



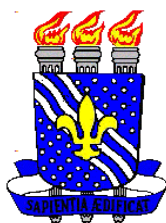
**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAIBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

DISSERTAÇÃO

**FISIOLOGIA DO CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO DE FRUTOS
E SEMENTES DE *Phaseolus vulgaris* L.**

SAMARA DAYSE DA LUZ AYRES

2018



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA



FISIOLOGIA DO CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO DE FRUTOS
E SEMENTES DE *Phaseolus vulgaris* L.

SAMARA DAYSE DA LUZ AYRES

Sob a Orientação da Professora

Dra. Riselane de Lucena Alcântara Bruno

e Co-orientação do Professor

Dr. Ademar Pereira de Oliveira

Dissertação submetida como requisito
para obtenção do grau de **Mestre em**
Agronomia, no Programa de Pós-
Graduação em Agronomia.

Areia, PB

Fevereiro de 2018

*Ficha Catalográfica Elaborada na Seção de Processos Técnicos da
Biblioteca Setorial do CCA, UFPB, Campus II, Areia – PB.*

A985f Ayres, Samara Dayse da Luz.

Fisiologia do crescimento e desenvolvimento de
frutos e sementes de *Phaseolus vulgaris* L. / Samara
Dayse da Luz Ayres. - Areia, 2018.
55 f. : il.

Coorientação: Ademar Pereira de Oliveira.
Dissertação (Mestrado) - UFPB/CCA.

1. Cultivar Macarrão Trepador. 2. Cultivar
Rasteiro Fartura. 3. Maturidade fisiológica.
I. Título

UFPB/CCA-AREIA

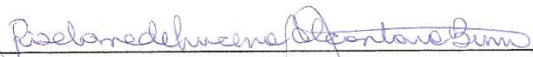
UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

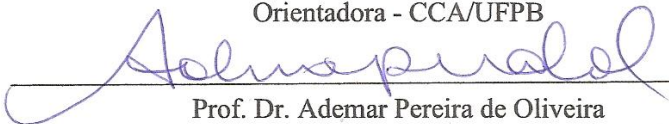
**TÍTULO: FISIOLOGIA DO CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO DE
FRUTOS E SEMENTES DE *Phaseolus vulgaris* L.**

SAMARA DAYSE DA LUZ AYRES

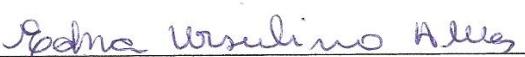
Aprovado como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE em
AGRONOMIA (Agricultura Tropical) pela comissão examinadora:


Prof.ª. Dra. Riselane de Lucena Alcântara Bruno

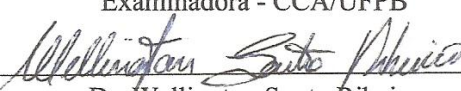
Orientadora - CCA/UFPB


Prof. Dr. Ademar Pereira de Oliveira

Co-orientador - CCA/UFPB


Prof.ª. Dra. Edna Ursulino Alves.

Examinadora - CCA/UFPB


Dr. Wellington Souto Ribeiro

Examinador - PNPd/CNPq/UFV

Data de realização: 28 de Fevereiro de 2018

Presidente da Comissão Examinadora
Dra. Riselane de Lucena Alcântara Bruno
Orientadora

“Crê em ti mesmo, age e verá os resultados. Quando te esforças, a vida também se esforça para te ajudar. ”

Chico Xavier

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida e por estar comigo em todos os momentos;

A Nossa Senhora, por todas as vezes que intercedeu por mim;

A CAPES, pela oportunidade e concessão da bolsa de estudo;

Ao Programa de Pós Graduação em Agronomia, pela oportunidade de realização do curso;

A Universidade Federal da Paraíba, especialmente ao Centro de Ciências Agrárias, por ser sempre a minha segunda casa;

A empresa HORTIVALE, pela doação das sementes utilizadas em meu experimento;

A minha mãe Telma Maria da Luz Ayres, por sempre estar ao meu lado, acreditar na minha capacidade, e nunca me deixar desistir, por todo amor que me foi dado dedico tudo que conquistei até hoje;

A meu pai Sátiro Coêlho Ayres, por sempre acreditar no meu potencial, por todo amor que recebo até hoje;

A minha irmã Tamyres Dysa da Luz Ayres, por ser minha melhor amiga, sempre me auxiliando e me aconselhando com todo amor;

A minha avó Maria da Luz Nascimento, que durante toda minha vida foi minha segunda mãe, me educar, acreditar em mim e me acolher em todos os momentos;

A meu namorado Luan Nunes de Melo, por todo amor, paciência e companheirismo comigo;

A professora Riselane de Lucena Alcântara Bruno, por todos os ensinamentos, pela confiança em meu trabalho, pela paciência e compreensão que me foi prestada, por todo aprendizado profissional e pessoal o qual levarei para toda vida, muito obrigada;

Ao professor Ademar Pereira de Oliveira, pela disponibilidade de co-orientação, e me acolher tão bem em sua sala, sempre que recorri;

A professora Edna Usurlino Alves, pela grande profissional, por ser tão carinhosa todas as vezes que precisei;

Ao Doutor Wellington Souto Ribeiro, pelos ensinamentos e apoio a pesquisa;

Ao professor Ariosvaldo Nunes de Medeiros, por me receber tão bem em seu laboratório;

Aos meus amados amigos Izabela Nunes do Nascimento, Mirelly Miguel Porcino, Michelle Gonçalves de Carvalho e Cristine Ágrine Pereira dos Santos que estão sempre me acompanhando na vida acadêmica e pessoal;

Aos amigos que ganhei na pós-graduação Mayara Andrade Souza, Caroline Marques Rodrigues, Ronimeire Torres da Silva, Maria de Fátima Queiroz Lopes, Miguel Avelino Barbosa Neto, Emanuel da Costa Alves, Lucy Cleide da Silva, Adilson dos Santos Freire, Edlânia Maria de Souza, Maria das Graças Rodrigues do Nascimento,

Rosemere dos Santos Silva, Kaline Nascimento, Jackson Silva Nóbrega, Fernando Santos Araújo e todos os colegas do Laboratório de Análise de Sementes e demais laboratórios que me receberam de portas abertas;

A amiga Karialane da Silva Belarmino, pela paciência e disponibilidade de passar seus conhecimentos, e pela sua grande parceria e companheirismo durante todo meu percurso, você foi mais que uma amiga;

A amiga Maria Lúcia Maurício da Silva, pela sua amizade, pelos seus conselhos e por tudo que vivenciamos neste pouco tempo de convivência, você foi fundamental;

Aos funcionários do Laboratório de Análise de Sementes, Rui Barbosa da Silva e Severino Francisco dos Santos;

Aos funcionários do Laboratório de Análise de Alimentos, Seu Zé Salles e Juraci Marcos Alves Suassuna;

Aos funcionários da Fazenda Chã do Jardim, Fã, Vavá, Jó, Churiu e Luan;

Enfim, agradeço a todos que direta e indiretamente estavam presentes nesta caminhada, guardarei comigo cada palavra e gesto de carinho que recebi durante todo este percurso acadêmico.

Obrigada a todos!

LISTA DE ABREVIATURAS

CF-	Comprimento do Fruto
CONAB-	Companhia Nacional de Abastecimento
CPA-	Comprimento da parte aérea
CR-	Comprimento Raiz
CS-	Comprimento da semente
DAA-	Dias após a antese
DAE-	Dias após a emergência
EF-	Espessura do fruto
ES-	Espessura da semente
FDA-	Fibra em detergente ácido
FDN-	Fibra em detergente neutro
FP-	Florescimento pleno
G-	Teste de germinação
INMET-	Instituto Nacional de Meteorologia
IVG-	Índice de velocidade de germinação
LF-	Largura do fruto
LIG-	Lignina
LS-	Largura da Semente
MSF-	Massa seca do fruto
MSPA-	Massa seca da parte aérea
MSR-	Massa seca da raiz
MSS-	Massa seca da semente
MST-	Matéria Seca Total
NSV-	Número de sementes por vagem
PB-	Proteína Bruta
PC-	Peso de cem sementes
PCG-	Primeira contagem da germinação
R-	Valor do R estimado no gráfico
R ² -	Valor do R-quadrado no gráfico
TAF-	Teor de água do fruto
TAS-	Teor de água da semente
TMG-	Tempo médio de germinação

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Características das cultivares de feijão vagem ‘Macarrão Trepador’ e ‘Rasteiro Fartura’ Areia, Paraíba, 2017.....	11
Tabela 2. Análise química do solo antes da instalação do experimento, Areia, Paraíba, 2017	11
Tabela 3. Descrição da ANOVA, para as variáveis (Germinação (G), primeira contagem de germinação (PCG), índice de velocidade de germinação (IVG), tempo médio de germinação (TMG), comprimento raiz (CR), comprimento parte aérea (CPA), massa seca raiz (MSR), massa seca parte aérea (MSPA)), em diferentes épocas de colheita, Areia, Paraíba, 2017.....	46
Tabela 4. Descrição da ANOVA para as variáveis biométricas (comprimento, espessura, largura e teor de água) do fruto e da Semente de feijão vagem (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.), em diferentes épocas de colheita, Areia, Paraíba, 2017	46
Tabela 5. Descrição da ANOVA para as variáveis química (massa seca total, proteína bruta, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido e lignina), em diferentes épocas de colheita, Areia, Paraíba, 2017	46

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Precipitação (mm) e temperatura (°C) no período de realização do experimento de Junho a Novembro (INMET, 2017).	12
Figura 2. Marcação das flores em antese (A) e frutos em desenvolvimento (B) de <i>Phaseolus vulgaris</i> , Areia, Paraíba, 2017	13
Figura 3. Coloração dos frutos de <i>Phaseolus vulgaris</i> cultivares ‘Rasteiro Fartura’ e ‘Macarrão Trepador’ durante a maturação, sendo caracterizada a antese 0 (a), 5 (b), 10 (c), 15 (d), 20 (e), 25 (f), 30 (g) e 35 (h) dias após a antese; Areia-PB, 2017	18
Figura 4. Coloração de sementes de <i>Phaseolus vulgaris</i> cultivares ‘Rasteiro Fartura’ e ‘Macarrão Trepador’ durante a maturação, sendo caracterizada a antese 0 (a), 5 (b), 10 (c), 15 (d), 20 (e), 25 (f), 30 (g) e 35 (h) dias após a antese; Areia-PB, 2017	20
Figura 5. Número de sementes (A), comprimento (B), espessura (C) e largura (D) de vagem (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.), em diferentes épocas de colheita, Areia, Paraíba, 2017.....	21
Figura 6. Biometria de sementes (comprimento, A, espessura, B e largura, C), de feijão vagem (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) em diferentes épocas de colheita, Areia, Paraíba, 2017.....	23
Figura 7. Teor de água de frutos e sementes de feijão vagem (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.), em diferentes épocas de colheita, Areia, Paraíba, 2017	23
Figura 8. Peso de cem sementes de feijão vagem (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) em diferentes épocas de colheita, Areia, Paraíba, 2017	24
Figura 9. Massa Seca de frutos e sementes de feijão vagem (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.), em diferentes épocas de colheita, Areia, Paraíba, 2017	25
Figura 10. Dados referentes à Germinação (A), Primeira Contagem de Germinação (B), Índice de Velocidade de Germinação (C) e Tempo médio de germinação (D) de feijão vagem (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.), em diferentes épocas de colheita, Areia, Paraíba, 2017	26
Figura 11. Comprimento de raiz (A), parte aérea (B), massa seca raízes (C) e parte aérea (D) de feijão vagem (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.), em diferentes épocas de colheita, Areia, Paraíba, 2017	28

Figura 12. Dados referentes à Massa Seca total de frutos (com sementes) de feijão vagem (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.), em diferentes épocas de colheita, Areia, Paraíba, 2017	29
Figura 13. Quantificação de Proteína Bruta (PB), Fibra em Detergente Neutro (FDN), Fibra em Detergente Ácido (FDA) e Lignina (LIG) em frutos de feijão vagem (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.), colhidos em diferentes épocas Areia, Paraíba, 2017	30

SUMÁRIO

LISTA DE ABREVIATURAS.....	viii
LISTA DE TABELAS.....	ix
LISTA DE FIGURAS	x
RESUMO.....	3
ABSTRACT	4
INTRODUÇÃO.....	5
REFERENCIAL TEÓRICO.....	7
1. Características gerais - cultura do feijão vagem.....	7
1.2 Maturação fisiológica.....	8
1.3 Composição química	9
MATERIAL E MÉTODOS.....	11
2. Instalação do campo de produção e práticas culturais	11
2.1 Maturação fisiológica do feijão vagem	12
2.2 Colheita do feijão vagem.....	13
2.3 Caracterização física de frutos e sementes de feijão vagem	13
2.3.1 Biometria de frutos e sementes	13
2.3.2 Peso de cem sementes	14
2.3.3 Coloração de frutos e sementes.....	14
2.3.4 Teor de água de frutos e sementes.....	14
2.3.5 Massa seca de frutos e sementes	14
2.4 Caracterização fisiológica de sementes de feijão vagem	14
2.4.1 Teste de germinação.....	14
2.4.2 Índice de velocidade, primeira contagem e tempo médio de germinação.	15
2.5 Análise química dos frutos	15
2.6 Análise estatística	16
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	17

CONCLUSÕES	32
REFERÊNCIAS	33
ANEXO	46

AYRES, Samara Dayse da Luz. **Fisiologia do crescimento e desenvolvimento de frutos e sementes de *Phaseolus vulgaris* L.** 2018. 55f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Centro de Ciências Agrárias - Universidade Federal da Paraíba (CCA-UFPB), Areia - PB, 2018. Orientadora: Riselane de Lucena Alcântara Bruno.

RESUMO

Phaseolus vulgaris L. é a leguminosa mais importante para o consumo no mundo, podendo ser consumida na forma de grãos ou vagem. Objetivou-se com este trabalho avaliar a fisiologia do crescimento e desenvolvimento de frutos, sementes e plântulas de duas cultivares de feijão vagem, ‘Macarrão trepador’ e ‘Rasteiro fartura’. O trabalho de campo foi realizado no módulo de Olericultura, pertencente ao Campus II da UFPB em Areia-PB. As colheitas das vagens iniciaram-se aos cinco dias após a antese (DAA), quando 50% das flores estavam abertas, a partir de então, ocorreram intervalos a cada cinco dias, totalizando sete colheitas de vagens. As vagens foram conduzidas ao Laboratório de Análise de Sementes do Centro de Ciências Agrárias, UFPB, Areia-PB. O delineamento experimental utilizado no laboratório foi inteiramente ao acaso (DIC). Para a germinação das sementes e análise química dos frutos, as amostras foram retiradas a partir da terceira colheita. As variáveis analisadas foram: peso de cem sementes, primeira contagem de germinação, germinação, tempo médio de germinação, comprimento e massa seca de raiz e parte aérea, proteína bruta, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido e lignina. A maturidade fisiológica das sementes da cultivar ‘Macarrão Trepador’ ocorre aos 35 DAA, já a cultivar ‘Rasteiro Fartura’ aos 37 DAA, período no qual as sementes se encontram com o máximo de matéria seca e o mínimo teor de água. A composição química das sementes de ambas as cultivares é semelhante, exceto lignina, onde aos 25 DAA as sementes da cultivar ‘Rasteiro Fartura’ obtiveram valores superiores a cultivar ‘Macarrão Trepador’. As variáveis massa seca de sementes, primeira contagem de germinação, germinação e tempo médio de germinação foram eficientes para auxiliar na determinação da maturidade fisiológica das sementes.

Palavras-chave: Cultivar Macarrão Trepador, Cultivar Rasteiro Fartura, Maturidade fisiológica.

AYRES, Samara Dayse da Luz. **Growth physiology and fruit and seed development of *Phaseolus vulgaris* L.** 2018. 55 f. Dissertation (Masters in Agronomy) - Centro de Ciências Agrárias - Universidade Federal da Paraíba (CCA-UFPB), Areia - PB, 2018. Advisor: Riselane de Lucena Alcântara Bruno.

ABSTRACT

The *Phaseolus vulgaris* species important worldwide, it can be consumed in the form of beans or pods. The aim of this study was to evaluate the physiological growth and development of the fruits, seeds and seedlings of the Snap bean cultivars 'Macarrão Trepador' and 'Rasteiro Fartura'. The field experiment was carried out in the Olericultura module at the Olho d'Água belonging to the Campus II of the UFPB, Areia - Paraíba, Brazil. The harvesting began five days after the opening of 50% of the flowers, with intervals of every five days, totaling seven harvestings. The fruits were sent to the The Laboratório de Análise de Sementes of the Centro de Ciências Agrárias, UFPB, Areia-PB. The experimental design used in the laboratory was a completely randomized design (CRD). For seed germination and fruit analysis, the samples were taken from the third harvesting. The following variables were evaluated: Weight of one hundred seeds, first germination counting, germination, average time for germination, length and root and shoot dry matter, crude protein, neutral detergent fiber, acid detergent fiber and lignin. The physiological maturity was verified at 35 DAA (Days after anthesis) for the cultivar 'Macarrão Trepador and 37 DAA for 'Rasteiro Fartura', a period in which the seeds are with the maximum dry matter and the minimum water content. The chemical composition of both cultivars is similar, with the exception of lignin-like, which presented at 25 DAA for the 'Rasteiro Fartura' cultivar higher values compared to the cultivar 'Macarrão Trepador'. The seed dry matter, first germination counting, germination and, average time for germination were efficient to determine the physiological maturity of the seeds.

Keywords: Cultivar 'Macarrão Trepador', Cultivar 'Rasteiro Fartura', Physiological maturity.

INTRODUÇÃO

As leguminosas são importantes para alimentação humana, devido aos diversos benefícios à saúde, por isso fazem parte das dietas alimentícias em todo o mundo (ARNOLDI et al., 2014; PATTO et al., 2014; HANUMANTHARAO et al., 2016), sendo a espécie *Phaseolus vulgaris* L., uma das mais consumidas, e tida como um dos alimentos básicos, principalmente na América Latina e África (PARREIRA et al., 2016). Sua produção mundial é de aproximadamente 12 milhões de toneladas por ano, é um alimento rico em proteínas, carboidratos, vitaminas (principalmente do complexo B), ferro, cálcio, magnésio, fósforo, zinco, fibras e compostos fenólicos (SILVA et al., 2009; LOVATO et al., 2017), além de possuir importante atividade biológica, incluindo antioxidante, antimicrobiano, anti-hiperglicêmico e efeitos anticancerígenos (LOS et al., 2018).

Esta espécie constitui-se como um dos alimentos mais antigos da humanidade, com mais de 30 espécies do gênero *Phaseolus*, onde o ‘feijão comum’ encontra-se mais largamente distribuído, ocupando mais de 90% da área com feijões no mundo (BROUGHTON et al., 2003; MORALES, 2006; HNATUSZKO-KONKA et al., 2014). De acordo com a FAO (2017), o mesmo é conhecido por diferentes nomes em várias partes do mundo, tais como feijão francês, feijoeiro, feijão instantâneo, feijão corredor, feijão, podendo ser cultivado como cultura de vegetais para frutos frescos ou colhido para sementes. No Brasil, nos anos de 2014 e 2015, foram produzidos 3,2 milhões de toneladas, com uma produtividade média de 1050 kg ha⁻¹ (CONAB, 2015).

Como o plantio de *Phaseolus vulgaris* L. é realizado por sementes, é necessário que todo material seja sadio e tratado com fungicidas, com o intuito de reduzir ou eliminar fungos associados à semente (KIMATI, 2011; SOLDATELLI et al., 2017). Dessa forma, o estudo de maturação de sementes é essencial, devido utilizar as características físicas e fisiológicas como: tamanho da semente, teor de água, conteúdo de matéria seca, germinação e o vigor (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012). A partir do conhecimento desses fatores, pode-se determinar a época ideal para colheita de frutos, caso contrário, pode ocasionar uma aceleração na deterioração das sementes, causando problemas no armazenamento de sementes (ALENCAR et al., 2008; SMANIOTTO et al., 2014).

Segundo Popinigis (1985), “ponto de maturidade fisiológica” é quando a semente apresenta o máximo valor de massa seca, germinação e vigor, ou seja, quando as sementes apresentam a máxima qualidade fisiológica. Já com relação aos parâmetros de determinação da maturidade fisiológica dos frutos, estes correspondem ao avanço de diversos processos fisiológicos, bioquímicos e estruturais que resultam em mudanças de tamanho, cor e sabor (MOING et al., 1998; OPARA, 2000; NUNES et al., 2009; FAWOLE; OPARA, 2013).

Diante do exposto, o objetivo do trabalho foi avaliar as alterações físicas, fisiológicas e químicas, que ocorrem durante o processo de maturação de frutos e sementes do feijão vagem e, estabelecer a época mais adequada para a colheita das sementes às condições do município de Areia - PB.

REFERENCIAL TEÓRICO

1. Características gerais - cultura do feijão vagem

A origem do gênero *Phaseolus* e sua diversificação primária ocorreu nas Américas (DEBOUCK, 1991). O feijão-vagem é uma hortaliça pertencente à mesma espécie botânica do feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.), que produz grãos secos (FILGUEIRA, 2008), mas que difere da mesma, devido suas vagens serem comercializadas *in natura* (PEIXOTO et al., 1997). É uma leguminosa de grande impacto social, devido a suas características nutricionais como proteínas, carboidratos, vitaminas e minerais (CASTRO-GUERRERO et al., 2016), além de ser a leguminosa mais consumida no mundo (BLAIR et al., 2010). Possui extensa riqueza genética, desenvolvida e preservada por várias gerações de agricultores (HERNÁNDEZ et al., 2013), apesar disso, nas áreas de cultivo de feijão, o plantio é realizado aleatoriamente, ou seja, é plantado em condições ambientais desfavoráveis para a cultura como escassez de chuva e ausência de fertilizantes minerais (CALZADA et al., 2017).

O Brasil ocupa a terceira posição mundial de maior produtor e consumidor de *Phaseolus vulgaris* L., com cerca de 26,8 milhões de toneladas ao ano (FAO, 2017), desempenhando um papel essencial no cenário social e econômico. Para o feijoeiro do tipo comum, entre os anos de 2016 e 2017 a produtividade foi de 1.069 kg ha⁻¹, destacando-se os Estados do Paraná, Minas Gerais e Mato Grosso como os maiores produtores brasileiros, alcançando valores na ordem de 710,5; 535,0 e 414,0 mil toneladas, respectivamente. Quanto a região Nordeste a produção total foi de 679,1 mil toneladas, sendo a Bahia o maior produtor com 269,1 mil toneladas, seguido do Ceará (111,4) mil toneladas (CONAB, 2017); na região é considerado uma das principais espécies cultivadas de subsistência, fazendo parte da dieta de populações carentes que residem na zona rural (FRANCISCO et al., 2016).

O feijão vagem se desenvolve em solos com textura média, boa fertilidade, não compactados, profundos, boa drenagem, alto teor de matéria orgânica e pH entre 5,6 a 6,8 (ALMEIDA et al., 2014), a temperatura recomendada para o cultivo é entre 10 e 25 °C, entretanto pode ser cultivado em temperaturas acima de 35 °C (GONZAGA, 2014).

1.2 Maturação fisiológica

A maturação de sementes ocorre devido a acontecimentos sequenciais, desde sua fertilização, até serem independentes da planta mãe (MARCOS FILHO, 2015), esses acontecimentos são essenciais para melhorar as características de qualidade e identificar a fase que ocorre maior produção de reservas (DEVIC; ROSCOE, 2016). Durante o processo ocorre à síntese de compostos protetores que auxiliam a semente a sobreviver ao seu estado seco; em *Phaseolus vulgaris* quando as sementes estão maduras o endosperma é totalmente absorvido pelos cotilédones, tornando-se o principal órgão de armazenamento; seu revestimento desenvolve-se a partir do endurecimento do tegumento, ocasionado pela morte celular e compressão do revestimento da semente durante todo processo de maturação (FEURTADO, 2017), começando com a fase de transição, seguindo para o crescimento do embrião e enchimento da semente, por fim se encerra com a fase de dessecação, onde o embrião entra em estado quiescente, permitindo sua sobrevivência sob diferentes condições ambientais (GUTIERREZ et al., 2007).

A identificação do ponto ideal de colheita é fundamental, pois quanto maior for o tempo da planta no campo após a maturação, maior será a perda de sementes durante a colheita, podendo comprometer 50% do plantio se não for realizada no momento certo, dessa forma, as sementes devem ser colhidas próximo do tempo fisiológico de maturidade (ARRIEL et al., 2007; FERREIRA et al., 2017). No entanto, quando realizada precocemente resulta em baixa longevidade e baixo vigor, isto por que nem todas as características de vigor da semente foram desenvolvidas (LEPRINCE et al., 2016). Além disso, a identificação do ponto ideal de maturidade fisiológica e, o momento ideal de colheita de sementes, tem sido tarefa difícil para determinadas espécies, requerendo estudos mais aprofundados (BRAGANTE et al., 2018).

Dessa forma, são utilizados alguns atributos básicos nas sementes e frutos, como, idade e coloração de ambos, para serem analisados os níveis máximos de germinação e vigor, bem como identificar características sanitárias, para obter sementes com mínimo de deterioração (NASCIMENTO et al., 2006; JUSTINO et al., 2015). Também é utilizado para determinação da maturidade fisiológica, modificações externas

de frutos e sementes, como, variação no teor de água, vigor, acúmulo de massa seca e transformação bioquímica dos mesmos (LAZAROTTO et al., 2011, MATA et al., 2013; MULLER et al., 2016), sendo importantes na determinação da época ideal de colheita, processamento, secagem e armazenamento (AGUIAR et al., 2007; SCHULZ et al., 2017).

A secagem, por exemplo, precisa ser realizada na época correta para garantir alta germinação após a colheita e armazenamento, isto por que a longevidade das sementes depende de sua qualidade, podendo ser afetada durante todo processo de produção (BORTEY; DZOMEKU, 2016), além disso estratégias de colheita precoce e sistematizada, vem se tornando frequente em casos em que as sementes estão expostas a chuva, ou condições ambientais desfavoráveis após atingir a maturidade fisiológica (CASTRO et al., 2016). Sendo assim, é necessário colher as sementes antes que elas estejam completamente maduras, pois, garantirá a colheita antes da dispersão (HAY; PROBERT, 2013; LEPRINCE et al., 2016).

1.3 Composição química

O feijão comum é uma cultura que pode ser utilizada para diversificação de renda em propriedades rurais, porque é uma leguminosa com grãos ricos em proteínas e aminoácidos (SILVA; SILVEIRA, 2004), tornando-se um excelente alimento, por fornecer nutrientes essenciais ao ser humano, como proteínas, ferro, cálcio, magnésio, zinco, vitaminas (principalmente do complexo B), carboidratos e fibras. Além disso, consiste em um produto com importância econômica e social, por representar a principal cultura de produção e alimentação para os pequenos agricultores (SOARES, 1996; BERGER et al., 2008).

Algumas leguminosas possuem no tegumento de suas sementes substâncias hidrofóbicas como cutina, cera, lignina, materiais pécticos insolúveis, quinona e suberina que as tornam impermeáveis (COPELAND, 1976; ROLSTON, 1978; NAKAGAWA et al., 2005; VOLL et al., 2010). A impermeabilidade causada por estas substâncias é resultado de modificações na estrutura micelar das membranas que restringe à embebição das sementes, causando a desidratação das paredes celulares do tegumento (MARCOS FILHO, 2005; ABREU et al., 2012).

O feijão, de modo geral, também possui alto teor de proteínas, quando comparado com os cereais, possui características positivas, se tornando fundamental principalmente na alimentação de pessoas que sofrem de doenças, a exemplo da doença de Crohn e síndrome do intestino curto, o que dificulta a absorção de proteínas na forma ativa (PACHECO et al., 2005). Quanto ao *Phaseolus vulgaris* do tipo preto, os hidrolisados de proteína, podem ser utilizados como ingredientes protetores de base, com alta atividade antioxidante e alta digestibilidade em dietas especiais (EVANGELHO et al., 2016), além da proteína presente no feijão, outro composto ativo é as fibras, na qual tem ligação direta sobre a saúde de quem consumir, (DÍAZ-BATALLA et al., 2006). A fibra, apesar de não ter valor nutritivo, fornece a ferramenta necessária para os movimentos peristálticos do intestino, além de proporcionar uma sensação de saciedade no organismo no momento das refeições (CECCHI, 2003; DAMODARAN et al., 2010).

A análise de fibra em detergente ácido (FDA) é constantemente utilizada para a determinação da lignina, não sendo recomendável para quantificação em termos nutricionais, uma vez que tem hemicelulose, que ao contrário da fibra em detergente neutro (FDN) isola este polissacarídeo juntamente com a celulose e lignina, como meio de quantificar os componentes isolados de fibra (MERTENS, 1997; SILVA; QUEIROZ, 2002; MACEDO JÚNIOR et al., 2007). Para um bom desenvolvimento de cultivares de feijão e boa produtividade, a determinação do teor de fibra é fundamental e em sementes sua maior concentração encontra-se no tegumento dos grãos (LONDERO et al., 2008).

MATERIAL E MÉTODOS

2. Instalação do campo de produção e práticas culturais

O campo para produção de sementes foi instalado no módulo de Olericultura, na fazenda experimental Olho d'água, do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba (CCA-UFPB), Areia, Paraíba, Brasil (06°57'30" S, 35°45'33,8" W, altitude de 503 m). As sementes de feijão vagem utilizadas foram das cultivares, 'Rasteiro Fartura' e 'Macarrão Trepador', doadas pelas HORTIVALE (Tabela 1).

Tabela 1. Características das cultivares de feijão vagem 'Macarrão Trepador' e 'Rasteiro Fartura' Areia, Paraíba, 2017

Cultivares	TC	C (dias)	IC (dias)
Macarrão Trepador	Indeterminado	100-120	60
Rasteiro Fartura	Determinado	100-120	50

TC – tipo de crescimento; C-ciclo; IC- índice de colheita.

Fonte: Manual Técnico - Cultivo de Hortaliças 2011 - abcsem / Catálogo Hortivale

Antes da instalação do campo de produção, foram coletadas amostras de solo, na camada 0-20 cm, para análise química (Tabela 2), em que a interpretação e recomendação de adubação de plantio e cobertura, foram realizadas de acordo com o Manual de Pernambuco, 2ª aproximação (CAVALCANTI, 2008).

Tabela 2. Análise química do solo antes da instalação do experimento, Areia, Paraíba, 2017

Atributos químicos										
pH ¹	P	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H ⁺ +Al ³⁺	SB	CTC	M.O
	mg dm ⁻³	----- cmol _c dm ⁻³ -----				-----				g kg ⁻¹
5,7	41,14	0,15	0,05	1,69	0,96	0,0	1,14	2,85	3,99	14,78

¹H₂O (1:2,5); P – fósforo; K⁺ - potássio; Na⁺ - sódio; Ca²⁺ - cálcio; Mg²⁺ - magnésio; Al³⁺ - alumínio; H⁺ + Al³⁺ - acidez potencial; SB- soma de bases; CTC - capacidade de troca catiônica; M.O – matéria orgânica.

O espaçamento dos canteiros foi de 1 m e 0,40 m entre plantas, sendo semeadas quatro sementes com profundidade de 3 cm. Após a emergência, foi realizado o desbaste, deixando duas plantas/cova. Os dados mensais de precipitação pluviométrica e temperatura dos meses de julho a novembro foram obtidos no site do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2017), conforme se observa na Figura 1.

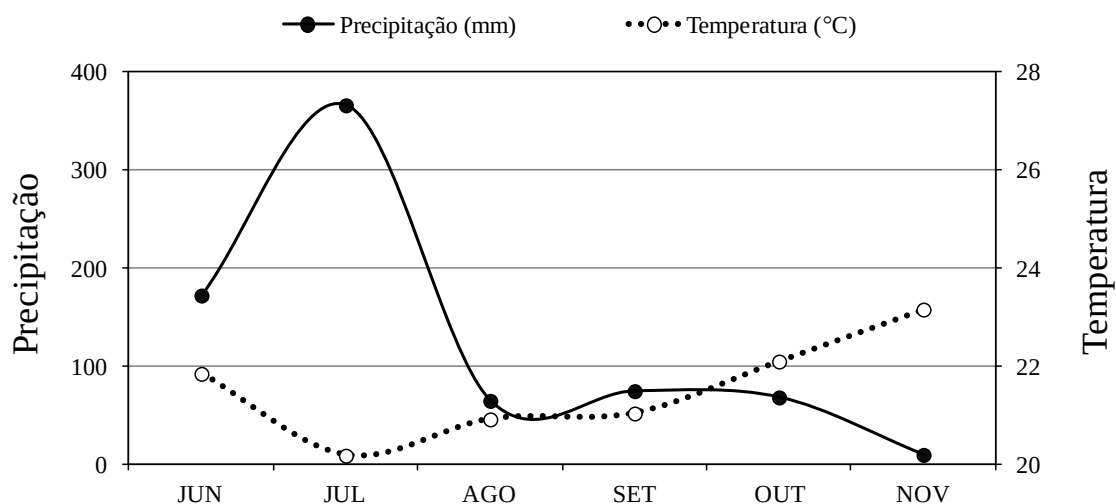


Figura 1. Precipitação (mm) e temperatura (°C) no período de realização do experimento de Junho a Novembro (INMET, 2017).

O controle de plantas daninhas foi realizado com auxílio de enxadas e as regas foram por gotejamento para ambas as cultivares. Aos 20 dias após a semeadura (DAS) foram colocados tutores para a ‘cultivar Macarrão Trepador’.

2.1 Maturação fisiológica do feijão vagem

O início da marcação das flores de feijão vagem ‘Rasteiro Fartura’ e ‘Macarrão Trepador’, ocorreu durante a antese, 40 dias após a semeadura, quando 50% das plantas estavam com as flores abertas. A marcação ocorreu diariamente até o último dia de floração, onde a marcação era realizada com uma fita de cor diferente, para facilitar a colheita dos frutos (Figura 2).

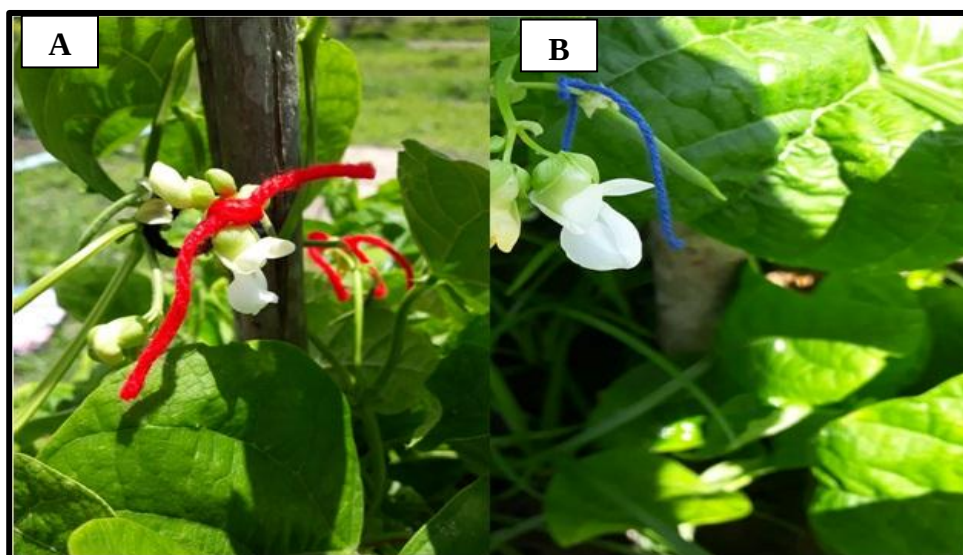


Figura 2. Marcação das flores em antese (A) e frutos em desenvolvimento (B) de *Phaseolus vulgaris*, Areia, Paraíba, 2017

2.2 Colheita do feijão vagem

A colheita dos frutos foi realizada em intervalos de cinco dias após a antese (5, 10, 15, 20, 25, 30, 35 DAA), totalizando sete colheitas, para ambas as cultivares, foi utilizado uma tesoura manual para auxiliar no corte. Após a colheita, os frutos foram acondicionados em sacos plásticos e levados ao Laboratório de Análise de Sementes (LAS), do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba. A determinação da umidade, assim como a avaliação da qualidade fisiológica de sementes foi determinada a partir da terceira (15 DAA) colheita, por que aos 5 e 10 DAA as sementes não estavam totalmente formadas.

2.3 Caracterização física de frutos e sementes de feijão vagem

2.3.1 Biometria de frutos e sementes

Foram utilizados 100 sementes e 100 frutos, para determinação do comprimento, largura e espessura, as medições foram realizadas em todas as épocas de colheita (5, 10, 15, 20, 25, 30, 35 DAA) com paquímetro digital de precisão 0,01 mm, do quinto até o trigésimo quinto DAA.

2.3.2 Peso de cem sementes

O peso de 100 sementes foi calculado pela multiplicação do peso médio obtido em oito subamostras por 10, totalizando 80 sementes seguindo a metodologia descrita por Brasil (2009) para o peso de 1000 sementes.

2.3.3 Coloração de frutos e sementes

A coloração de frutos e sementes foi determinada através da elaboração de uma carta de cores para classificação dos frutos e sementes, de acordo com a época de maturação, tanto para as vagens, como para as sementes.

2.3.4 Teor de água de frutos e sementes

Determinado pelo método da estufa a 105 ± 3 °C durante 24 horas (BRASIL, 2009), utilizando-se quatro subamostras de frutos (5 frutos/amostra) e sementes (25 sementes/amostra). Cada fruto foi seccionado e dividido em três porções para assim facilitar a retirada da água do seu interior.

2.3.5 Massa seca de frutos e sementes

A massa seca dos frutos e sementes foi determinada em conjunto com o teor de água, em todas as épocas de colheita (5, 10, 15, 20, 25, 30, 35 DAA) para frutos e a partir da terceira colheita (15, 20, 25, 30, 35 DAA) para sementes. Os frutos e sementes foram colocados em estufa regulada (105 ± 3 °C) por 24 horas, em seguida o material foi pesado em balança analítica e os resultados expressos em gramas (GUIMARÃES et al., 1998).

2.4 Caracterização fisiológica de sementes de feijão vagem

2.4.1 Teste de germinação

O teste de germinação foi realizado ao final de cada colheita, com 100 sementes (quatro repetições de 25 sementes) em papel germitest[®] previamente esterilizado e colocado, na forma de rolos, em B.O.D. (*Biological Oxygen Demand*) à temperatura constante de 25 °C e fotoperíodo de 12 horas. O substrato (papel) foi umedecido com água destilada na quantidade equivalente a 2,5 vezes o seu peso seco.

2.4.2 Índice de velocidade, primeira contagem e tempo médio de germinação

As contagens diárias foram realizadas conjuntamente ao teste de germinação. Após a primeira contagem de germinação, também foi calculado o índice de velocidade de germinação (IVG), de acordo com a equação proposta por Maguire (1962).

$IVG = (G_1/N_1) + (G_2/N_2) + (G_3/N_3) + \dots + (G_n/N_n)$, em que:

IVG = índice de velocidade de germinação,

$G_1, G_2, G_3, \dots, G_n$ = número de plântulas computadas na primeira, segunda, terceira e última contagem;

$N_1, N_2, N_3, \dots, N_n$ = número de dias da semeadura à primeira, segunda, terceira e última contagem.

O tempo médio de germinação (TMG) e primeira contagem de germinação (PCG) foi calculado, de acordo com a equação proposta por Labouriau (1983).

$TMG = \Sigma (n_i t_i) / \Sigma n_i$, em que:

TMG = tempo médio de germinação (dias);

n_i = número de sementes germinadas no intervalo entre cada contagem;

t_i = tempo decorrido entre o início da germinação e a última contagem.

O número de plântulas normais de cada repetição foi avaliado diariamente do 5º dia ao 9º dia (Brasil, 2009). As plântulas foram medidas com régua e os resultados expressos em cm/plântula. Posteriormente, as plântulas de cada repetição foram colocadas em sacos de papel e submetidas à secagem em estufa a 65 °C até atingirem seu peso constante, sendo os resultados expressos em mg/plântula.

2.5 Análise química dos frutos

Os frutos foram colocados em estufa a 55° C por 72 horas, até atingirem seu peso constante, em seguida, foram encaminhadas para o Laboratório de Análise de Alimentos e Nutrição Animal (LAANA), da UFPB, Areia – PB.

A proteína bruta (PB) foi determinada pelo método de Kjeldahl (AOAC, 1990); enquanto a matéria seca (MS), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina de acordo com Van Soest et al. (1991).

2.6 Análise estatística

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e regressão polinomial, testando-se o modelo linear e quadrático, sendo selecionado para explicar os resultados, o modelo significativo de maior ordem. As variáveis estudadas foram analisadas, utilizando-se o programa de análises estatísticas Sisvar 5.3, desenvolvido pela Universidade Federal de Lavras – UFLA.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A coloração dos frutos durante o desenvolvimento variou de verde escura a alaranjada e verde escura a verde amarelada para as cultivares ‘Macarrão Trepador’ e ‘Rasteiro Fartura’, respectivamente (Figura 3). Esse fato é justificável e comprovado por Michelangeli et al. (2013), ao evidenciam que a dinâmica da cor das vagens em *Phaseolus vulgaris* L., correspondente as duas fases claras, sendo a primeira coloração predominante verde estável nos primeiros estágios de desenvolvimento, coincidindo também com o desenvolvimento da semente, e a segunda fase que ocorre a perda da clorofila, onde o verde dar lugar ao amarelo e em estágios ainda mais avançados tons de marrom-amarelado em vagens de feijão.

Conforme Ferrari (2012), a coloração verde clara foi predominante, e se correlaciona a outra pesquisa, com variabilidade genética utilizando 22 acessos de *Phaseolus lunatus* L. a coloração verde também predominou (GUIMARÃES et al., 2007). A variação na coloração de frutos e sementes pode ser indicador de qualidade da semente, sendo importante para definir o tempo de colheita (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012). A coloração é importante, pois auxilia na diferenciação das cultivares (NOBRE et al., 2012). Em trabalhos de Almeida et al. (2014), os autores observaram em 27 linhagens de feijão vagem coloração primária (roxa – 70 % e amarela – 30 %) e coloração secundária em sua maioria roxa – 60 %, diferindo dos encontrados neste trabalho.

As sementes, em seu último estágio de maturação (Figura 4) estavam com coloração esbranquiçada para ambas as cultivares. De acordo com Nolêto e Andrade (2012) a coloração do tegumento do grão, se encaixa nas características de determinação da classe do feijão comum, no Grupo I, por possuir 97 % dos grãos com coloração branca. A determinação da coloração é importante em diversos aspectos, e Silva et al. (2015) a coloração do tegumento de *Phaseolus lunatus* (variou de branca, preta listrada, roxa pintada, preta e creme) foi utilizada para diferenciar as linhagens das espécies. Essa transição da coloração com o avanço dos dias de maturidade fisiológica, indica o início da senescência das vagens, o fim da fase de crescimento rápido da semente e aceleração da dessecação de vagens e sementes (MICHELANGELO et al., 2013).

Figura 3. Coloração dos frutos de *Phaseolus vulgaris*, cultivares ‘Rasteiro Fartura’ e ‘Macarrão Trepador’, durante a maturação, sendo realizada a colheita aos 0 (a), 5 (b), 10 (c), 15 (d), 20 (e), 25 (f), 30 (g) e 35 (h) dias após a antese; Areia- PB, 2017



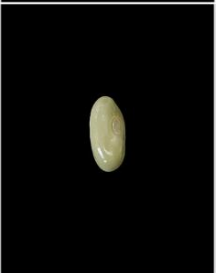
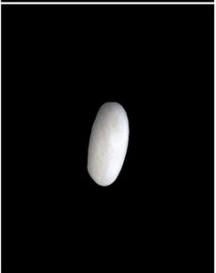
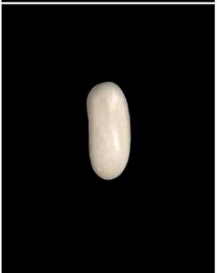
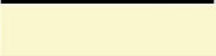
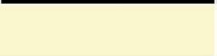
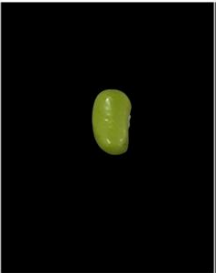
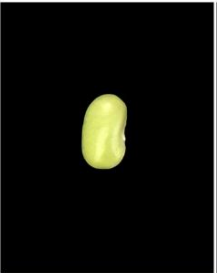
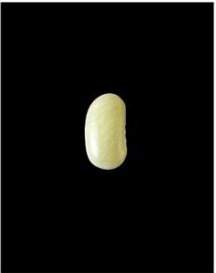
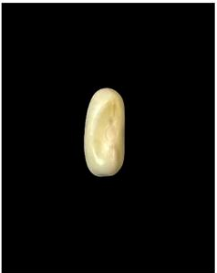
	ANTESE (A)	5 DIAS (B) T- Verde Escura R- Verde Escura	10 DIAS (C) T- Verde Média R- Verde Escura	15 DIAS (D) T- Verde Média R- Verde Escura	20 DIAS (E) T- Esbranquiçada R- Verde Média	25 DIAS (F) T- Esbranquiçada R- Verde Clara	30 DIAS (G) T- Branca R- Verde Clara	35 DIAS (H) T- Branca R- Esbranquiçada
TREPADOR								
								
RASTEIRO								
								

Figura 4. Coloração de frutos e sementes de *Phaseolus vulgaris*, cultivares ‘Rasteiro Fartura’ e ‘Macarrão Trepador’, durante a maturação, sendo realizada a colheita aos 0 (a), 5 (b), 10 (c), 15 (d), 20 (e), 25 (f), 30 (g) e 35 (h) dias após a antese; Areia-PB, 2017

Com relação ao número de sementes por fruto, os dados não se ajustaram aos modelos estatísticos testados (Figura 5A), porém, apresentaram, em torno, de seis sementes por fruto, o mesmo que os encontrados pelo autor Meza et al. (2012) com *Phaseolus vulgaris*, isso se deve ao fato do tamanho das vagens, peculiaridade esta de grande relevância, uma vez que a ocorrência de qualidade máxima de semente durante o desenvolvimento e sua associação com as características são fatores importantes para definir o tempo de colheita ideal (VIDIGAL et al., 2011).

Os valores de comprimento, espessura e largura dos frutos aumentaram com o seu desenvolvimento, onde na cultivar ‘Rasteiro Fartura’ foi observado o maior comprimento dos frutos (149,83 mm) aos 25 DAA, entretanto o ‘Macarrão Trepador’, obteve os maiores valores de espessura (11,07 mm) e largura (10 mm) aos 25 DAA. Para a cultivar ‘Rasteiro Fartura’, aos 27 e 26 DAA os valores de espessura e largura de frutos foram na ordem de 7,32 e 8 mm, respectivamente (Figuras 5A, 5B, 5C e 5D).

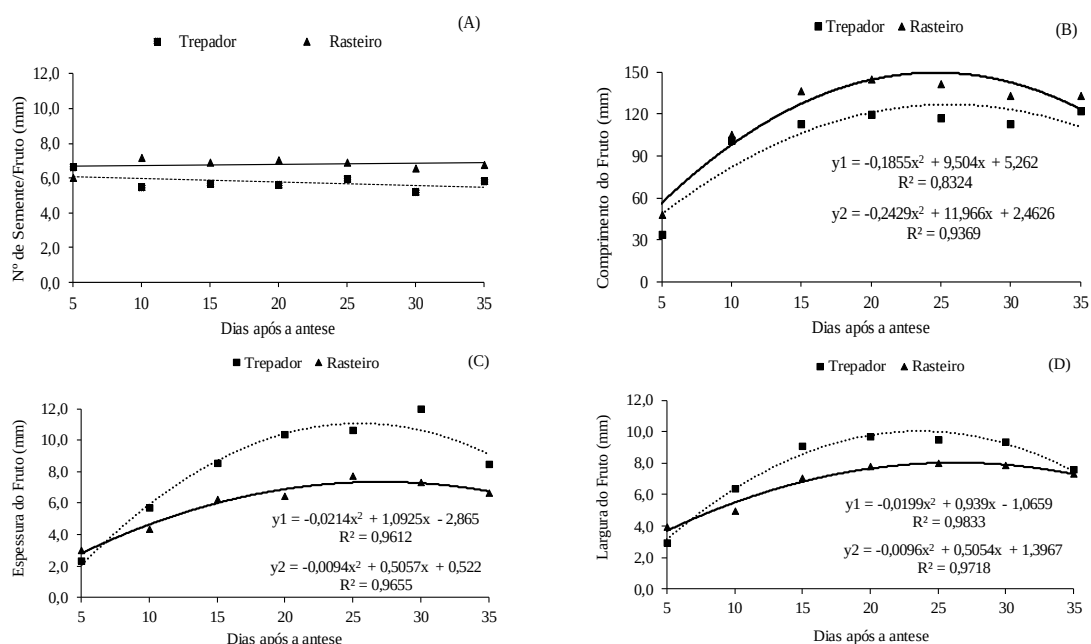


Figura 5. Número de sementes (A), comprimento (B), espessura (C) e largura (D) de vagem (*Phaseolus vulgaris* L.), em diferentes épocas de colheita, Areia, Paraíba, 2017

Em trabalhos de Michelangeli et al. (2013), os frutos de feijão mostraram um rápido crescimento entre os dias 12 a 15 DAA, decorrente de um alongamento e consequentemente o comprimento final da vagem sendo atingido. Segundo os autores, o

genótipo Calima apresentou 12,7 cm e o Jamapa 8,8 cm, eles mencionam que o fim do alongamento da vagem marca o início de crescimento das sementes e o declínio da cor, sendo assim são indicadores confiáveis e importantes para transições de desenvolvimento da semente, podendo ser utilizado como aspecto para determinar o crescimento reprodutivo em feijão comum.

Essas dimensões diminuem com o passar dos dias após a antese, e tendem a estabilizar ou diminuir no final do processo de frutificação (DIAS et al., 2006). Estes resultados se assemelham aos encontrados por Oliveira et al. (2015) com valores de largura média das vagens para Mudubim de Rama (10,0 mm), Preto de Rama (9,8 mm), Manteiguinha (9,6 mm) e Quarentão (9,2 mm) que são cultivares de feijão-Caupi. Em feijão verde, as cultivares estudadas apresentaram valores de espessura das vagens entre 1,85 e 1,82 cm, se aproximando aos apresentados nesta pesquisa (LÓPEZ et al., 2015).

Com relação à biometria das sementes, a cultivar ‘Macarrão Trepador’ obteve os maiores valores de comprimento (14,23 mm) aos 27 DAA, espessura (6,1 mm) e largura (6,4 mm) aos 26 DAA (Figura 6A, 6B e 6C). Por outro lado, a cultivar ‘Rasteiro Fartura’ o comprimento foi maior aos 31 DAA (11,55 mm), espessura aos 30 DAA (4,9 mm) e a largura aos 29 DAA (5,59 mm). Segundo Carvalho e Nakagawa (2012) com o tempo, ocorre uma diminuição em suas dimensões, isso se deve ao fato da desidratação natural das sementes, uma vez que durante a respiração ocorre perda da umidade, de acordo com os autores, sementes maiores possuem um maior potencial de poder germinativo e vigor, devido possuírem embriões bem formados e, por conseguinte, maiores quantidades de reserva.

Pesquisa desenvolvida por Advíncula et al. (2015), com variedades de *Phaseolus vulgaris*, os resultados se assemelham aos desta pesquisa, apresentando comprimento (17,45 mm), largura (11,45 mm) e espessura (5,50 mm). O crescimento das sementes segue um padrão típico de três fases na maturação, a fase inicial que ocorre entre 15-18 DAA, a fase de crescimento rápido que dura entre 36-42 DAA, seguindo de uma fase constante (MICHELANGELI et al., 2013).

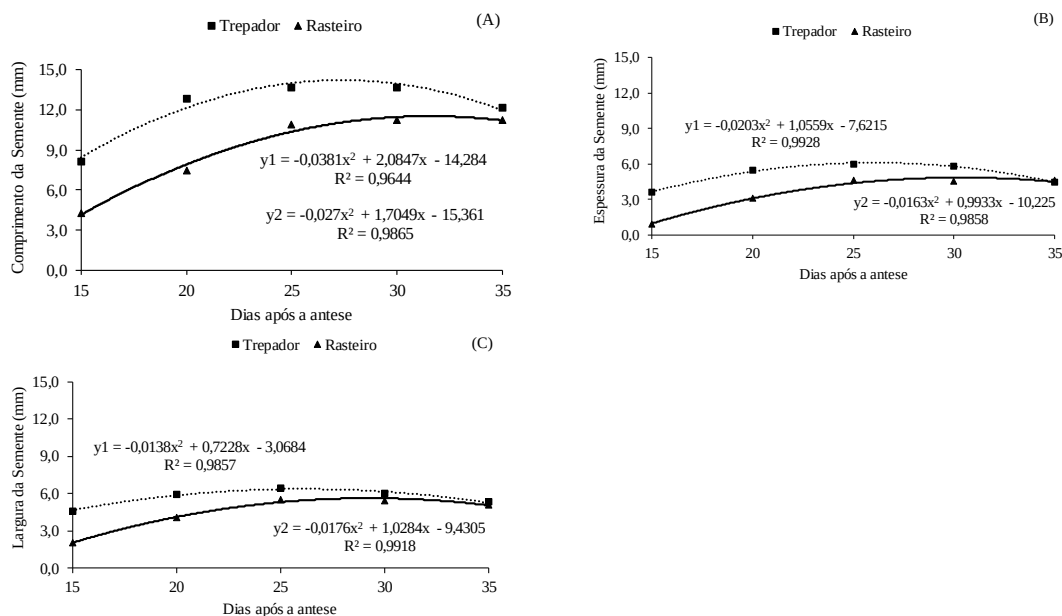


Figura 6. Biometria de sementes (comprimento, A, espessura, B e largura, C), de feijão vagem (*Phaseolus vulgaris* L.) em diferentes épocas de colheita, Areia, Paraíba, 2017

O teor de água dos frutos foi maior aos 16 DAA (96%) para a cultivar ‘Macarrão Trepador’ e aos 14 DAA (94%) para a cultivar ‘Rasteiro Fartura’, ocorrendo decréscimos até os 35 DAA, respectivamente (Figura 7A). Com relação ao teor de água das sementes, para a cultivar ‘Macarrão Trepador’ seu ponto máximo ocorreu aos 17 DAA (82,0%) registrando-se decréscimos até os 35 DAA, enquanto para a cultivar ‘Rasteiro Fartura’ houve ajuste ao modelo linear decrescente em função da época de colheita (Figura 7B).

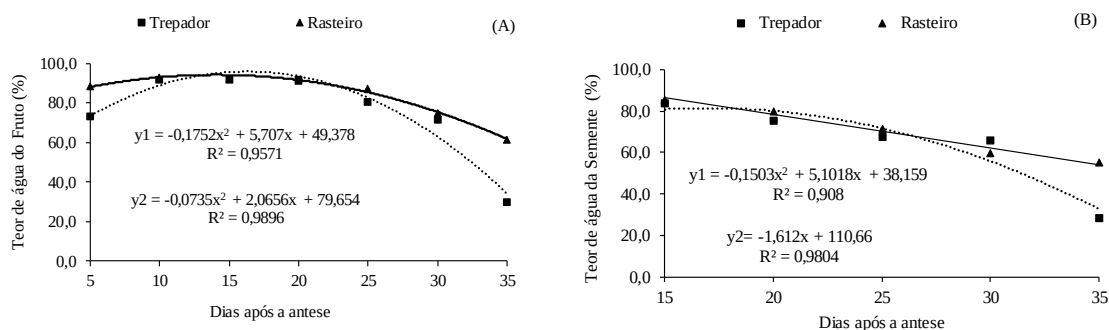


Figura 7. Teor de água de frutos e sementes de feijão vagem (*Phaseolus vulgaris* L.), em diferentes épocas de colheita, Areia, Paraíba, 2017

Em cultivares de feijão Caupi, Nogueira et al. (2014) constataram resultados semelhantes, sendo na primeira data de colheita (10 DAA- 87,2%) o ponto máximo de teor de água, e com o passar dos dias foram ocorrendo decréscimos na segunda (14 DAA- 53,6%) e terceira colheita (26 DAA- 12%). Em trabalhos de Botelho et al. (2010) com as cultivares BRS Majestoso e BRS Horizonte, na primeira colheita das sementes aos 70 dias após a emergência (DAE), o teor de água variou de 70% a 80%, ocorrendo uma redução gradativa até os 90 DAE com 16%. Por outro lado, em trabalhos de Sumathi e Srimathi, (2015) com *Psoralea corylifolia*, o teor de umidade aos 3 DAA tanto da vagem (87,2%) como da semente (84,3%) diminui com o passar dos dias de maturidade fisiológica (33,6/ 30,1%) aos 18 DAA respectivamente. Isto se deve ao fato de que a semente, quando em desenvolvimento, continua absorvendo água até atingir a maturidade fisiológica (ZANAKIS et al., 1994; SILVA et al., 2012).

Quanto ao peso de cem sementes (Figura 8), o ponto máximo ocorreu aos 28 DAA (4,89 g) para a cultivar ‘Macarrão Trepador’, já a outra cultivar ajustou-se ao modelo linear crescente.

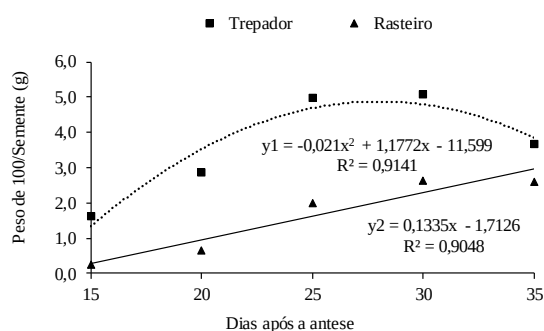


Figura 8. Peso de cem sementes de feijão vagem (*Phaseolus vulgaris* L.) em diferentes épocas de colheita, Areia, Paraíba, 2017

Em trabalhos de Oliveira et al. (2015) com feijão Caupi as cultivares Manteiguinha Roxo (7,7 g), Manteiguinha (5,5 g) e Preto de Rama (7,7 g), diferem das cultivares Mudubim de Rama (30,5 g) e Quarentão (25,0 g).

Outra pesquisa desenvolvida com Pimenta Bode Vermelha (*Capsicum chinense* Jacq.) constatou-se que o peso de mil sementes aumentou de acordo com os dias de maturidade fisiológica (GONÇALVES et al., 2015), o que difere dos últimos estágios de maturação da cultivar ‘Macarrão Trepador’, que configura certo decréscimo.

Segundo Silva et al. (2017) o peso das sementes varia de acordo com o estágio de maturação, e pode estar relacionado com o vigor das mesmas.

Os dados se correlacionam com os valores de germinação e IVG, destacando que as sementes mais pesadas possuem também mais reservas químicas, e na maioria dos casos proporcionam maior vigor, aumentando assim, o percentual de germinação (VINHAL-FREITAS et al., 2011; SANTOS et al., 2015).

O ponto máximo de massa seca de frutos foi aos 29 DAA e 30 DAA aumentando gradativamente a partir dos 5 DAA para ambas as cultivares. Para massa seca de sementes, ocorreu um ajuste ao modelo linear crescente em função da época de colheita, fato justificável pelo decorrer da maturação dos frutos, pois resulta em um aumento da massa seca (Figura 9 A e B).

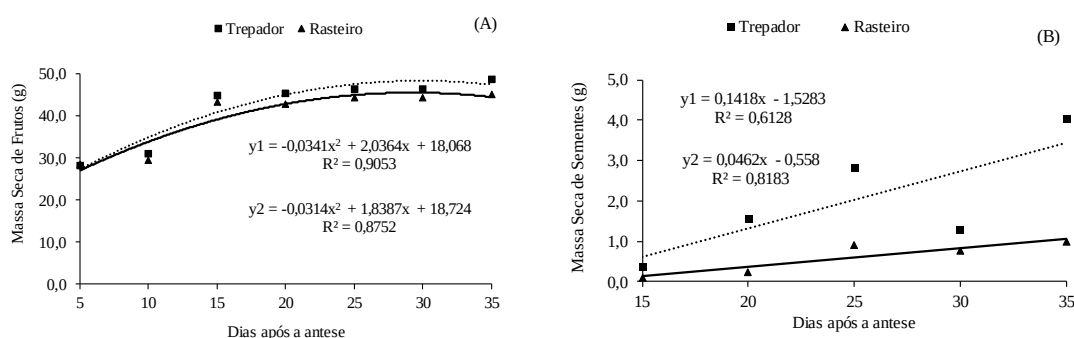


Figura 9. Massa Seca de frutos e sementes de feijão vagem (*Phaseolus vulgaris* L.), em diferentes épocas de colheita, Areia, Paraíba, 2017

O aumento da massa seca acontece por causa do acúmulo de metabólitos translocados da planta para as sementes durante a maturação (BEWLEY et al., 2013; GONÇALVES et al., 2015). À medida que ocorre uma redução no teor de água na semente e frutos, simultaneamente acontece um acúmulo de massa seca nos últimos dias de colheita, e para obtenção de sementes de alta qualidade fisiológica é necessária uma maior atenção na época ideal, sendo recomendado no momento que ocorra a maturação por completo (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

Em trabalhos de Ferreira et al. (2017) com sementes de Gergelim, o ponto máximo de massa seca coincidiu com o máximo de germinação (52 DAA e 54 DAA), com tendência a diminuir, o que indica, que após atingir fisiologicamente maturidade, as sementes de Gergelim começam o processo de deterioração, ou seja,

sementes expostas a condições ambientais descontroladas no campo, podem afetar a qualidade das mesmas quando a maturidade fisiológica é atingida (HARTMANN FILHO et al., 2017), em contrapartida, de acordo com os mesmos autores, ao estudar sementes de soja, eles observaram que as mesmas passam por uma secagem natural quando ainda estão fisicamente conectadas a planta principal, e afirmam que é uma forma em que a espécie passa a adquirir tolerância a dessecação.

Com relação a cultivar ‘Macarrão Trepador’ e ‘Rasteiro Fartura’, o ponto máximo de germinação (94%) ocorreu aos 35 DAA, conjuntamente com IVG e TMG, a cultivar ‘Rasteiro Fartura’ apresenta um ciclo um pouco prolongado quando comparado com o ‘Macarrão Trepador’, pois seu ponto máximo de maturação tendência crescer (Figura 10 A). Pelos dados, percebe-se que as sementes de feijão vagem, de ambas cultivares só germinam a partir dos 17 DAA após a antese. A primeira contagem de germinação (PCG) para a cultivar ‘Rasteiro Fartura’ se ajustou ao modelo linear crescente, e a outra cultivar não se ajustou a nenhum modelo de equação (Figura 10A, C e D).

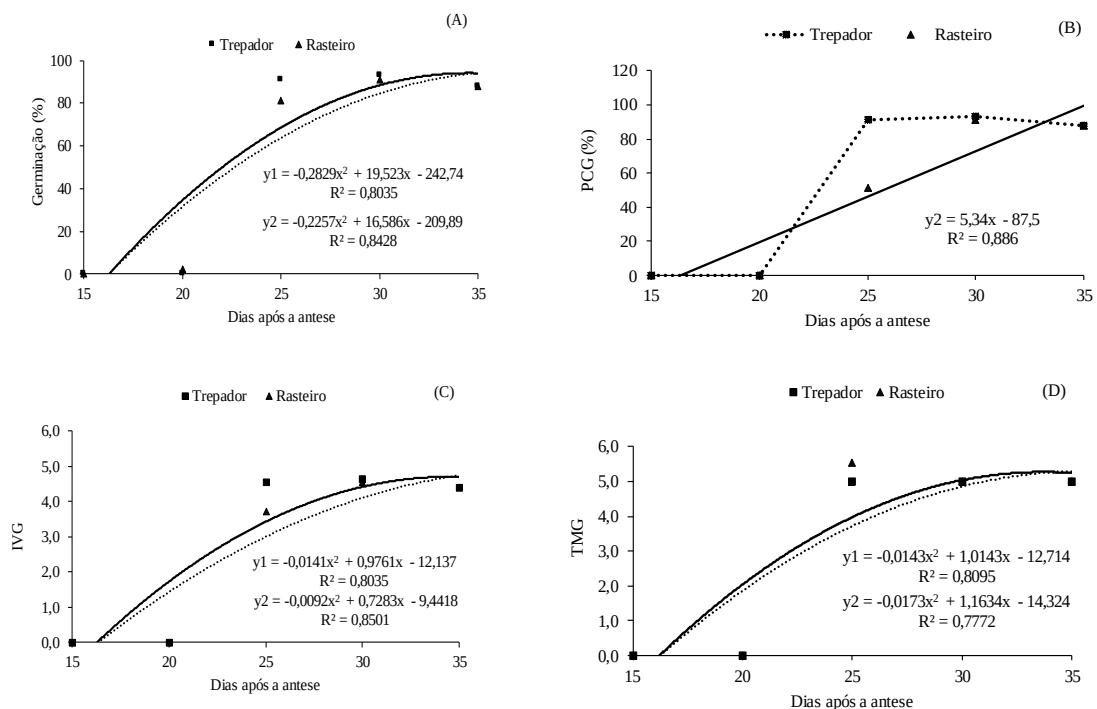


Figura 10. Dados referentes à Germinação (A), Primeira Contagem de Germinação (B), Índice de Velocidade de Germinação (C) e Tempo médio de germinação (D) de feijão vagem (*Phaseolus vulgaris* L.), em diferentes épocas de colheita, Areia, Paraíba, 2017

O fato das sementes não ter germinado aos 10 DAA e 15 DAA é justificável pela presença de inibidores como o ácido abscísico que em altas concentrações podem impedir a germinação precoce, favorecendo a acumulação de reservas e maturação embrionária (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012). Em trabalho Kermode (2005), Nogueira et al. (2014) com sementes de feijão Caupi, observaram que não ocorre germinação aos 10 DAA, e sim a partir dos 14 DAA, sendo da terceira colheita (18 DAA-92%) até a última, a porcentagem de germinação mantida estável e alta até os 22 DAA e 26 DAA. Porém, a maior porcentagem de germinação e primeira contagem de germinação ocorreu entre a segunda e terceira colheita 14 DAA e 18 DAA. Por outro lado, trabalhos de Sumathi e Srimathi (2015) com *Psoralea corylifolia*, observaram que o ponto máximo de germinação ocorreu aos 18 DAA, com declínio subsequente na germinação. Lopes e Soares (2006), observaram que o tempo médio de germinação para a espécie *Miconia cinnamomifolia*, decresce conforme a porcentagem da germinação aumenta e suas sementes levam em média 67 dias para atingir a germinação total de 62%.

Com relação aos dados de comprimento de raiz das plântulas, a cultivar ‘Macarrão Trepador’ atingiu ponto máximo aos 33 DAA (14 cm), e da cultivar ‘Rasteiro Fartura’ houve ajuste ao modelo linear crescente. O comprimento da parte aérea para a cultivar ‘Macarrão Trepador’, obteve ponto máximo aos 31 DAA (10 cm) e para cultivar ‘Rasteiro Fartura’ houve um crescimento linear (Figura 11A e B).

Os resultados da massa seca da parte aérea, para ambas cultivares se adequaram ao modelo quadrático, obtendo-se aos 32 e 35 DAA (3,51g e 1,62g) para as cultivares ‘Macarrão Trepador’ e ‘Rasteiro Fartura’, respectivamente. Para massa seca de raízes, ocorreu um ajuste ao modelo linear crescente para ambas as cultivares (Figura 11C e D).

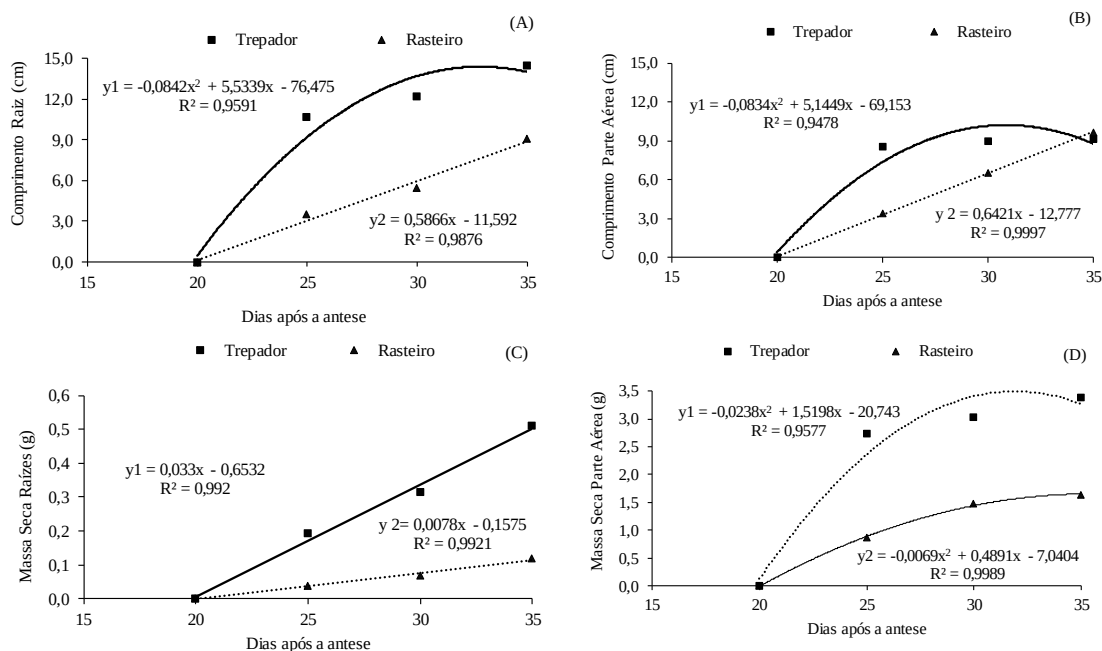


Figura 11. Comprimento de raiz (A), parte aérea (B), massa seca raízes (C) e parte aérea (D) de feijão vagem (*Phaseolus vulgaris* L.), em diferentes épocas de colheita, Areia, Paraíba, 2017

Trabalhos de Sumathi e Srimathi (2015) com *Psoralea corylifolia*, observaram crescimento máximo de raiz aos 18 DAA (112mm) e comprimento da parte aérea de 85 mm, simultaneamente ocorreu um aumento correspondente da massa seca das plântulas. De acordo com Coelho et al. (2010) sobre o potencial fisiológico de sementes, afirmam que quanto maior a germinação e o comprimento de raiz primária, menor os danos sobre a integridade das membranas para feijão Crioulo. Nogueira et al. (2014) encontraram em feijão Caupi para comprimento e massa seca de parte aérea e raízes, valores de ponto máximo aos 14 e 18 DAA.

Com relação às análises químicas, inicialmente foi determinada a quantidade de matéria seca total (MST) após a pré-secagem (Figura 12). Não houve diferença entre os frutos de ambas cultivares, alcançando aos 19 e 17 DAA uma MST de 6,0% e 8,0% para a cultivar ‘Rasteiro Fartura’ e ‘Macarrão Trepador’, respectivamente. A partir dos

25 DAA, ocorreu aumento, sobretudo para a cultivar Macarrão Trepador, alcançando aos 35 DAA, uma MST de 80% enquanto a ‘Rasteiro Fartura’ uma MST de 20%.

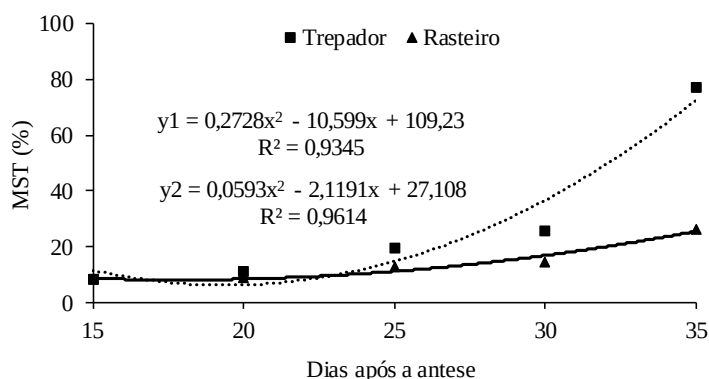


Figura 12. Dados referentes à Massa Seca total de frutos (com sementes) de feijão vagem (*Phaseolus vulgaris* L.), em diferentes épocas de colheita, Areia, Paraíba, 2017

É notório que com o alto teor de matéria seca, também ocorre grandes quantidades de fibra dietética, juntamente com amido, minerais e vitaminas (KUTOS et al., 2003; COSTA et al., 2006; HAYAT et al., 2013).

Com relação a composição química, os dados referentes à proteína bruta (PB) e fibra em detergente ácido (FDA), não se ajustaram a nenhum modelo estatístico e mantiveram seus valores constantes com o passar dos dias de maturidade fisiológica, cujos valores foram na ordem de 20 e 21% de proteína bruta e 13 e 14 % de FDA, para as cultivares ‘Rasteiro Fartura’ e ‘Macarrão Trepador’, respectivamente. A fibra em detergente neutro (FDN) se ajustou a equação linear crescente de acordo com os dias de maturidade fisiológica para as cultivares ‘Rasteiro Fartura’ e ‘Macarrão Trepador’. Com relação a lignina, a cultivar ‘Macarrão Trepador’, ajustou-se ao modelo linear decrescente, mostrando que com passar dos dias de maturação, a quantidade de lignina tendia a diminuir. Já para a cultivar ‘Rasteiro Fartura’, houve um ajuste ao modelo quadrático, com ponto máximo aos 24 DAA apresentando 1,62% de sua composição, ocorrendo decréscimo gradativo com o avanço da maturação (FIGURA 14 A, B, C e D).

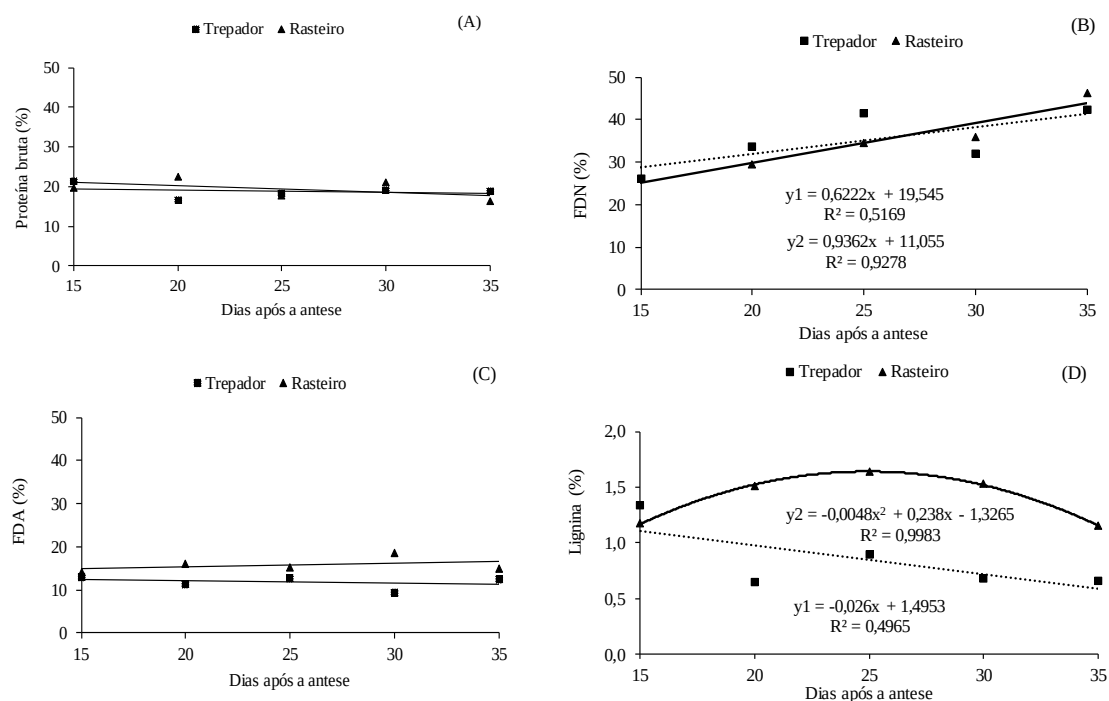


Figura 13. Quantificação de Proteína Bruta (PB), Fibra em Detergente Neutro (FDN), Fibra em Detergente Ácido (FDA) e Lignina (LIG) em frutos de feijão vagem (*Phaseolus vulgaris* L.), colhidos em diferentes épocas Areia, Paraíba, 2017

Em trabalhos de Mesquita et al. (2007) com linhagens de *Phaseolus vulgaris* L. a quantificação de proteína bruta variou de 7,56% (Paraná) a 20,91% (ESAL 654). Por outro lado, Petit-Aldana et al. (2014), observaram que frutos de *Trigonella foenum-graecum* L. apresentaram teores de FDN de 32,34%. O teor de fibra possui características qualitativas que são levadas em consideração para aceitação comercial, às pesquisas realizadas até o momento não estabeleceu um padrão específico desta quantificação (FILGUEIRA, 2008; LONDERO et al., 2008; FRANCELINO et al., 2011). Contudo, com relação ao sabor de suas vagens, o alto teor de fibra é indesejável para consumo, sendo necessário que ocorra um equilíbrio nestes teores no momento certo de colheita, pois valores muito baixos também não é o indicado, em decorrência dos benefícios dos componentes para o organismo (ALDRIGHI et al., 1999; LONDERO et al., 2008). De acordo com Benítez et al. (2013) a medida que o conteúdo total de fibra aumentou durante a germinação acarreta uma melhora com relação fibra insolúvel/solúvel, todo este processo ocasiona um aumento do teor total de açúcar, além de melhorar a capacidade de retenção de óleo, retenção de água e absorção de água.

Os teores de proteína variam de espécie para espécie de feijão, no tipo Peruano o percentual é de (27,32%) e no tipo de feijão Querétaro (21,60%) presente em sua composição (ESTRADA-GIRÓN et al., 2015). Marquezi et al. (2016) em cultivares de feijão vermelho, carioca e preto, observaram valor de proteína em torno de 17,72 a 20,27% para as cultivares BRS Pitanga, Pérola e BRS Esplendor, valores esses muito parecidos aos quantificados em feijão vagem. De modo geral a espécie *Phaseolus vulgaris*, dentre todas as leguminosas, é a que possui em sua constituição uma maior quantidade de proteína (20-15%), valores equivalentes aos encontrados em pesquisas de Reddy et al. (2013).

Os valores correspondentes a lignina assemelha-se aos encontrados por Esteves et al., (2002) em trabalho com “sementes” de uma linhagem de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), apresentando, de 1,72% (Amarelinho), 1,70% (Ouro Negro), 1,70% (Carioca-80), 1,51% (G2333), 1,27% (CI 107) e 0,96% (IACCarioca- Aruã). É importante ressaltar que a lignina tem função de proteção, promovendo, assim, uma barreira para a entrada de patógenos, e sua quantificação vai variar com a espécie, tipo de célula e estágio de desenvolvimento (CROTEAU et al., 2000). A espécie *Phaseolus vulgaris* apresenta em média uma composição química de 89% de matéria seca (MS), 23% de PB, 21% de FDN, 9% de FDA, e 1,4% de Lignina (MAGALHÃES et al., 2008; MARCONDES et al., 2009; AZEVÊDO et al., 2011; FERRO et al., 2017).

CONCLUSÕES

A coloração alaranjada e verde amarelada para frutos e esbranquiçadas para sementes nas cultivares ‘Macarrão Trepador’ e ‘Rasteiro Fartura’, são índices que auxiliam na determinação do ponto de maturidade fisiológica;

A maturidade fisiológica das sementes de *Phaseolus vulgaris* L., cultivares ‘Macarrão Trepador’ e ‘Rasteiro Fartura’ ocorre aos 35 dias após a antese, neste mesmo período as sementes se encontram com o máximo de matéria seca e o mínimo teor de água, apresentando um bom indicativo para o momento certo de colheita;

As variáveis massa seca de sementes, primeira contagem de germinação, germinação e, tempo médio de germinação é um indicativo para determinar a maturidade fisiológica das sementes;

Os valores nutricionais para ambas as cultivares são semelhantes, com exceção da lignina, que apresenta expressiva concentração aos 25 DAA para a cultivar ‘Rasteiro Fartura’.

REFERÊNCIAS

- ABREU, G.T.; LOPES, H.M.; ROSSETTO, C.A.V.; GERMANO FILHO, P.; SILVA, E.R. Características físicas e estrutura de sementes e morfologia de plântulas de *Flemingia macrophylla* (Willd) Alston. **Revista Brasileira de Sementes**, v.34, n.4, p.358-664, 2012.
- ADVÍNCULA, T.I.; NADAI, F.B.; NOBRE, D.A.C.; FERREIRA, E.N.M.B.; JÚNIOR, D.S.B.; COSTA, C.A. Qualidade física e fisiológica de sementes de *Phaseolus lunatus* L. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias - Brazilian Journal of Agricultural Sciences**, v.10, n.3, p.341-346, 2015.
- AGUIAR, F.A.; PINTO, M.M.; TAVARES, A.R.; KANASHIRO, S. Maturação de frutos de *Caesalpinia echinata* Lam. Pau-brasil. **Revista Árvore**, v.31, n.1, p.1-6, 2007.
- ALDRIGHI, C.B.; DUARTE, G.R.B.; MARTINS, S.R.; FERNANDES, H.S. Produtividade de feijão-vagem em ambiente protegido com adubação orgânica. **Horticultura Brasileira**, v.17, n.1, p.269-273, 1999.
- ALENCAR, E.R.; FARONI, L.R.D.; LACERDA FILHO, A.F.; FERREIRA, L.G.; MENEGHITTI, M.R. Qualidade dos grãos de soja em função das condições de armazenamento. **Engenharia na Agricultura**, v.16, n.2, p.155-166, 2008.
- ALMEIDA, S.N.C.; THIEBAUT, J.T.L.; GRAVIANA, G.A.; ARAUJO, L.C.; DAHER, R. Avaliação de características morfológicas e agronômicas de linhagens de feijão-de-vagem em Bom Jesus do Itabapoana-RJ, com potencial de recomendação. **Vértices (Campos dos Goitacazes)**, v.16, n.1, p.39-50, 2014.
- ARNOLDI, A.; ZANONI, C.; LAMMI, C.; BOSCHIN, G. The role of grain legumes in the prevention of hypercholesterolemia and hypertension. **Critical reviews in plant sciences**, v.33, n.1, p.1-3, 2014.
- ARRIEL, N.H.C; FIRMINO, P.T.; BELTRÃO, N.E.M.; SOARES, J.J.; ARAÚJO, A.E.; SILVA, A.C.; FERREIRA, G.B. **A cultura do gergelim**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2007. (Circular técnica, 12).
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analysis**. 15.ed. Washington D. C., 1990. 1141p.

AZEVEDO, J.A.G.; VALADARES FILHO, S.C.; DETMANN, E.; PINA, D.S.; PEREIRA, L.G.R; OLIVEIRA, K.A.M.; FERNANDES, H.J; SOUZA, N.K.P. Predição de frações digestíveis e valor energético de subprodutos agrícolas e agroindustriais para bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.2, p.391-402, 2011.

BENÍTEZ, V.; CANTERA, S.; AGUILERA, Y.; MOLLÁ, E.; ESTEBAN, R.M.; DÍAZ, M.F.; MARTÍN-CABREJAS, M.A. Impact of germination on starch, dietary fiber and physicochemical properties in non-conventional legumes. **Food Research International**, v.50, n.1, p.64-69, 2013.

BERGER, M.; KUCHLER, T.; MAABEN, A.; BUSCH-STOCKFISCH, M.; STEINHART, H. Correlations of carotene with sensory attributes in carrots under different storage conditions. **Food Chemical**, v.106, n.1, p.235-240, 2008.

BEWLEY, J.D.; BRADFORD, K.J.; HILBORST, H.W.M.; NONOGAKI, H. **Seeds: physiology of development, germination and dormancy**, 3.ed. Springer: New York, 2013. 392p.

BLAIR, M.W., GONZALES, L.F., KIMANI, P., BUTARE, L. Genetic diversity, inter-gene pool introgression and nutritional quality of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) from Central Africa. **Theoretical Applied Genetics**, v.121, p.237-248, 2010.

BORTEY, H.M.; DZOMEKU, B.M. Fruit and seed quality of okra [*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench] as influenced by harvesting stage and drying method. **Indian Journal of Agricultural Research**, v.50, n.4, p.330-334, 2016.

BOTELHO, F.J.E.; GUIMARÃES, R.M.; OLIVEIRA, J.A.; EVANGELISTA, J.R.E.; ELOI, T.A.; BALIZA, D.P. Desempenho fisiológico de sementes de feijão colhidas em diferentes períodos do desenvolvimento. **Ciência e Agrotecnologia**, v.34, n.4, p.900-907, 2010.

BRAGANTE, R.B.; HELL, A.F.; SILVA, J.P.N.; CENTENO, D.C.; FIGUEIREDO-RIBEIRO, R.C.L. Physiological and metabolic responses of immature and mature seeds of *Libidibia ferrea* ((Mart. ex Tul.) L.P. Queiroz) under contrasting storage temperatures. **Brazilian Journal of Botany**, v.41, n.1, p.43-55, 2018.

- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 395p.
- BROUGHTON, W.J.; HERNÁNDEZ, G.; BLAIR, M.; BEEBE, S.; GEPTS, P.; VANDERLEYDEN J. Beans (*Phaseolus* spp.)- model food legumes. **Plant and Soil**, v. 252, n.1, p.55-128, 2003.
- CALVACANTI, F.J.A. (Coor.) **Recomendações de adubação para o Estado do Pernambuco**: 2ª aproximação. Recife: IPA, 2008. 212p.
- CALZADA, K.P.; FERNÁNDEZ, J.C.R.; SOTOLONGO, M.S.; VICIEDO, D.O.; EXPÓSITO, C.D.V.; HERNÁNDEZ, R.D. Effects of a growth promoter on bean (*Phaseolus vulgaris* L.) crops in Sancti Spíritus province, Cuba. **Acta Agronómica**, v. 66, n.3, p.360-366, 2017.
- CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes**: ciência, tecnologia e produção. 5.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2012. 590p.
- CASTRO, E.M.; OLIVEIRA, J.A.; LIMA, A.E.; SANTOS, H.O.; BARBOSA, J.I.L. Physiological quality of soybean seeds produced under artificial rain in the pre-harvesting period. **Journal of Seed Science**, v.38, n.1, p.14-21, 2016.
- CASTRO-GUERRERO, N.A., ISIDRA-ARELLANO, M.C., MENDOZA-COZAT, D.G., VALDÉS-LÓPEZ, O. 458 Common Bean: A legume model on the rise for unraveling responses and adaptations to iron, 459 zinc, and phosphate deficiencies. **Frontiers in Plant Science**, v.7, n.600, p.1-7, 2016.
- CECCHI, H.M. **Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos**. 2.ed. Campinas: UNICAMP, 2003. 79p.
- COELHO, C.M.M.; MOTA, M.R.; SOUZA, C.A.; MIQUELLUTI, D.J. Potencial fisiológico em sementes de cultivares de feijão crioulo. **Revista Brasileira de Sementes**, v.32, n.3, p.97-105, 2010.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. **Acompanhamento de safra brasileira**: grãos, primeiro levantamento, outubro 2015. Brasília, 2015. Disponível em: Acesso em: 21 jan. 2018.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. **Acompanhamento de safra brasileira:** grãos, primeiro levantamento, outubro 2017. Brasília, 2015. Disponível em: Acesso em: 15 dez. 2017.

COPELAND, L.O. How seed damage affects germination. **Crop & Soils**, v.24, n.9, p.9-12, 1976.

COSTA, G.E.A.; QUEIROZ-MONICI, K.S.; REIS, S.M.P.M.; OLIVEIRA, A.C. Chemical composition, dietary fibre and resistant starch contents of raw and cooked pea, common bean, chickpea and lentil legumes. **Food Chemistry**, v.94, n.3, p.327-330, 2006.

CROTEAU, R.; KUTCHAN, T.M.; LEWIS, N. Natural products (secondary metabolites). In: BUCHANAN, B.; GRUISSEM, W.; JONES, R. **Biochemistry & molecular biology of plants**. New York: American Society of Plant Physiologists, 2000. p.1250-1318.

DAMODARAN, S.; PARKIN, K.L.; FENNEMA, O.R. **Química de alimentos de fennema**. 4.ed., Porto Alegre: Artmed, 2010. 900p.

DEBOUCK, D.G. Systematics and morphology. In: SCHOONHOVEN, A. van; VOYSEST, O. (Ed.). **Common beans:** research for crop improvement. Cali: CIAT, 1991. p.55-118.

DEVIC, M.; ROSCOE, T. Seed maturation: Simplification of control networks in plants. **Plant Science**, v.252, p.335-346, 2016.

DIAS, D.C.F.S.; RIBEIRO, F.P.; DIAS, L.A.S.; SILVA, D.J.H.; VIDIGAL, D.S. Tomato seed quality harvested from different trusses. **Seed Science and Technology**, v.34, n.3, p.681-689, 2006.

DIAZ-BATALLA, L.; WIDHOLM, J.M.; FAHEY, G.C.; CASTAÑO-TOSTADO, E.; PAREDES-LÓPES, O. Chemical Components with Health Implications in Wild and Cultivated Mexican Common Bean Seeds (*Phaseolus vulgaris* L.). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.54, n.6, p.2045-2052, 2006.

ESTEVEES, A.M.; ABREU, C.M.P.; SANTOS, C.D.; CORRÊA, A.D. Comparação química e enzimática de seis linhagens de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, v.26, n.5, p.999-1005, 2002.

ESTRADA-GIRÓN, Y.; MARTÍNEZ-PRECIADO, A.H.; MICHEL, C.R.; SOLTERO, J.F.A. Characterization of Extruded Blends of Corn and Beans (*Phaseolus Vulgaris*) Cultivars: Peruano and Black-Querétaro under Different Extrusion Conditions. **International Journal of Food Properties**, v.18, n.12, p.2638-2651, 2015.

EVANGELHO, J.A.; BERRIOS, J.J.; PINTO, V.Z.; ANTUNES, N.D.; VANIER, N.L.; ZAVAREZE, E.R. Antioxidant activity of black bean (*Phaseolus vulgaris* L.) protein hydrolysates. **Food Science and Technology**, v.36, n.1, p.23-27, 2016.

FAO - **Food and Agriculture Organization of the United Nations**. 2017. *Crops: Cow peas, dry*. Fao Stat. Disponível em: <<http://www.fao.org/land-water/databases-and-software/crop-information/bean/en/>> Acesso: Fev. 2018.

FAWOLE, O.A.; OPARA, U.L. Changes in physical properties, chemical and elemental composition and antioxidant capacity of pomegranate (cv. Ruby) fruit at five maturity stages. **Scientia Horticulturae**, v.150, n.1, p.37-46, 2013.

FERRARI, P.R. **Normas de classificação-vagem *Phaseolus vulgaris* L.** PBMH, Brasília, 2012. 2p. (Comunicado técnico, 2).

FERREIRA, E.I; PEREIRA, M.D; MACEDO, A.R; SOARES, E.R. Effect of fertilization on the physiological maturation of sesame seeds. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.47, n.2, p.202-210, 2017.

FERRO, M.M.; ZANINE, A.M.; FERRO, R.M. Cinética de fermentação ruminal *in vitro* de dietas com inclusão do resíduo de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) substituindo a torta de algodão. **Revistas Científicas de América Latina y el Caribe**, v.66, n.255, p.325-331, 2017.

FEURTADO, J.A. Seed Development and Germination: Physiology of Maturation. **Plant Sciences**, v.1, n.2, p.521-531, 2017.

FILGUEIRA, F.A.R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 3.ed. Viçosa: UFV, 2008. 421p.

FRANCELINO, F.M.A.; GRAVINA, G.A.; MANHÃES, C.M.C.; CARDOSO, P.M.R.; ARAÚJO, L.C. Avaliação de linhagens de feijão-de-vagem para as regiões Norte e Noroeste Fluminense. **Revista Ciência Agronômica**, v.42, n.2, p.554-562, 2011.

FRANCISCO, P.R.M.; BANDEIRA, M.M.; SANTOS, D.; PEREIRA, F.C.; GONÇALVES, J.L.G. Aptidão climática da cultura do feijão comum (*Phaseolus vulgaris*) para o estado da paraíba (aptitude climate of culture bean (*Phaseolus vulgaris*) for the state of Paraíba). **Revista Brasileira de Climatologia**, v.19, n.12, p.366-378, 2016.

GONÇALVES, V.D.; MÜLLER, D.H.; FAVA, C.L.F.; CAMILI, E.C. Maturação fisiológica de sementes de Pimenta ‘Bode Vermelha’. **Revista Caatinga**, v.28, n.3, p.137-146, 2015.

GONZAGA, O.C.A. **Feijão: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. 2.ed. Brasília: Embrapa Arroz e Feijão, 2014. 247p.

GUIMARÃES, T.G.; OLIVEIRA, D.A.; MANTOVANI-ALVARENGA, E.; GROSSI, J.A. Maturação fisiológica de sementes de zínia (*Zinnia elegans* Jacq.). **Revista Brasileira de Sementes**, v.20, n.1, p.7-11, 1998.

GUIMARÃES, W.N.R.; MARTINS, L.S.S.; SILVA, E.F.; FERRAZ, G.M.G.; OLIVEIRA, F.J. Caracterização morfológica e molecular de acessos de feijão-fava (*Phaseolus lunatus* L.). **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola**, v.11, n.1, p.37-45, 2007.

GUTIERREZ, L; WUYTSWINKEL, O.V; CASTELAIN, M; BELLINI, C. Combined networks regulating seed maturation. **Trends in Plant Science**, v.12, n.7, p.294-300, 2007.

HANUMANTHARAO, B; NAIR, R.M.; NAYYAR, H. Salinity and High Temperature Tolerance in Mungbean [*Vigna radiata* (L.) Wilczek] from a Physiological Perspective. **Frontiers in Plant Science**, v.7, n.957, p.1-20, 2016.

HARTMANN FILHO, C.P.; GONELI, A.L.D.; MASETTO, T.L.; MARTINS, E.A.S.; OBA, G.C. Physiological potential of soybean seeds after maturation and submitted to artificial drying. **Journal of Seed Science**, v.39, n.4, p.374-384, 2017.

HAY, F.R.; PROBERT, R.J. Advances in seed conservation of wild plant species: a review of recent research. **Conservation Physiology**, v.1, n.1, p.1-11, 2013.

HAYAT, I.; AHMAD, A.; MASUD, T.; AHMED, A.; BASHIR, S. Nutritional and Health Perspectives of Beans (*Phaseolus vulgaris* L.): An Overview. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v.54, n.5, p.580-592, 2013.

HERNÁNDEZ, V.M.; VARGAS, L.M.; MURUANGA, J.S.; HERNÁNDEZ, S.; MAYEK, N. Origen, diversidad y diversificación del frijol común. Avances y perspectivas. **Revista Fitotecnia Mexicana**, v.36, n.2, p.95-104, 2013.

HNATUSZKO-KONKA, K.; KOWALCZYK, T.; GERSZBERG.; WIKTOREK-SMAGUR, A.; KONONOWICZ, A.K. *Phaseolus vulgaris*-Recalcitrant potential. **Biotechnology Advances**, v.32, n.7, p.1205-1215, 2014.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA-INMET. **Boletim Agroclimatológico: observações e gráficos do Boletim Agroclimatológico**. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/>> Acesso em: 21 nov. 2017.

JUSTINO, E.V.; BOITEUX, L.S.; FONSECA, M.E.N.; FILHO, J.G.S.; NASCIMENTO, W.M. Determinação da maturidade fisiológica de sementes de pimenta dedo de moça *Capsicum baccatum* var. pendulum. **Horticultura Brasileira**, v.33, n.3, p.324-331, 2015.

KERMODE, A.R. Role of abscisic acid in seed dormancy. **Journal of Plant Growth Regulation**, v.24, n.4, p.319-344, 2005.

KIMATI, H. Controle químico. In: AMORIM, L.; REZENDE, J.A.M.; BERGAMIN, A.F. **Manual de fitopatologia: princípios e conceitos**. 4.ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 2011. v.1, p.343-365.

KUTOS, T.; GOLOB, T.; KAC, M.; PLESTENJAK, A. Dietary fibre content of dry and processed beans. **Food Chemistry**, v.80, n.3, p.231-235, 2003.

LABOURIAU, L.G. **A germinação das sementes**. Washington: Secretaria Geral da Organização dos Estados Americanos, 1983. 174p.

- LAZAROTTO, M.; BELTRAME, R.; MUNIZ, M.F.B.; BLUME, E. Maturação fisiológica de sementes de *Erythrina crista-galli* L. **Ciência Florestal**, v.21, n.1, p.9-16, 2011.
- LEPRINCE, O.; PELLIZZARO, A.; BERRIRI, S.; BUITINK, J. Late seed maturation: drying without dying. **Journal of Experimental Botany**, v.68, n.4, p.827-841, 2016.
- LONDERO, P.M.G.; RIBEIRO, N.D.; CALGNETUTTI, F.A.; RODRIGUES, J.A.; ANTUNES, I.F. Teores de fibra e rendimento de grãos em populações de feijão. **Ciência e Agrotecnologia**, v.32, n.1, p.167-173, 2008.
- LOPES, J.C.; SOARES, A.S. Estudo da maturação de sementes de carvalho vermelho (*Miconia cinnamomifolia* (DC) Nauad). **Ciência e Agrotecnologia**, v.30, n.4, p.623-628, 2006.
- LÓPEZ, D.J.P.; HUERTA, A.G.; ARRIAGA, M.R.; MORA, O.F.; MARTINEZ, J.R.P.F.; LARA, A.P. Análisis de 35 cultivares de haba por su producción de vaina verde y otros componentes del rendimiento. **Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas**, v.6, n.7, p.1601-1613, 2015.
- LOS, F.G.B.; ZIELINSKI, A.A.F.; WOJEICCHOWSKI, J.P.; NOGUEIRA, A.; DEMIATE, I.M. Beans (*Phaseolus vulgaris* L.): whole seeds with complex chemical composition. **Current Opinion in Food Science**, v.19, p.63-71, 2018.
- LOVATO, F.; KOWALESKI, J.; SILVA, S.Z.; HELDT, L.F.S. Composição centesimal e conteúdo mineral de diferentes cultivares de feijão biorfortificado (*Phaseolus vulgaris* L.). **Brazilian Journal of Food Technology**, v.21, p.1-6, 2017.
- MACEDO JÚNIOR, G.L.; ZANINE, A.M.; BORGES, I.; PÉREZ, J.R.O. Qualidade da fibra para a dieta de ruminantes. **Ciência Animal**, v.17, n.1, p.7-17, 2007.
- MAGALHÃES, A.L.R.; ZORZI, K.; QUEIROZ, A.C.; MELLO, R.; DETMANN, E.; PEREIRA, J.C. Resíduo proveniente do beneficiamento do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) em rações para vacas em lactação: consumo, digestibilidade, produção e composição do leite e ciência de alimentação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.3, p.529-537, 2008.

- MAGUIRE, J.D. Speeds of germination-aid selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v.2, n.1, p.176-177, 1962.
- MARCONDES, M.I.; VALADARES FILHO, S.C.; DETMANN, E.; VALADARES, R.F.D.; SILVA, L.F.C.; FONSECA, M.A. Degradação ruminal e digestibilidade intestinal da proteína bruta de alimentos para bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.11, p.2247-2257, 2009.
- MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005. 495p.
- MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. 2. ed. Londrina, PR: ABRATES, 2015. 659 p.
- MARQUEZI, M.; GERVIN, V.M.; WATANABE, L.B.; BASSINELLO, P.Z.; AMANTE, E.R. Physical and chemical properties of starch and flour from different common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivars. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.19, p.1-8, 2016.
- MATA, M.F.; SILVA, K.B.; BRUNO, R.L.A.; FELIX, L.P.; FILHO, S.B; ALVES, E.U. Maturação fisiológica de sementes de ingazeiro (*Inga striata*) Benth. **Semina: Ciências Agrárias**, v.34, p.549-566, 2013.
- MERTENS, D.R. Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.80, n.7, p.1463-1481, 1997.
- MESQUITA, F.R.; CORRÊA, A.D.; ABREU, C.M.P.; ABREU, C.M.P.; LIMA, R.A.Z.; ABREU, A.F.B. Linhagens de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.): composição química e digestibilidade protéica. **Ciência e Agrotecnologia**, v.31, n.4, p.1114-1121, 2007.
- MEZA, N.; ROSAS, J.C.; MARTÍN, J.P.; ORTIZ J.M. Biodiversity of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) in Honduras, evidenced by morphological characterization. **Genetic Resources and Crop Evolution**, v.60, n.4, p.1329-1336, 2012.
- MICHELANGELI, J.A.C.; BRAKTA, M.; GEZAN, S.A.; BOOTE, K.J.; VALLEJOS, C.E. From flower to seed: identifying phenological markers and reliable growth

functions to model reproductive development in the common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). **Plant, Cell & Environment**, v.3, p.2046-2058, 2013.

MOING, A.; SVANELLA, L.; ROLIN, D.; GAUDILLÈRE, M.; GAUDILLÈRE, J.P.; MONET, R. Compositional changes during the fruit development of two peach cultivars differing in juice acidity. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.123, n.5, p.770-775, 1998.

MORALES. Feijão Comum. In: LOEBENSTEIN. **Mecanismos de Resistência Natural das Plantas aos Vírus**. Holanda: Springer, 2006. p. 532.

MULLER, E.M.; GIBBERT, P.; BINOTTO, T.; KAISER, D.K.; BORTOLINI, M.F. Maturação e dormência em sementes de *Peltophorum dubium* (Spreng) Taub. de diferentes árvores matrizes. **Iheringia**, v.71, n.3, p.222-229, 2016.

NAKAGAWA, J.; CAVARIANI, C.; MARTINS, C.C. Secagem e formação de sementes duras em mucuna-preta. **Bragantia**, v.2, p.299-303, 2005.

NASCIMENTO, W.M.; DIAS, D.C.F.S.; FREITAS, R.A. Produção de sementes de pimentas. **Informe agropecuário: Cultivo da pimenta**, Belo Horizonte, v.27, n.235, p.30-39, 2006.

NOBRE, D.A.C.; BRANDÃO JUNIOR, D.S.; NOBRE, E.C.; SANTOS, J.M.C.S.; MIRANDA, G.S.M.; ALVES, L.P. Qualidade física, fisiológica e morfologia externa de sementes de dez variedades de feijão-fava (*Phaseolus lunatus* L.). **Revista Brasileira de Biociências**, v.10, n.4, p.425-429, 2012.

NOGUEIRA, N.W.; FREITAS, R.M.O.; TORRES, S.B.; LEAL, C.C.P. Physiological maturation of cowpea seeds. **Journal of Seed Science**, v.36, n.3, p.312-317, 2014.

NOLÊTO, F.; ANDRADE, T. **Manual de classificação do feijão**. 1.ed. EMBRAPA, Brasília, 2012, 30p. (Comunicado técnico,12).

NUNES, C.; RATO, A.E.; BARROS, A.S.; SARAIVA, J.A.; COIMBRA, M.A. Search for suitable maturation parameters to define the harvest maturity of plums (*Prunus domestica* L.): a case study of candied plums. **Food Chemistry**, v.112, n.3, p.570-574, 2009.

- OLIVEIRA, E.; MATTAR, E.P.L.; ARAÚJO, M.L.; JESUS, J.C.S.; NAGY, A.C.G.; SANTOS, V.B. Descrição de cultivares locais de feijão-caupi coletados na microrregião Cruzeiro do Sul, Acre, Brasil. **Acta Amazonica**, v.45, n.3, p.243-254, 2015.
- OPARA, L.U. Fruit growth measurement and analysis. **Horticultural Reviews**, v.24, p.373-431, 2000.
- PACHECO, M.T.B.; DIAS, N.F.G.; BALDINI, V.L.S.; TANIKAWA, C.; SGARBIERI, V.C. Propriedades funcionais de hidrolisados obtidos a partir de concentrados proteicos de soro de leite. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.25, n.2, p.333-338, 2005.
- PARREIRA, J.R.; BOURAADA, M.A.; FITZPATRICK, M.A.; SILVESTRE, S.; SILVA, A.B.; SILVA, J.M.; ALMEIDA, A.M.; FEVEREIRO, P.; ALTELAAR, A.F.M.; ARAÚJO, S.S. Differential proteomics reveals the hallmarks of seed development in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). **Journal of Proteomics**, v.143, p.188-198, 2016.
- PATTO, M.C.V.; AMAROWICZ, R.; ARYEE, A.N.A.; BOYE, J.I.; CHUNG, H.J.; MARTÍN-CABREJAS, M.A. Achievements and challenges in improving the nutritional quality of food legumes. **Critical reviews in plant sciences**, v.34, n.1, p.188-193, 2014.
- PEIXOTO, N.; THUNG, M.D.T.; SILVA, L.O.; FARIAS, J.G.; OLIVEIRA, E.B.; BARBEDO, A.S.C.; SANTOS, G. **Avaliação de cultivares arbustivas de feijão-vagem, em diferentes ambientes do Estado de Goiás**. Goiânia-GO. EMATER-GO Assessoria de Comunicação Social, 1997 (Boletim de Pesquisa 01)
- PETIT-ALDANA, J.; NOGUERA-SAVELLI, E.; CETZAL-IX, W.; SOLORIO-SANCHEZ, F.; INFANTE-CRUZ, A. Productive potential of fenugreek (*Fabaceae: Trigonella foenum-graecum* L.) in Venezuela, **American Journal of Social Issues and Humanities**, v.4, n.2, p.96-108, 2014.
- POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. 2.ed. Brasília: ABRATES, 1985. p.19-95.
- REDDY, C.K.; SURIYA, M.; HARIPRIYA, S. Physico-chemical and functional properties of Resistant starch prepared from red kidney beans (*Phaseolus vulgaris* L.) starch by enzymatic method. **Carbohydrate Polymers**, v.95, n.1, p.220-226, 2013.

ROLSTON, M.P. Water impermeable seed dormancy. **The Botanical Review**, v.44, p.365-396, 1978.

SANTOS, M.P.; VALE, L.S.R.; REGES, N.P.R.; CARVALHO, B.M. Desempenho de sementes de quatro cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) na microregião de Ceres-GO. **Global Science and Technology**, v.8, n.3, p.41-49, 2015.

SCHULZ, D.G.; SCHNEIDER, C.F.; GUSATTO, F.C.; IGNÁCIO, V.L.; MALAVASI, M.M.; MALAVASI, U.C. Physiological and enzymatic changes during seed maturation and germination of *Luehea divaricata*. **Floresta**, v.47, n.1, p.105-111, 2017.

SILVA, A.G.; ROCHA, L.C.; CANNIATTI, B.S.G. Physico-chemical characterization, protein digestibility and antioxidant activity of commun bean (*Phaseolus vulgaris* L.). **Alimentos e Nutrição**, v.20, n.4, p.591-598, 2009.

SILVA, D.J., QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3 ed. Viçosa: UFV, 2002. 235p.

SILVA, J.G.; SILVEIRA, P.M. Colheita mecanizada do feijoeiro. **Informe Agropecuário**, v.25, n.223, p.138-144, 2004.

SILVA, L.J.; DIAS, D.C.F.S.; MILAGRES, C.C.; DIAS, L.A.S. Relationship between fruit maturation stage and physiological quality of physic nut (*Jatropha curcas* L.) seeds. **Ciência e Agrotecnologia**, v.36, n.1, p.39-44, 2012.

SILVA, V.B.; GOMES, R.L.F.; LOPES, A.C.A.; DIAS, C.T.S.; SILVA, N.O. Genetic diversity and promising crosses indication in lima bean (*Phaseolus lunatus*) accessions. **Semina: Ciências Agrárias**, v.36, n.2, p.883-692, 2015.

SILVA, P.P.; BARROS, A.C.A.; MARCOS FILHO, J.; GOMES JÚNIOR, F.G.; NASCIMENTO, W.M. Assessment of squash seed vigor using computerized image analysis. **Journal of Seed Science**, v.39, n.2, p.159-165, 2017.

SMANIOTTO, T.A.; RESENDE, O.; MARÇAL, K.A.F.; OLIVEIRA, D.E.C.; SIMON, G.A. Qualidade fisiológica das sementes de soja armazenadas em diferentes condições. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.18, n.4, p.446-453, 2014.

SOARES, A.G. Consumo e qualidade nutritiva. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 5., 1996, Goiânia. **Anais...** Goiânia: UFGO, v.2, p.73-79, 1996.

SOLDATELLI, P.; CASA, R.T.; LIMA, A.; RIBEIRO, Y.C.K.; MARTINS, F.C. Sobrevivência, viabilidade e controle de *Alternaria* sp. em sementes de feijão. **Summa Phytopathologica**, v.43, n.3, p.193-198, 2017.

SUMATHI, S.; SRIMATHI, P. Seed development and maturation studies in Chinese medicinal plant babchi (*Psoralea corylifolia*). **Seed Science and Technology**, v.43, n.1, p.80-89, 2015.

VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and nostarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.10, p.3583-3597, 1991.

VIDIGAL, D.S.; DIAS, D.C.F.S.; DIAS, L.A.S.; FINGER, F.L. Changes in seed quality during fruit maturation of sweet pepper. **Scientia Agricola**, v.68, n.5, p.535-539, 2011.

VINHAL-FREITAS, I.C.; NUNES JUNIOR, J.E.G.; PEREIRA SEGUNDO, J.; VILARINHO, M.S. Germinação e vigor de sementes de soja classificadas em diferentes tamanhos. **Agropecuária Técnica**, v.32, n.1, p.108-114, 2011.

VOLL, E.; KRZYZANOWSKI, F.C.; GAZZIERO, D.L.P.; ADEGAS, F.S. XXVII Congresso brasileiro da ciência das plantas daninhas. **Alelopatia do ácido aconítico sobre soja e teores de lignina**, Ribeirão Preto, 2010. p.4.

ZANAKIS, G.N.; ELLIS, R.H.; SUMMERFIELD, R.J. Seed quality in relation to seed development and maturation in three genotypes of soybean (*Glycine max*). **Experimental Agriculture**, v.30, n.2, p.139-156, 1994.

ANEXO

Tabela 3. Descrição da ANOVA, para as variáveis (Germinação (G), primeira contagem de germinação (PCG), índice de velocidade de germinação (IVG), tempo médio de germinação (TMG), comprimento raiz (CR), comprimento parte aérea (CPA), massa seca raiz (MSR), massa seca parte aérea (MSPA)), em diferentes épocas de colheita, Areia, Paraíba, 2017

Fontes de variação	GL	Quadrado médio							
		G	PCG	IVG	TMG	CR	CPA	MSR	MSPA
Cultivares	1	40 ^{ns}	705,6 ^{**}	0,33 ^{ns}	0,10 ^{**}	148,7 ^{**}	20,5 ^{**}	0,25 ^{**}	10,7 ^{**}
Dias	4	18694,4 ^{**}	17297,6 ^{**}	46,2 ^{**}	62,1 ^{**}	228,6 ^{**}	154,3 ^{**}	0,14 ^{**}	11,7 ^{**}
C x D	4	44 ^{ns}	625,6 ^{**}	0,25 ^{ns}	0,10	25,6 ^{**}	11,4 ^{**}	0,05 ^{**}	2,12 ^{**}
Média		53,4	50,2	2,62	3,05 ^{**}	5,56	4,62	0,12	1,31
CV (%)		13,4	17,2	13,6	3,20	11,4	12,5	36,7	19,2

Tabela 4. Descrição da ANOVA para as variáveis biométricas (comprimento, espessura, largura e teor de água) do fruto e da Semente de feijão vagem (*Phaseolus vulgaris* L.), em diferentes épocas de colheita, Areia, Paraíba, 2017

Fontes de variação	GL	Quadrado médio									
		CF	EF	LF	MSF	CS	ES	LS	MSS	TF	TS
Cultivares	1	55102,7 ^{**}	938,3 ^{**}	208,7 ^{**}	53,1 [*]	1191,1 ^{**}	284,2 ^{**}	189,0 ^{**}	20,1 [*]	0,14 [*]	0,04 [*]
Dias	6	105873,3 ^{**}	613,3 ^{**}	399,7 ^{**}	494,7 [*]	679,5 ^{**}	147,9 ^{**}	106,4 ^{**}	6,31 [*]	0,30 [*]	0,25 [*]
C x D	6	1647,5 ^{**}	76,0 ^{**}	28,5 ^{**}	2,83 ^{ns}	67,7 ^{**}	30,4 ^{**}	23,3 ^{**}	49,3 [*]	0,02 ^{**}	0,03 [*]
Média		111,4	7,11	7,23	40,762	10,5	4,32	5,04	1,30	11,13	0,97
CV (%)		12,6	47,9	14,4	6,48	14,3	16,6	15,1	17,38	8,82	4,69

Tabela 5. Descrição da ANOVA para as variáveis química (massa seca total, proteína bruta, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido e lignina), em diferentes épocas de colheita, Areia, Paraíba, 2017

Fontes de variação	GL	Quadrado médio				
		MST	PB	FDN	FDA	LIG
Cultivares	1	1013,28 [*]	0,16 ^{ns}	2,05 ^{ns}	81,24 [*]	1,55 [*]
Dias	6	1259,14 [*]	0,011 ^{ns}	188,36 [*]	0,16 ^{ns}	0,086 ^{ns}
C x D	6	434,68 [*]	0,014 ^{ns}	23,33 [*]	9,64 [*]	0,18 ^{**}
Média		21,27	0,35	34,77	13,78	1,12
CV (%)		1,09	60,48	7,62	5,89	19,97