three replications was used. Twenty-two pigeonpea genotypes belonging to the collection of the pigeon pea genetic improvement program for forage purposes in a low-latitude tropical region (Embrapa Caprinos e Ovinos, Sobral/CE) were evaluated, namely: FLVMH, FLCRM, FGCVIF, FGEXP, 99FG41, 98FG38, 97FG36, 96FG34, 94FG30, 93FG18, 92FG27, 91FG21, 82FG09, 66-FG103, 65FG102, 28FG25, 18FG19, 102FG52, 101FG50, 100FG0, 100FG42, commercial cultivar Mandarin 87FG42. The evaluated characters were: plant height (ALT) (m); estimates for fresh mass forage productivity (PRODF) (kg ha⁻¹); dry mass forage productivity (PRODMS) (kg ha⁻¹); yield of grains plus pods (PRODG+V) (kg ha⁻¹) and for grain yield – PRODG (kg ha⁻¹). There is great genetic variability among the pigeonpea genotypes in the evaluated collection for all studied characters. The coefficients of genetic variation (CVg) and heritability in the broad sense (h²) indicate a favorable situation for selection of genotypes in all traits analyzed. Genotypes 18FG19, 94FG30 and BRS Mandarin showed the best phenotypic performances among the evaluated characters, combining low plant height with high productivity for the other characters.

Key words: Biomass; *Cajanus cajan* (L) Millsp; plant breeding.

1. Introdução

Na região do Cariri Paraibano, o capim-buffel (*Cenchrus ciliares*) é a forrageira predominante, utilizada suplementada com alimentos volumosos durante o ano, destinado à produção de leite de cabra, tanto no período de seca quanto no chuvoso. Os principais suplementos utilizados são a palma forrageira (*Opuntia ficus*), que possui uma composição proteica de 4,81% e é abundante na região, o capim-elefante (*Penisetum purpureum*), que apresenta em torno de 6,31% de proteínas e outros cultivares menos abundantes (Dal Monte, 2008).

Por essas espécies vegetais não possuírem níveis de nutrientes suficientes para uma suplementação proteica adequada, resulta em muitos casos, na necessidade de importação de ração de outros locais ou se torna necessária a inserção de espécies vegetais que possam se adaptar bem à região.

O investimento ineficaz em conservação de forragem acarreta na necessidade de utilização acentuada de concentrados para suplementar a alimentação dos caprinos leiteiros na região, os quais se destacam no setor pecuário da região. Tal fato corrobora para significativo aumento do custo operacional, representando de 39% a 63% deste, influenciando negativamente na viabilidade da atividade de produção de leite de cabra (Guimarães *et al*, 2009).

Uma boa alternativa para aumento da eficiência produtiva é a utilização de plantas forrageiras que sejam adaptadas a condições climáticas locais. No semiárido se destaca o feijão guandu, leguminosa que apresenta bom teor de proteínas e boas características morfológicas, fisiológicas, bom potencial produtivo e nutricional, fornecendo forragem de qualidade com boa palatabilidade e aceitação pelos animais (Carellos, 2013). Maior Júnior *et al* (2009), comentam que uma das principais estratégias para o aumento da eficiência produtiva dos sistemas de produção de carne e de leite do semiárido brasileiro é a utilização de plantas forrageiras adaptadas às condições de seca, dentre as quais se destaca o feijão guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.)

O guandu apresenta boa ação de retenção das folhas na época seca, forragem com elevado teor proteico e uma produtividade de boa qualidade. Podendo ser utilizado como banco de proteínas, pastejo direto, silagem e feno. Acrescentam ainda, que no semiárido os bancos de proteínas podem ser

MOURA, E. J. (2022) Hibridação artificial e desempenho agrônômico de guandu forrageiro nas condições edafoclimáticas do Cariri- PB

utilizados como alternativa para os períodos em que as precipitações de chuva são baixas (Dantas et al, 2021).

Considerando que, dificilmente apenas uma cultura tenha capacidade para prover forragem durante todo o ano, a característica apresentada pelo feijão guandu, de crescer em períodos adversos que limitam o crescimento de outras forrageiras, constitui-se em uma importante alternativa para a provisão de alimentos de alta qualidade e redução de custos com armazenamento de forragem no período da entressafra (Rao *et al*, 2002).

A identificação de genótipos de feijão guandu com potencial forrageiro, tolerante ou que apresentem bom desempenho forrageiro nas condições edafoclimáticas do Cariri Paraibano, torna-se consideravelmente atraente e necessária. Isso diminuiria a dependência da importação de outros estados por ração para uso suplementar na alimentação dos animais, principalmente os caprinos com aptidão leiteira.

Este trabalho foi realizado com objetivo de verificar se há variabilidade genética em coleção de feijão guandu para caracteres de importância na produção de forragem, bem como estimar parâmetros genéticos, além identificar genótipos com potencial uso forrageiro nas condições edafoclimáticas da região do Cariri Paraibano, de modo a orientar etapas posteriores do programa de melhoramento.

2. Material e Métodos

O experimento foi conduzido no período de 16 de abril a 05 de outubro de 2021, em nível de campo, na área experimental do Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido – CDSA/UFCG, localizado no município de Sumé – PB, o qual se localiza na microrregião do Cariri Ocidental. Segundo Köppen e Geiger a classificação do clima é BSh, as suas coordenadas geográficas são 07°40'19" Sul e 36°52'48" Oeste, com altitude média de 538 m em relação ao nível do mar.

O período chuvoso na região vai de fevereiro a maio, com maiores índices nos meses de março e abril. Durante o período de realização do experimento houve uma precipitação em torno de 283,70 mm (dados particulares coletados diariamente em pluviômetro instalado próximo a área experimental). O plantio foi realizado sob condições de irrigação (em média 2 vezes por semana, com cerca de 2 horas/turno de rega). As irrigações foram realizadas por fitas com

MOURA, E. J. (2022) Hibridação artificial e desempenho agrônômico de gandu forrageiro nas condições edafoclimáticas do Cariri- PB

gotejadores espaçados a cada 15 cm e com vazão 1,6 litros por hora. O solo referente à área experimental é classificado como Luvissoilo Órtico Típico e apresenta os seguintes atributos químicos na profundidade de 0 m a 0,20 m: alcalinidade fraca para o pH, valor média para M.O e K e alto para P, Ca e Mg (Tabela 1).

Tabela 1. Atributos químicos do solo na profundidade de 0 a 0,20 m da área experimental no ano de 2021. Fonte: UFCG, Sumé, 2021.

M.											
°pH	O	P	K	Na	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	CTC	V
H ₂ O	dag	mg/	cmol	cmolc	cmolc/	cmolc	cmolc/	cmolc	cmolc/	cmolc	%
	/Kg	dm ³	c/dm	/	dm ³	/	dm ³	/	dm ³	dm ³	dm ³
7,7	2,3										9
0	9	58,8	0,29	0,31	6,25	4,11	0,01	0,91	10,96	11,88	2

°pH – potencial hidrogeniônico; M.O – matéria orgânica; P – fósforo; Na – sódio; Ca – cálcio; Mg – magnésio; Al – alumínio; H+Al – acidez potencial; SB – soma de bases; CTC – capacidade de troca de catiônica; V – saturação por bases

O solo da área experimental foi gradado e os sulcos de plantios realizados manualmente com auxílio de enxadas com espaçamento de 0,80 m entre linhas. Com o auxílio da análise de solo, foi realizada a adubação de plantio ou fundação, aplicando a formulação comercial NPK (8-28-16), resultando na adição de 17,5 kg ha⁻¹ de nitrogênio (N), 61,3 kg ha⁻¹ de fósforo (P₂O₅) e 35,0 kg ha⁻¹ de potássio (K₂O) no sulco de plantio. Os demais tratos culturais foram realizados conforme recomendação para a cultura (Souza *et al*, 2007).

Foram avaliados num total de 22 genótipos de feijão gandu pertencentes à coleção do programa de melhoramento genético de gandu para fins forrageiros em região tropical de baixa latitude (Embrapa Caprinos e Ovinos, Sobral/CE), sendo eles: FLVMH, FLCRM, FGCVIF, FGEXP, 99FG41, 98FG38, 97FG36, 96FG34, 94FG30, 93FG18, 92FG27, 91FG21, 82FG09, 66FG103, 65FG102, 28FG25, 18FG19, 102FG52, 101FG50, 100FG42, 07FG08 e a cultivar comercial BRS Mandarin.

Empregou-se o delineamento de blocos completos, casualizados com três repetições. Cada parcela constituída de duas linhas de quatro metros, com espaçamento de 0,80 m entre linhas e 0,25 entre plantas dentro da linha, resultando na densidade de 50000 plantas por hectare.

MOURA, E. J. (2022) Hibridação artificial e desempenho agrônômico de guandu forrageiro nas condições edafoclimáticas do Cariri- PB

Os caracteres avaliados para expressar o potencial forrageiro dos genótipos foram: altura de plantas (ALT) (m); estimativas para a produtividade de forragem massa fresca (PRODF) (kg ha⁻¹); produtividade de forragem massa seca (PRODMS) (kg ha⁻¹); produtividades de grãos mais vagens (PRODG+V) (kg ha⁻¹) e para produtividades de grãos – PRODG (kg ha⁻¹), oriunda da colheita de uma linha por parcela (3,2 m² – Área útil da parcela) e transformado para kg ha⁻¹, a qual foi corrigida para estande conforme Cruz *et al*, (2012), e para umidade a 13%.

Para obtenção dos dados de produtividade de forragem massa seca, foram obtidos primeiramente os dados de peso de massa fresca (MF) de todas as plantas da linha da parcela referente à área útil. Posteriormente, as amostras de 200g de cada parcela (AMF) foram colocadas em estufa de circulação forçada a 55 °C, as quais permaneceram até apresentarem peso constante. Em seguida, obteve o peso da matéria seca (AMS) das amostras, o qual foi utilizado para estimar a produtividade de massa seca (PRODMS) (kg ha⁻¹) utilizando a seguinte expressão:

$$PRODMS (kg ha^{-1}) = \frac{\left(\left(\frac{AMS}{AMF}\right) \times MF\right) \times A.a}{A.pa}$$

Em que:

PRODF: produtividade de forragem matéria seca em kg ha⁻¹;

MF: peso da massa fresca em kg ha⁻¹;

AMS: peso da matéria seca da amostra em g;

AMF: peso de matéria fresca da amostra em g;

A.a: área correspondente a um hectare ha (10.000 m²);

A.pa: área útil da parcela (3,2 m²).

Os dados foram verificados ao atendimento das pressuposições da análise de variância, para normalidade dos erros, homogeneidades das variâncias. Os dados referentes à variável resposta produtividade de forragem massa fresca (PRODF) (kg ha⁻¹) foram corrigidos em função do estande pela análise de covariância para estande ideal (COVI), segundo Steel *et al* (1997), e os dados referentes à produtividade de forragem massa seca (PRODMS) (kg ha⁻¹) foram

MOURA, E. J. (2022) Hibridação artificial e desempenho agrônômico de guandu forrageiro nas condições edafoclimáticas do Cariri- PB

corrigidos em função do estande pela análise de correção estratificada (CE), segundo Schmildt (2000).

Posteriormente foram submetidos à análise de variância, para cada caractere separadamente. Em seguida, realizou-se o teste de agrupamento de médias, segundo Scott e Knott (1974) a 5% de probabilidade. As análises foram processadas mediante o programa computacional GENES (Cruz, 2008).

A partir das esperanças dos quadrados médios das análises de variância, foram estimadas as variâncias genéticas (σ_g^2) e ambientais (σ_e^2). A herdabilidade no sentido amplo (h_a^2) para cada característica foi obtida de acordo com o procedimento de Vencovsky e BARRIGA (1992), por meio da seguinte expressão:

$$h_a^2 = (\sigma_g^2 / (\sigma_g^2 + \sigma_e^2)) \times 100$$

Os coeficientes de variação genética (CV_g) e ambiental (CV_e) foram estimados a partir das seguintes expressões:

$$CV_g (\%) = (((\sigma_g^2)^{0,5}) / \mu) \times 100, \text{ e } CV_e = (((\sigma_e^2)^{0,5}) / \mu) \times 100$$

3. Resultados e Discussão

Houve diferenças significativas para todos os caracteres analisados, indicando, assim, haver grande variabilidade genética entre os genótipos de feijão guandu da coleção (Tabela 2). O maior coeficiente de variação ambiental (CV_e), 31, 89% foi obtido para estimativa de produtividade de forragem massa fresca (PRODF) (kg ha^{-1}), enquanto o menor ($CV_e = 11,96\%$) foi observado para altura de plantas (ALT) (m) (Tabela 2).

Estimativas para o coeficiente de variação genética (CV_g), na maioria dos caracteres avaliados foram mais elevadas que para o CV_e (Tabela 2), reforçando o indicativo de alta variabilidade genética entre os genótipos. Além disso, as estimativas de herdabilidade no sentido amplo foram altas para todos caracteres (superiores a 64%) (Tabela 2), indicando alta variabilidade genética e também uma situação favorável para a seleção de clones (Vencovsky e BARRIGA, 1992).

MOURA, E. J. (2022) Hibridação artificial e desempenho agrônômico de guandu forrageiro nas condições edafoclimáticas do Cariri- PB

Tabela 2 - Resumo da análise de variância para altura de plantas - ALT (m), produtividade de forragem massa fresca - PRODF (kg ha⁻¹), produtividade de forragem massa seca - PRODMS (kg ha⁻¹), produtividade de grãos mais vagens – PRODG+V (kg ha⁻¹) e produtividade de grãos – PRODG (kg ha⁻¹) de genótipos de feijão guandu. Estimativa da média, coeficiente de variação ambiental (CV_e), coeficiente de variação genético (CV_g) e herdabilidade no sentido amplo h_a^2 . Fonte: UFCG, Sumé, PB, 2022.

Fontes de variação	G L	ALTURA	PRODF ^{1/}	PRODMS ^{1/}	PRODG+V ²	PRODG ^{2/}
		(m)	(kg ha ⁻¹)	(kg ha ⁻¹)	(kg ha ⁻¹)	(kg ha ⁻¹)
		QM	QM	QM	QM	QM
Tratamento	21	0,602563**	281648599,27**	149237762,60**	6578622,47**	1076638,73**
Erro	42	0,043907	37939290,31	21837875,39	1839044,98	379892,93
Média (μ)		1,75	19313,10	14930,76	4905,24	2277,46
Des. Padrão (σ)		0,21	6159,48	4673,10	1356,11	616,35
CV _e (%)		11,96	31,89	31,29	27,65	27,06
CV _g (%)		24,63	46,67	43,65	25,62	21,16
h_a^2 (%)		92,71	86,52	85,37	72,05	64,71

^{1/} Correção dos dados em função do estande pela análise de covariância para o estande ideal (COVI), segundo Steel et al. (1997).

^{2/} Correção dos dados em função do estande pela análise de correção estratificada (CE), segundo Schmidl (2000).

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

A altura de plantas variou de 1,00 a 2,50 m, valores correspondentes aos genótipos 96FG34 e 82FG09 e FGCVIF, respectivamente. Foi possível observar a formação de cinco grupos diferentes pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade (Tabela 3). Estando presente no grupo com maiores alturas, o genótipo FGCVIF, com altura de planta de 2,50 m; um segundo grupo, também de plantas de maiores portes, composto pelo genótipo FLCRM (2,43 m), um terceiro grupo com alturas intermediárias variando de 1,83 a 2,30 m, composto pelos genótipos FLVMH, BRS Mandarin, 91FG21, 93FG18, 65FG102, 102FG52, 66FG103, 07FG08 e 94FG30; um quarto grupo, com porte menor, composto pelo genótipo FGEXP (1,82 m) e por fim, o grupo composto por aqueles que apresentaram menores alturas, variando de 1,00 até 1,80 m, composto pelos genótipos 99FG41, 28FG25, 101FG50, 18FG19, 100FG42, 98FG38, 92FG27, 97FG36, 96FG34 e 82FG09 (Tabela 3). Werner (1979) já relatava que a variação de altura de plantas

MOURA, E. J. (2022) Hibridação artificial e desempenho agrônômico de guandu forrageiro nas condições edafoclimáticas do Cariri- PB

em guandu era de 0,90 a 4,00 m, além de destacar o fato de essa característica ser de natureza quantitativa e, portanto, muito influenciada por fatores ambientais.

Para Provazi *et al* (2007), o desejável é que as plantas para utilização como forrageira sejam relativamente baixas (aproximadamente meio metro de altura) para facilitar o consumo pelos animais. Entretanto, pode ser questionável tal afirmação em relação a essa altura como limite adequado para pastejo, pois quando se analisa o pastejo realizado por caprinos, em níveis práticos, se observa um comportamento frequente de pastejo por essa espécie animal em plantas da vegetação nativa com alturas superiores a 0,5 m.

Plantas de guandu de estatura relativamente baixa seriam convenientes tanto para pastejo a campo pelos caprinos como para corte e posterior oferta a esses animais em cocho (consumo *in natura*) ou para a produção de silagem. Na coleção avaliada, no grupo de genótipos de menor altura de planta, é possível selecionar genótipos que possam ser utilizados em etapas posteriores de programa de melhoramento de feijão guandu forrageiro para região, mas precisamente na etapa de hibridações artificiais, neste caso, o genótipo selecionado pode ser utilizado como parental que contribua com alelos favoráveis para obtenção de progênies que apresentem menor estatura de plantas.

Tanto para produtividade de forragem massa fresca - PRODF (kg ha^{-1}) como para produtividade de forragem massa seca - PRODMS (kg ha^{-1}) houve a formação de três grupos distintos de genótipos pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade (Tabela 3). Para PRODF a variação foi de 4691,36 (97FG36) a 45622,58 kg ha^{-1} (FGVIF). Em PRODMS a variação foi de 4311,49 (97FG36) a 33538,79 kg ha^{-1} (FGVIF). Os genótipos 07FG08, 18FG19, 94FG30, BRS Mandarim e FGCVIF apresentam destaques tanto para PRODF como para PRODMS, pois estão presentes no grupo de maiores produtividades (Tabela 3).

MOURA, E. J. (2022) Hibridação artificial e desempenho agrônômico de guandu forrageiro nas condições edafoclimáticas do Cariri- PB

Tabela 3 - Média da altura de plantas - ALT (m), produtividade de forragem massa fresca - PRODF (kg ha⁻¹), produtividade de forragem massa seca - PRODMS (kg ha⁻¹), produtividade de grãos mais vagens – PRODG+V (kg ha⁻¹) e produtividade de grãos – PRODG (kg ha⁻¹) de 22 genótipos de feijão guandu. Fonte: UFCG, Sumé, PB, 2022.

Genótipos	ALT		PRODF		PRODMS		PRODG+V		PRODG	
	(m)		(kg ha ⁻¹)		(kg ha ⁻¹)		(kg ha ⁻¹)		(kg ha ⁻¹)	
FLVMH	2,30	c	25315,71	b	17806,14	b	9072,92	a	3892,71	a
FLCRM	2,43	b	19154,62	c	13643,31	c	6953,13	b	2817,19	b
FGCVIF	2,50	a	45622,58	a	33538,79	a	4148,34	d	1954,18	d
BRS Mandarim	2,20	c	27102,62	a	21179,98	a	5636,58	b	2784,39	b
FGEXP	1,82	d	16400,57	c	13052,24	c	5218,67	c	2433,23	c
99FG41	1,80	e	16520,39	c	12458,82	c	5395,83	b	2541,67	b
98FG38	1,30	e	9372,10	c	8117,12	c	3752,58	d	1875,35	d
97FG36	1,05	e	4691,36	c	4311,49	c	3044,20	d	1589,36	d
96FG34	1,00	e	8194,38	c	6919,03	c	2572,88	d	1530,68	d
94FG30	1,83	c	29882,95	a	23745,74	a	5601,43	b	3037,98	b
93FG18	2,00	c	18590,97	c	14633,37	c	3520,83	d	1502,08	d
92FG27	1,10	e	10102,88	c	8543,32	c	4643,13	d	1858,34	d
91FG21	2,13	c	21514,92	c	16411,88	c	3718,75	d	1973,96	d
82FG09	1,00	e	10229,28	c	8041,24	c	3020,83	d	1673,96	d
66FG103	1,87	c	24682,02	c	19452,40	a	5182,23	d	2589,25	b
65FG102	1,93	c	21867,27	c	16699,97	c	5954,22	b	2907,49	b
28FG25	1,80	e	12607,70	c	9999,79	c	5781,25	b	1906,25	d
18FG19	1,63	e	30007,95	a	23092,62	a	5980,29	b	2745,79	b
102FG52	1,93	c	12271,42	c	9912,87	c	5593,75	b	2440,63	b
101FG50	1,63	e	13962,51	c	10875,12	c	3656,25	d	1876,04	d
100FG42	1,43	e	15048,54	c	11982,20	c	4428,29	d	1907,37	d
07FG08	1,83	c	31745,49	a	24059,15	a	5038,92	d	2266,10	d

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

Para esses dois caracteres se observou um comportamento muito semelhante, pois houve a formação de um grupo intermediário em ambas, estando presente nesse grupo o genótipo FLVMH com produtividades de

MOURA, E. J. (2022) Hibridação artificial e desempenho agrônômico de guandu forrageiro nas condições edafoclimáticas do Cariri- PB

25315,17 e 17806,14 kg ha⁻¹ para PRODF e PRODMS, respectivamente (Tabela 3). A pequena diferença entre os dois caracteres foi pelo fato da observação de um comportamento não consistente do genótipo 66FG103, pois com produtividade de 24682,02 kg ha⁻¹ para PRODF, ficou presente no grupo de pior desempenho juntamente com os genótipos FLCRM, FGEXP, 99FG41, 98FG38, 97FG36, 96FG34, 93FG18, 92FG27, 91FG21, 82FG09, 65FG102, 28FG25, 102FG52, 101FG50 e 100FG42, os quais também ficaram presentes no grupo de pior desempenho para PRODMS. Entretanto, o 66FG103 com produtividade de 19452,40 kg ha⁻¹ ficou presente no grupo de maiores produtividades para PRODMS, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade (Tabela 3).

De modo geral, para a produtividade de massa fresca (PRODF), houve entre os três grupos formados na coleção de guandu em estudo, uma ampla magnitude de estimativas que ultrapassam os limites inferiores e superiores observados por Calegari (1995), ou seja, 30 a 40 t ha⁻¹ de feijão guandu. Em consonância, Almeida e Câmara (201-1), obtiveram produtividade de 42,5 t ha⁻¹, estando esta produtividade semelhante ao obtido pelo grupo de maior destaque no estudo (composto por cinco genótipos), os quais apresentaram produtividades variando de 27102,62 a 45622,58 kg ha⁻¹ (Tabela 3).

Após um período de 173 dias no campo, a produtividade de massa seca (PRODMS) variou de 4311,49 (97FG36) a 33538,79 kg ha⁻¹ (FGVIF), conforme já enfatizado. Essa variação apresenta uma amplitude bem maior que a observada por Guedes *et al* (2019), onde verificaram ao avaliar sete genótipos de feijão guandu, uma variação de 3295,18 a 9461,77 kg ha⁻¹. Mas sendo preciso destacar que neste caso as plantas permaneceram no campo por um período de 100 dias. Provavelmente o maior período até a colheita possa justificar magnitudes maiores obtidas para esse caractere, pois de uma forma geral, foi possível observar plantas com caules mais lenhosos, e certamente, isso contribuiu para peso total da forragem.

A produção de biomassa é um caractere reconhecido das leguminosas, podendo ser influenciada pela densidade de plantas ou distribuição espacial desta, e também pelas condições edafoclimáticas, práticas de manejo e a cultivar utilizada, entretanto existe uma grande variação nessas produções conforme as condições nas quais essas leguminosas crescem (Maior Júnior *et al*, 2009).

MOURA, E. J. (2022) Hibridação artificial e desempenho agrônômico de guandu forrageiro nas condições edafoclimáticas do Cariri- PB

Desta forma, fica evidente a importância da avaliação de genótipos de feijão guandu em condições edafoclimáticas do cariri paraibano, pois possíveis recomendações na região estariam menos vulneráveis a desfechos indesejáveis por parte dos criadores de caprinos que optem pela utilização desta leguminosa como suporte alimentar a caprinocultura leiteira.

Com relação aos caracteres produtividade de grãos mais vagens - PRODG+V (kg ha^{-1}) e produtividade de grãos - PRODG (kg ha^{-1}), é possível observar um comportamento muito semelhante entre eles, pois houve em ambos a formação de quatro grupos distintos pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade (Tabela 3). O genótipo FLVMH obteve produtividades de 9072,92 e 3892,71 kg ha^{-1} para PRODG+V e PRODG, respectivamente, estando desta forma, presente no grupo de melhor desempenho para esses caracteres (Tabela 3).

Os genótipos FLCRM, BRS Mandarin, 99FG41, 94FG30, 65FG102, 18FG19 e 102FG52 estão presentes no segundo grupo com maiores produtividades para ambos os caracteres (Tabela 3). O genótipo FGEXP, ficou presente em um terceiro grupo, com produtividades de 5218,67 e 2433,23 kg ha^{-1} para PRODG+V e PRODG, respectivamente. No quarto grupo formado, ou seja, aquele com menores produtividades, tanto para PRODG+V como para PRODG, ficaram os genótipos FGCVIF, 98FG38, 97FG36, 96FG34, 93FG18, 92FG27, 91FG21, 82FG09, 101FG50, 100FG42 e 07FG08 (Tabela 3).

A inconsistência no aspecto relacionado à semelhança de comportamento entre os dois caracteres ficou em função dos genótipos 66FG103 e 28FG25. No caso do 66FG103, observa-se pela tabela 3 que para PRODG ele se encontra presente no segundo grupo de maior produtividade, enquanto para PRODG+V está presente no grupo de pior produtividade. Para o 28FG25 o comportamento foi o contrário, estando presente no segundo grupo de maior produtividade para PRODG+V e no de pior produtividade para o caractere PRODG, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Guedes *et al* (2019) em avaliação de genótipos de feijão guandu, observaram produtividade de até 1530,98 kg ha^{-1} para PRODG, sendo uma produtividade que seria semelhante àquelas obtidas pelos genótipos presente no grupo de menor produtividade (Tabela 3). Entretanto, sendo prudente enfatizar, mais uma vez o período de dias em que as plantas permaneceram em campo

MOURA, E. J. (2022) Hibridação artificial e desempenho agrônômico de guandu forrageiro nas condições edafoclimáticas do Cariri- PB

neste estudo (173 dias) e o no estudo realizado por Guedes et al. 2019 (100 dias). Para os caracteres envolvidos na produtividade de grãos, é importante enfatizar que em função da existência de correlação alta e direta, não seria incomum optar pela avaliação de apenas um desses caracteres. Sendo preferível, neste caso o uso do PRODG+V em detrimento do PRODG, devido a esse último precisar de mais um processamento, que é a debulha das vagens, o que diminui a precisão da mensuração do caractere.

Os genótipos 18FG19, 94FG30 e o BRS Mandarin apresentaram os melhores desempenhos fenotípicos entre os caracteres avaliados, combinando baixa altura de plantas com produtividades altas para os demais caracteres.

Diante do apresentado, é evidente a disponibilidade de genótipos de feijão guandu, na coleção avaliada, com potencial para serem plantados na região do Cariri Paraibano. E ainda, os resultados obtidos permitem nortear novas hibridações e avanços de gerações por alguns dos métodos de melhoramento clássico, proporcionando ao melhorista a oportunidade de escolher os genitores mais adaptados e que possibilitem maiores chances de sucesso em etapas posteriores de um programa de melhoramento genético de feijão guandu forrageiro para a região.

4. Conclusões

Há grande variabilidade genética entre os genótipos de feijão guandu na coleção avaliada para todos os caracteres estudados.

Os coeficientes de variação genética (CVg) e as herdabilidade no sentido amplo (h_a^2) indicam uma situação favorável para seleção de genótipos em todos os caracteres analisados.

Os genótipos 18FG19, 94FG30 e o BRS Mandarin apresentaram os melhores desempenhos fenotípicos entre os caracteres avaliados, combinando baixa altura de plantas com produtividades altas para os demais caracteres.

MOURA, E. J. (2022) Hibridação artificial e desempenho agrônomo de guandu forrageiro nas condições edafoclimáticas do Cariri- PB

5. Referências

Almeida K, Câmara FLA (2011) Produtividade de biomassa e acúmulo de nutrientes em adubos verdes de verão, em cultivos solteiros e consorciados. **Revista Brasileira de Agroecologia**, 2:6.

Borborema LDA, França Júnior EO, Gonçalves RJS, Santos JS, Rodrigues APMS, Mendonça Júnior AF (2020) Diversidade genética entre acessos de feijão guandu por meio de caracteres morfoagronômicos em região do cariri paraibano. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, 15:2, 133-138.

Calegari A (1995) **Leguminosas para a adubação verde no Paraná**. Londrina: IAPAR, 118p.

Carellós DC (2013) **Avaliação de cultivares de feijão-guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.) para produção de forragem no período seco, em São João Evangelista-MG**. 135 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa - UFV, Viçosa.

Cruz CD (2008) **Programa Genes** - versão Windows. Editora UFV. Viçosa, p. 278.

Dal Monte HLB (2008) **Gestão técnico-econômica da produção de leite de cabras nos Cariris Paraibanos**. 211 p. Tese (Doutorado em zootecnia) Universidade Federal da Paraíba - UFPB, Areia.

Dantas SM, Rodrigues VP, Neves RS, Barbosa RR, Matsunaga WK (2021). Análise bromatológica do feijão guandu cultivado em sequeiro no semiárido para produção de forragens. **Revista Brasileira de Engenharia e Biosistemas**, 15:3, 381-390.

Guedes FL, Pompeu RCFF, Souza HA, Rogério MCP (2019) **Guandu para produção de forragem e de grãos no semiárido cearense**. Embrapa Caprinos e Ovinos, Comunicado técnico 191. p.14.

Guimarães VP, Facó O, Bomfim MAD, Oliveira EL (2009) Sistema de produção de leite de cabra no Semiárido Nordeste. In **4º Simpósio Internacional Sobre Caprinos e Ovinos de Corte, Feira Nacional do Agronegócio da Caprino-Ovinocultura de Corte**, João Pessoa-PB.

Maior Júnior SG, Souto JS, Santos RV, Souto PC (2009) Produção de fitomassa do feijão guandu em diferentes arranjos populacionais. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, v.3, 1-5.

Provazi M, Camargo LHG, Santos PM, Godoy R (2007) Descrição botânica de linhagens puras selecionadas de guandu. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 36:2, 328-334.

MOURA, E. J. (2022) Hibridação artificial e desempenho agrônômico de guandu forrageiro nas condições edafoclimáticas do Cariri- PB

Rao SC, Coleman SW, Mayeux HS (2002) Forage Production and Nutritive Value of Selected Pigeonpea Ecotypes in the Southern Grain Plains. **Crop Science**, 42:4, 1259-1263.

Schmidt ER (2000) **Correção de rendimento de parcelas, estratificação ambiental e adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho**. 111 p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Universidade Federal de Viçosa -UFV, Viçosa.

Souza FHD, Frigeri T, Moreira A, Godoy R (2007) **Produção de sementes de guandu**. Documentos 69, São Carlos, SP: Embrapa Pecuária Sudoeste, 68 p.

Steel RGD, Torrie JH, Dickey D (1997) **Principles and procedures of statistics: a biometrical approach**. Boston: McGraw-Hill, 3 ed, p.666.

Vencovsky R, Barriga P (1992) **Genética biométrica no fitomelhoramento**. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1992. 486p.

CAPÍTULO III

Estudo do melhor horário do dia para realiza o de cruzamento artificial em guandu na região do Cariri Paraibano

Resumo:

Uma das formas mais usuais de potencializa o da variabilidade no melhoramento genético de qualquer espécie vegetal tem sido através da recombina o de genótipos distintos, pelo emprego de cruzamentos artificiais. O objetivo da pesquisa foi determinar se há um melhor horário/período do dia para a realiza o de cruzamentos artificiais no guandu para fins forrageiros. Bem como verificar a existência de efeito de fatores ambientais como temperatura ( C) e umidade relativa do ar (%) sobre a eficiência da fertiliza o, resultante de cruzamentos artificiais realizados no programa de melhoramento de guandu para fins forrageiro em região do cariri paraibano. Para realiza o dos cruzamentos artificiais foi utilizado o acesso G-MO/03-18J, pertencente ao banco de germoplasma do Programa de Melhoramento de Guandu do CDSA/UFCG e o acesso 82FG09, pertencente a Embrapa Caprinos e Ovinos, Sobral/CE. Num total de 14 tratamentos foram submetidos   análise de variância, onde quatro são referentes aos horários/períodos do dia de realiza o de cruzamentos artificiais e dez testemunhas. Não há evidências de que se tenha um melhor horário/turno do dia para realiza o de cruzamentos artificiais no programa de melhoramento de guandu para fins forrageiro em região do cariri paraibano. Efeitos de fatores ambientais, como temperatura e umidade relativa do ar não provocaram diferenças de fertiliza o resultantes de cruzamentos artificiais realizados nos horários de 7:00h às 8:00h, das 9:00h às 10:00h, das 16:00h às 17:00h e das 18:00h às 19:00 horas, para os caracteres Peso de Vagens (g), Número de Grãos por Vagem e para Peso de 5 grãos.

Palavras-chave: *Cajanus cajan*, melhoramento de plantas, hibrida o artificial.

MOURA, E. J. (2022) Híbridação artificial e desempenho agrônômico de guandu forrageiro nas condições edafoclimáticas do Cariri- PB

Study of the best time of day to carry out an artificial crossing in pigeon pea in the Cariri region of Paraíba

Abstract:

One of the most common ways of enhancing variability in the genetic improvement of any plant species has been through the recombination of different genotypes, using artificial crosses. The objective of the research was to determine if there is a better time/period of the day to carry out artificial crossings in pigeon pea for forage purposes. As well as verifying the existence of the effect of environmental factors such as temperature (°C) and relative humidity (%) on the efficiency of fertilization, resulting from artificial crossings carried out in the pigeonpea breeding program for forage purposes in the Cariri region of Paraíba. To carry out the artificial crossings, accession G-MO/03-18J, belonging to the germplasm bank of the Pigeon Pigeon Improvement Program of CDSA/UFCG, and accession 82FG09, belonging to Embrapa Caprinos e Ovinos, Sobral/CE, were used. A total of 14 treatments were submitted to analysis of variance, where four are related to the times/periods of the day when artificial crossings were carried out and ten controls. There is no evidence that there is a better time/day shift to carry out artificial crossings in the pigeon pea breeding program for forage purposes in the Cariri region of Paraíba. Effects of environmental factors, such as temperature and relative humidity, did not cause differences in fertilization resulting from artificial crossings carried out from 7:00 am to 8:00 am, from 9:00 am to 10:00 am, from 4:00 pm to 5:00 pm and from 6:00 pm to 7:00 pm, for the characters Weight of Pods (g), Number of Grains per Pod and Weight of 5 Grains.

Key words: *Cajanus cajan* (L) Millsp, plant breeding, artificial hybridization.

1. Introdução

Originária da Índia e introduzida no Brasil desde o período de início da escravatura, o feijão guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millspaugh), é uma leguminosa autógama diplóide ($2n = 2x = 22$), e que dependendo da região onde é cultivado, tanto a campo, quanto em quintais, pode também, ser conhecido por outras denominações, como “andu”, “guandu” e “guando” (Souza *et al*, 2007). A morfologia floral é do tipo cleistogâmico, típico de plantas autofecundadas, sendo assim, o sistema reprodutivo do guandu é predominantemente autógamas, porém podendo ocorrer altas taxas de polinização cruzada (Saxena *et al*, 1990).

Com intuito de obter cultivares insensíveis ao fotoperíodo, em 2014 um programa de melhoramento genético de guandu para fins forrageiros em região tropical de baixa latitude, teve início na Embrapa Caprinos e Ovinos, em Sobral/CE. Um dos objetivos específicos do programa, foi identificar genótipos que não fossem sensíveis ao fotoperíodo neutro, uma vez que seu ciclo reprodutivo é dependente do fotoperíodo de dias curtos.

Assim, genótipos insensíveis ao fotoperíodo iriam proporcionar maiores adoções das cultivares pelos produtores, principalmente nas regiões semiáridas de fotoperíodo neutro. A continuidade do programa de melhoramento permitirá a seleção de genótipos adaptados para uso na diversificação, produção eficiente, incremento de qualidade forrageiro, integração nos sistemas de produção de forragem, também usado em bancos de proteínas, em consórcio com culturas anuais para produção de silagem e sua utilização como adubo verde para recuperação de pastagens degradadas em região semiárida.

Uma das formas mais usuais de potencialização da variabilidade no melhoramento genético de qualquer espécie vegetal tem sido através da recombinação de genótipos distintos, pelo emprego de cruzamentos artificiais. Tradicionalmente tais hibridações são realizadas em condições de casa de vegetação. Entretanto, o alto custo das instalações e a possibilidade de limitar certo volume de cruzamentos em tais ambientes, podem sugerir o entendimento de que em nível de campo seja mais viável a realização de tais cruzamentos artificiais, desde que se tenham os cuidados necessários para se evitar contaminação de pólen externo.

Essas estratégias obrigatoriamente irão exigir o emprego de polinizações manuais, o que não foi necessário nos trabalhos de melhoramento até então

MOURA, E. J. (2022) Hibridação artificial e desempenho agrônômico de guandu forrageiro nas condições edafoclimáticas do Cariri- PB

utilizados no guandu para fins forrageiros na região do Cariri Paraibano. Podendo-se inferir, que há escassez de informações sobre eficiência das polinizações artificiais no guandu. Bem como, a influência de fatores ambientais na fertilização oriunda de cruzamentos artificiais, portanto, seria necessária informação sobre a horário/período de se realizar os cruzamentos artificiais em relação ao momento da emasculação, pois poderia orientar os melhoristas sobre as estratégias para aumentar a eficiência nos cruzamentos artificiais.

Deste modo, a obtenção desse conhecimento é fundamental importância para a continuidade dos programas de melhoramento genético de guandu para fins forrageiro em região tropical de baixa latitude, além de possibilitar aos melhoristas de guandu para qualquer que for a finalidade, maior eficiência nas etapas de hibridação artificial, conforme já enfatizado.

Assim, o objetivo da pesquisa foi determinar se há um melhor horário/período do dia para a realização de cruzamentos artificiais no guandu para fins forrageiro, bem como verificar a existência de efeito de fatores ambientais como temperatura (°C) e umidade relativa do ar (%) sobre a eficiência da fertilização resultante de cruzamentos artificiais realizados no programa de melhoramento de guandu para fins forrageiro na região do Cariri Paraibano.

2. Material e Métodos

O experimento foi conduzido em telado, pertencente ao Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido – CDSA, da Universidade de Federal de Campina Grande - UFCG, no município de Sumé – PB e no Laboratório de Fitossanidade do Semiárido - LAFISA da mesma instituição, cujas coordenadas geográficas são: 7° 40' 18" Latitude Sul e 36° 52' 54" Longitude Oeste e a altitude média é de 518 m. Possui precipitação média anual de 538 mm, temperatura média de 22,9 °C e segundo a classificação de Köppen o clima da região é do tipo Bsh (Semiárido quente com chuvas de verão).

Para realização dos cruzamentos artificiais foram utilizados o acesso G-MO/03-J18, pertencente ao banco de germoplasma do programa de melhoramento de guandu do CDSA/UFCG e o acesso 82FG09, pertencente a Embrapa Caprinos e Ovinos, Sobral/CE. No dia 14 de março de 2019, os acessos envolvidos nos cruzamentos artificiais foram semeados em vasos de 15 litros, sendo o plantio total de 10 vasos para cada um dos acessos.

MOURA, E. J. (2022) Hibridação artificial e desempenho agrônômico de guandu forrageiro nas condições edafoclimáticas do Cariri- PB

Três sementes de cada acesso de feijão guandu foram semeadas em cada vaso de 15 litros, contendo um substrato composto por uma mistura de 3 partes iguais de areia, barro e esterco de ovino/caprino (1/3 de cada). Por ocasião da emergência, foi realizado o desbaste em cada vaso, deixando apenas uma planta por vaso. Durante todo o experimento, realizou irrigação diária duas vezes ao dia, sendo uma pela manhã cedo e outra no final da tarde.

No dia 31 de maio de 2019, por ser observado o surgimento dos primeiros botões florais (fechados), com tamanhos e conformidades adequadas, se iniciou a realização de cruzamentos artificiais. Os cruzamentos foram realizados de forma manual, adotando a técnica de hibridação artificial descrita por Nucci (1940), envolvendo a emasculação, isto é, retirada das anteras com auxílio de uma pinça do genitor feminino (receptor de pólen), seguida de polinização com pólen da flor doadora ou genitor masculino (doador de pólen).

Para efeito de comparação de desempenho, foram realizados também, cruzamentos artificiais envolvendo os mesmos acessos, deste modo, se caracterizando uma autofecundação artificial (cruzamento do indivíduo com ele mesmo – flor doadora de pólen do mesmo acesso da flor receptora de pólen), para este caso específico, sendo possível identificar fitilhos amarrados aos pedúnculos de mesma coloração do fitilho amarrado na base do caule da planta.

Diariamente, um único operador realizou todos cruzamentos artificiais manualmente em quatro horários/períodos distintos, em que, para a identificação desses referidos horários/períodos foram usados durex coloridos aderidos aos fitilhos, sendo eles: 1 - cruzamentos artificiais realizados das 7:00 às 8:00 horas (sem durex colorido aderido ao fitilho de identificação do acesso doador de pólen), 2 – realizados das 9:00 às 10:00 horas (durex de cor vermelha aderido ao fitilho do doador de pólen), 3 – realizados das 16:00 às 17:00 horas (durex de cor amarela aderido ao fitilho do doador de pólen) e 4 – cruzamentos artificiais realizados das 18:00 as 19:00 horas (durex de cor preta aderido ao fitilho do doador de pólen).

Todo os dia, no início e no final de cada horário/período dos cruzamentos artificiais, foi anotado a temperatura (°C) e umidade relativa do ar (%), assim no final da pesquisa foi possível ter para cada horário/período de realização de cruzamentos artificiais, dados sobre a temperatura e umidade relativa do ar no início e no fim de cada horário/período de cruzamentos artificiais, a partir daí foi

MOURA, E. J. (2022) Híbridação artificial e desempenho agrônômico de gandu forrageiro nas condições edafoclimáticas do Cariri- PB

calculado as estimativas médias da temperatura e umidade relativa do ar (Tabela 3).

Diariamente, também foi anotado o horário do nascer do sol e horário do pôr do sol, assim foi possível verificar horas luz média observada durante os dias de realização dos cruzamentos artificiais.

Dois experimentos distintos foram realizados, sendo em um, o acesso G-MO/03-J18 (genitor parental 1) foi utilizado como doador de pólen e num segundo, como receptor de pólen, mesmo caso para o acesso 82FG09, onde no primeiro experimento foi receptor de pólen (genitor parental 2) e no segundo, foi utilizado como doador de pólen.

Para efeito de análise de variância para cada experimento, o delineamento experimental utilizado foi o delineamento inteiramente casualizado - DIC com 10 repetições. Num total de 14 tratamentos foram submetidos a análise de variância, onde quatro (4) são referentes aos horários/períodos do dia de realização de cruzamentos artificiais e dez (10) testemunhas para a avaliação dos contrastes de interesse, sendo eles: T1 – manhã (7:00h às 8:00h), T2 – manhã (9:00h às 10:00h), T3 – tarde (16:00h às 17:00h) e T4 – tarde/noite (18:00h às 19:00h), T5 – cruzamentos artificiais envolvendo apenas o parental 1 (acesso G-MO/03-J18) – autofecundações artificiais realizadas das 7:00h às 8:00h, T6 – cruzamentos artificiais envolvendo apenas o parental 1 (acesso G-MO/03-J18) – autofecundações artificiais realizadas das 9:00h às 10:00h, T7 – cruzamentos artificiais envolvendo apenas o parental 1 (acesso G-MO/03-J18) - autofecundações artificiais realizadas das 16:00h às 17:00h, T8 – cruzamentos artificiais envolvendo apenas o parental 1 (acesso G-MO/03-J18) – autofecundações artificiais realizadas das 18:00h às 19:00-h, T9 – cruzamentos artificiais envolvendo apenas o parental 2 (acesso 82FG09) - autofecundações artificiais realizadas das 7:00h às 8:00h, T10 – cruzamentos artificiais envolvendo apenas o parental 2 (acesso 82FG09) - autofecundações artificiais realizadas das 9:00h às 10:00h, T11 – cruzamentos artificiais envolvendo apenas o parental 2 (acesso 82FG09) - autofecundações artificiais realizadas das 16:00h às 17:00h, T12 – cruzamentos artificiais envolvendo apenas o parental 2 (acesso 82FG09) - autofecundações artificiais realizadas das 18:00h às 19:00h, T13 – Autofecundações naturais do parental 1 (acesso G-MO/03-J18) e T14 - Autofecundações naturais do parental 1 (acesso 82FG09).

MOURA, E. J. (2022) Hibridação artificial e desempenho agrônômico de guandu forrageiro nas condições edafoclimáticas do Cariri- PB

As variáveis respostas (características avaliadas) as quais foram submetidas a análise de variância são: - Peso de vagem (PV): no ato da colheita, as vagens resultantes de cada cruzamento artificial, referente a cada horário/período de realização (Tratamentos - T1, T2, T3 e T4 e as Testemunhas – T5, T6, T7, T8, T9, T10, T11 e T12) foram coletadas manualmente e colocadas separadamente em sacos de papel devidamente identificados. Ao final do experimento realizou-se a colheita de todas as vagens resultante da autopolinização natural devido a autogamia que é característica da espécie, mas também, de forma separada para cada tratamento T13 (G-MO/03-J18) e T14 (82FG09).

Todos os sacos de papel foram levados devidamente identificados e lacrados para o Laboratório (LAFISA). No LAFISA, para cada saco de papel contendo os diferentes tratamentos se retirou, após misturar no interior, uma amostra de 10 vagens ao acaso, sendo essas consideradas as 10 repetições para cada tratamento. Para a realização do peso de cada vagem foi utilizado balança de precisão.

Número de grãos por vagem (NGV): para cada saco de papel contendo os diferentes tratamentos se retirou após misturar no interior, uma amostra de 10 vagens ao acaso, em cada vagem dessa se procedeu a contagem de vagem em seu interior. Peso de 5 grãos (g) (P5G): Em cada saco de papel contendo os diferentes tratamentos foi realizada a retirada de 10 amostras aleatórias, contendo cada uma delas 5 grãos, resultando nas 10 repetições. Para a realização do peso de 5 grãos foi utilizado uma balança de precisão.

Para as características que foram submetidas à análise de variância, foi realizado o teste de agrupamento de médias, segundo Scott e Knott (5%) de probabilidade.

3. Resultados e Discussão

Entre os caracteres avaliados, apenas para peso de 5 grãos (g) (P5G) se observou efeito significativo pelo teste F a 1% de probabilidade para as diferentes fontes de variação (Tratamentos - T, Horário/Período - H e a Interação - H vs Testemunha - Test.), exceto para a fonte de variação Testemunha, a qual se observou interação significativa pelo teste F a 5% de probabilidade, nos dois experimentos (Tabela 1).

MOURA, E. J. (2022) Híbridação artificial e desempenho agrônômico de gandu forrageiro nas condições edafoclimáticas do Cariri- PB

Importante destacar, que embora tenha sido realizado dois experimentos, os resultados apresentaram-se coincidentes, provavelmente devido a não existência de efeito materno, pois o que muda entre um experimento e outro é qual acesso de gandu foi utilizado como genitor feminino (receptor de pólen) na realização dos cruzamentos artificiais envolvendo a híbridação entre os acessos de gandu G-MO/03-J18 e 82FG09, para os caracteres avaliados não se observa tal efeito materno, conforme já comentado. Assim, devido a coincidência entre os resultados, é possível apenas uma única análise.

Tabela 1 - Resumo das análises de variância (ANAVA) no experimento 01 (Exp. 01) e no experimento 02 (Exp. 02) para peso de vagem - PV (g), número de grãos por vagem (NGV) e peso de 5 grãos – P5G (g). Fonte: UFCG, Sumé, PB, 2020.

Fonte de Variação	GL	♂ G-MO/03-J18 X ♀ 82FG09			♂ 82FG09 X ♀ G-MO/03-J18		
		Quadrados Médios			Quadrados Médios		
		PV	NGV	P5G	PV	NGV	P5G
Tratamentos (T)	13	0,0073 ^{ns}	0,4181 ^{ns}	0,0052 ^{**}	0,0063 ^{ns}	0,6181 ^{ns}	0,0039 ^{**}
Horário/Período (H)	3	0,1635 ^{ns}	0,3583 ^{ns}	0,0120 ^{**}	0,0144 ^{ns}	0,6250 ^{ns}	0,0058 ^{**}
Testemunhas (Test.)	9	0,0043 ^{ns}	0,4667 ^{ns}	0,0020 [*]	0,0043 ^{ns}	0,5511 ^{ns}	0,0020 [*]
H vs Test.	1	0,0070 ^{ns}	0,1607 ^{ns}	0,0132 ^{**}	0,0001 ^{ns}	1,2007 ^{ns}	0,0156 ^{**}
Resíduo (R)	12 6	0,0098	0,5833	0,0001	0,0099	0,6548	0,0010
Médias		0,2899g	2,88	0,3961g	0,2941g	2,82	0,3967g
IV (%)		10,48	8,39	2,46	10,69	9,07	2,52

IV (%) - Índice de variação = CV/\sqrt{N}

^{ns}Não significativo, * e **Significativo a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste de F.

Como a fonte de variação “Horário/Período” foi significativo a 1% de probabilidade pelo teste F, é indicativo que há diferença entre os horários/períodos de realização de cruzamentos artificiais para o peso de 5 grãos (g) (P5G). Para as características peso de vagem (g) (PV) e número de grãos por vagem (NGV) não se observou diferença significativa para os horários/períodos de realização dos cruzamentos artificiais entre os acessos de feijão gandu (G-MO/03-J18 e 82FG09).

As estimativas dos índices de variação (IV) foram de 10,48%, 8,39%, 2,46%, 10,69%, 9,07% e 2,52% para o peso de vagem (g), número de grão por

MOURA, E. J. (2022) Hibridação artificial e desempenho agrônômico de gandu forrageiro nas condições edafoclimáticas do Cariri- PB

vagem e peso de 5 grãos (g), nos experimentos 01 e 02. Sendo oportuno destacar, que esses índices de variação permitem evidenciar uma boa precisão experimental. Neste sentido, embora sendo mais comum o uso do coeficiente de variação (CV), o uso do IV (%) tem vantagem ao CV (%) por não ignorar o número de repetições (Pimentel-Gomes, 2009).

Tabela 2 – Médias de peso de vagem – PV (g), número de grãos por vagem – NGV e peso de 5 grãos – P5G (g) de 14 tratamentos avaliados. Fonte: UFCG, Sumé, PB, 2020.

TRATAMENTOS	♂ G-MO/03-J18 X ♀ 82FG09						♂ 82FG09 X ♀ G-MO/03-J18					
	PV		NGV		P5G		PV		NGV		P5G	
T1- Cruzamentos Artificiais (C.A) (7h às 8h)	0,349	a*	3,1	a	0,4191	b	0,241	a	2,3	a	0,4015	b
T2- Cruzamentos Artificiais (9h às 10h)	0,284	a	2,7	a	0,4074	b	0,297	a	2,8	a	0,3960	b
T3- Cruzamentos Artificiais (16h às 17h)	0,340	a	2,8	a	0,4516	a	0,332	a	2,8	a	0,4495	a
T4- Cruzamentos Artificiais (18h às 19h)	0,268	a	2,7	a	0,3676	b	0,302	a	2,8	a	0,4028	b
Test. 1- (C.A) - Apenas G-MO/03 (7h às 8h)	0,291	a	2,6	a	0,4007	b	0,291	a	2,4	a	0,4007	b
Test. 2- (C.A) - Apenas G-MO/03 (9h às 10h)	0,323	a	3,1	a	0,3852	b	0,322	a	3,1	a	0,3852	b
Test. 3- (C.A) - Apenas G-MO/03 (16h às 17h)	0,316	a	2,9	a	0,4237	a	0,316	a	2,9	a	0,4237	a
Test. 4- (C.A) - Apenas G-MO/03 (18h às 19h)	0,290	a	2,6	a	0,3911	b	0,290	a	3,0	a	0,3911	b
Test. 5- (C.A) - Apenas 82FG09 (7h às 8h)	0,320	a	3,1	a	0,3768	b	0,319	a	2,7	a	0,3768	b
Test. 6- (C.A) - Apenas 82FG09 (9h às 10h)	0,269	a	2,7	a	0,3745	b	0,269	a	2,7	a	0,3745	b
Test. 7- (C.A) - Apenas 82FG09 (16h às 17h)	0,287	a	3,0	a	0,3947	b	0,287	a	3,0	a	0,3947	b
Test. 8- (C.A) - Apenas 82FG09 (18h às 19h)	0,285	a	2,8	a	0,3841	b	0,285	a	2,8	a	0,3841	b
Test. 9- Cruz. Naturais – Apenas G-MO/03	0,303	a	3,2	a	0,3864	b	0,303	a	3,2	a	0,3864	b
Test. 10- Cruz. Naturais – Apenas 82FG09	0,262	a	3,0	a	0,3827	b	0,262	a	3,0	a	0,3827	b

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

Pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade foi possível observar a formação de 2 grupos distintos para o caráter P5G, estando no grupo de maior desempenho o tratamento 3 (cruzamento artificial envolvendo os dois acessos) e a testemunha 3 (cruzamento artificial envolvendo apenas o acesso G-MO/03-J18). Neste sentido, é importante analisar o fato que a testemunha 7 (cruzamento artificial envolvendo apenas o acesso 82FG09) por algum motivo não esteve presente neste mesmo agrupamento de maior desempenho para o peso de 5 grãos (g) (P5G). Em dois caracteres (Peso de vagem e número de grãos por

MOURA, E. J. (2022) Hibridação artificial e desempenho agrônômico de guandu forrageiro nas condições edafoclimáticas do Cariri- PB

vagem) não se observou diferença significativa pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade (Tabela 2).

Avaliando alguns dos fatores ambientais monitorados durante o decorrer da pesquisa, mais precisamente a umidade relativa do ar média (%), tanto considerando esse dado climatológico obtido no início da realização dos cruzamentos artificiais, como no final, para o horário/período das 16:00h às 17:00h, se observa que a redução da umidade relativa do ar (%) poderia ser o motivo da explicação de um provável desempenho para o caráter peso de 5 grãos (g) quando se realiza cruzamentos artificiais entre os acessos de feijão guandu no horário/período.

Sendo possível verificar que o intervalo das estimativas obtidas para a umidade relativa do ar média tanto para aquelas obtidas no início da realização dos cruzamentos como no final (61 ± 2.4685 e $300 \ 53 \pm 2.3485$) (Tabela 3), não ocorre sobreposição dessas estimativas com aquelas obtidas nos outros horários/períodos, o que não se pode observar para as estimativas obtidas para temperatura média inicial e final ($^{\circ}\text{C}$) das 16:00h às 17:00h, pois ocorre algum tipo de sobreposição das estimativas de intervalos, considerando o erro padrão da média [(16h às 17h = $27 \pm 0.2602 \ 304$ e 25 ± 0.2977 - $24,7023$ a $27,260$ $^{\circ}\text{C}$) e (9h às 10h = 24 ± 0.3574 e 26 ± 0.3914 - $23,643$ a $305 \ 26,3914$ $^{\circ}\text{C}$)] (Tabela 3).

Bliss (1980), Vaid (1990) e Peternelli e Borém (1999) relatam que pode ser obtido maior sucesso nas hibridações em ambientes sem controle de temperatura e umidade, quando as polinizações são realizadas nos horários mais frescos da manhã (até as 10:00h) ou a tarde (a partir das 15:00h). Neste aspecto, é necessário evidenciar que os experimentos desses autores não foram realizados na região nordeste, e sim na região sudeste do Brasil, então pode haver comprometimento em comparação de horários, pois na região nordeste, a depender da época do ano as 15:00h da tarde ainda se observa temperaturas muito elevadas imprecisos ou não ser verificado coincidência em horários. Entretanto, resultado diferente foi observado por Pípolo Carpentieri *et al* (2001), onde não se observaram diferenças significativas entre o número de vagens formadas nos horários de 10:00, 12:00 e 15:00h.

Tabela 3 - Resumo de dados climatológicos obtidos durante a realização do experimento. Dados coletados no início e final dos horários/períodos de realização dos cruzamentos

MOURA, E. J. (2022) Hibridação artificial e desempenho agrônômico de guandu forrageiro nas condições edafoclimáticas do Cariri- PB

artificiais envolvendo os acessos de guandu G-MO/03-J18 e 82FG09. Fonte: UFCG, Sumé, PB, 2020.

Dados Climatológicos	Horário/Período de Realização de Cruzamentos Artificiais			
	7h às 8h	9h às 10h	16h às 17h	18h às 19h
Temperatura Mínima Inicial (°C)	18	21	24	22
Temperatura Máxima Inicial (°C)	22	27	28	26
Temperatura Média Inicial (°C)	20±0,2455 ^{1/}	24±0,3574	27±0,2602	24±0,2281
Temperatura Mínima Final (°C)	20	22	21	20
Temperatura Máxima Final (°C)	24	29	27	25
Temperatura Média Final (°C)	22±0,2259	26±0,3914	25±0,2977	23±0,2578
Umidade Relativa do Ar Mínima Inicial (%)	86	54	48	*
Umidade Relativa do Ar Máxima Inicial (%)	96	83	72	*
Umidade Relativa do Ar Média Inicial (%)	91±0,7609	71±1,5446	61±2,4685	*
Umidade Relativa do Ar Mínima Final (%)	74	48	40	*
Umidade Relativa do Ar Máxima Final (%)	85	78	63	*
Umidade Relativa do Ar Média Final (%)	80±0,9386	65±1,5649	53±2,3485	*
Mínimo de horas luz por dia		11h40min.		
Máximo de horas luz por dia		11h44min.		
Média de horas luz por dia		11h41min.		

^{1/}Erro Padrão da Média.

*Dados não obtidos.

Desta forma, percebe-se que há sobreposição de estimativas quando considera aquelas obtidas por intervalo e não pontual, pois o limite superior de uma, coincide com limite inferior de outra (Tabela 3). Entretanto seria prematuro afirmar que o fato da redução da umidade relativa do ar média (%) pode ser um fator que venha a proporcionar um melhor desempenho para realização de cruzamentos artificiais do guandu, pois conforme já comentado, para os outros caracteres não se observou esse comportamento, e também, é preciso observar que uma comparação importante seria avaliar as estimativas obtidas desse dado climatológico (umidade relativa do ar média) no horário/período das 16:00h às 17:00h com as obtidas no horário/período das 18:00h às 19:00h, devido a tendência de redução de temperatura média acompanhada de redução de umidade relativa do ar média semelhante à obtida no horário/período das 16:00h às 17:00h, mas não foi possível a obtenção dessas estimativas para os

MOURA, E. J. (2022) Hibridação artificial e desempenho agrônômico de guandu forrageiro nas condições edafoclimáticas do Cariri- PB

horários/períodos das 18:00h às 19:00h (Tabela 3). Neste sentido, seria oportuno destacar que os cruzamentos artificiais noturnos apresentam uma desvantagem do ponto de vista operacional, pois a noite há muito incômodo pela presença de insetos o que torna atividade por parte do operador uma dificuldade.

Por fim, é preciso destacar que o conjunto de resultados obtidos na pesquisa, possibilita encontrar mais sustentações, no sentido de refutar a possibilidade de haver um melhor horário/período do dia para realização de cruzamentos artificiais, e que não se tem evidências plausíveis para afirmar que exista efeito expressivo de fatores ambientais como a temperatura (°C) e umidade relativa do ar (%), no sentido de implicar sobre a eficiência da fertilização (geração de sementes) resultante dos cruzamentos artificiais realizados no programa de melhoramento de guandu para fins forrageiro em região do Cariri Paraibano.

4. Conclusões

É indicativo que há diferença entre os horários/períodos de realização dos cruzamentos artificiais para peso de 5 grãos.

Efeitos de fatores ambientais como temperatura e umidade relativa do ar não provocaram diferenças de fertilização resultantes de cruzamentos artificiais realizados nos horários de 7:00h às 8:00h, das 9:00h às 10:00h, das 16:00h às 17:00h e das 18:00h às 19:00 horas, para os caracteres peso de vagens (g), número de grãos por vagem e para peso de 5 grãos.

MOURA, E. J. (2022) Hibridação artificial e desempenho agrônômico de guandu forrageiro nas condições edafoclimáticas do Cariri- PB

5. Referências

- Antunes IF, Teixeira MG, Zimmermann MJO (1980) Maximização da eficiência de cruzamentos artificiais em feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Boletim Técnico:** Embrapa Arroz e Feijão, n.16, p.4.
- Bliss FA (1980) Common Bean. In: Fehr WR. (coord.) Hybridization of crop plants. Madison: 417 **American Society of Agronomy-Crop Science Society of America**, p.273-84.
- Carpentiere-Pípulo V, Vizoni E, Giroto JCM (2001) Determinação do melhor período para realização de cruzamento artificial em feijão-vagem, *Phaseolus vulgaris* L., em Londrina, Estado do Paraná. **Acta Scientiarum**, 23: 5, p.1191-1193.
- Nucci LA (1940) Hibridação artificial no feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) Campinas: Instituto Agrônômico do Estado de São Paulo, **Boletim técnico** n.84.
- Peternelli LA, Borém A (1999) Hibridação artificial em feijão. In: Borém A (Ed.) **Hibridação artificial de plantas**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa – UFV, p.269-294.
- Pimentel-Gomes F (2009) **Curso de estatística experimental**. 15. ed., Piracicaba: Fealq, 2009, 430 451 p. 431
- Saxena KB, Singh L, Gupta M (1990) Variation for natural out-crossing in pigeon pea. **Euphytica**, 46: 143-148.
- Scott AJ, Knott MA (1974) A cluster analysis method for grouping means in the analyses of variance. **Biometrics**, Raleigh, 30:3, p.507-512.
- Souza FHD, Frigeri F, Moreira A, Godoy R (2007) **Produção de sementes de guandu**. Documentos 69. 1ª Edição. São Carlos - SP: Embrapa Pecuária Sudeste, 2007.
- Vaid K (1990) Factors in artificial crossing of dry beans (*Phaseolus vulgaris* L.). **Legume Res.**, Kamal, 13:2, p.87-88.

MOURA, E. J. (2022) Hibridação artificial e desempenho agrônômico de guandu forrageiro nas condições edafoclimáticas do Cariri- PB