

Nota Técnica

Maturidade de sementes de *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan

Seed maturity of *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan

Maria Soraia Fortado Vera Cruz¹, Marlene de Matos Malavasi¹,
Ana Carolina Pinguelli Ristau¹, Ubirajara Contro Malavasi¹,
João Alexandre Lopes Dranski¹

¹ Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon, PR, Brasil

² Faculdade Educacional de Medianeira, Medianeira, PR, Brasil

RESUMO

Esta pesquisa objetivou determinar o melhor momento da colheita de sementes de *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan baseado na cor do fruto. Os frutos foram classificados em quatro estádios de maturação: fruto com cor verde-amarelo moderado; fruto com cor castanho-escuro; fruto com cor castanho-escuro avermelhado; e fruto com cor castanho-claro. As sementes foram avaliadas quanto às características biométricas e testadas quanto à germinação e vigor. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). Realizou-se uma análise de correlação não paramétrica de Spearman entre os estádios de maturação e as características físicas e fisiológicas das sementes. As maiores médias de tamanho foram observadas nas sementes dos frutos com cor verde e castanho-escuro. As sementes dos frutos com cores castanho-escuro avermelhado e castanho-claro apresentaram redução drástica no teor de água, e evidenciaram alto potencial germinativo e de vigor. Observaram-se correlações fortes e negativas entre o estágio de maturação e as características físicas das sementes. Por outro lado, o acúmulo de massa seca, potencial de germinação e de emergência e os índices de vigor apresentaram correlações fortes e diretamente proporcionais ao estágio de maturação. A cor do fruto, aliada às características físicas das sementes, demonstraram-se como um bom indicador da maturidade fisiológica das sementes de *Anadenanthera colubrina*. Frutos com cores castanho-escuro avermelhado e castanho-claro apresentam qualidade fisiológica superior. Desse modo, o indicativo de tais colorações sugere o momento da colheita das sementes.

Palavras-chave: Momento de colheita; Germinação; Vigor; Cor do fruto; Biometria de sementes

ABSTRACT

This research aimed to determine the best time to harvest *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan seeds based on fruit color. The fruits were classified in four maturation stages: fruit with a moderate yellow green color; fruit with dark brown color; fruit with dark reddish-brown color; fruit with a light brown color. The seeds were evaluated for biometric characteristics and tested for germination and vigor. The experiment was conducted in a completely randomized design. The averages were compared by the Tukey test ($p \leq 0.05$). A non-parametric Spearman correlation analysis was performed between maturation stages and physical and physiological characteristics of the seeds. The largest size averages were observed in seeds from fruits with green and dark brown color. Seeds from fruits with dark brown and reddish-brown color showed drastic reduction in the water content, and high germinative potential and vigor. Strong and negative correlations were observed between maturation stage and seed physical characteristics. On the other hand, the accumulation of dry mass, germination potential, emergence and vigor indexes showed strong correlations and were directly proportional to maturation stage. The color of the fruit was shown to be a good indicator of the physiological maturity of the seeds of *Anadenanthera colubrina*. Fruits with a reddish-brown and light brown color have superior physiological quality, and thus, indicative of time for seed harvest

Keywords: Harvest moment; Germination; Vigor; Fruit color; Seed biometry

1 INTRODUÇÃO

A *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan é uma espécie pertencente à família Fabaceae, nativa da flora brasileira, conhecida popularmente como angico, com ocorrência registrada desde o Nordeste até o Sul, possui domínio fitogeográfico na Caatinga, Cerrado e Mata Atlântica. Além do mais, essa espécie também é de ocorrência natural de outros países, sendo encontrada no Norte e Nordeste da Argentina, Sul da Bolívia e Leste do Paraguai (BISPO *et al.*, 2017).

A espécie é classificada como pioneira, apresentando alta taxa de produção de sementes, cuja dispersão é do tipo autocórica. A regeneração ocorre principalmente pela germinação de sementes (CARVALHO, 2003; BISPO *et al.*, 2017).

Dorneles, Ranal e Santana (2013), ao estudarem a germinação e a emergência de sementes de *Anadenanthera colubrina*, sugeriram que a espécie pode ser recomendada para programas de reflorestamento, devido ao alto potencial germinativo das sementes e rápida emergência das plântulas. Os autores ainda ponderaram que a alta eficiência para germinação e emergência apresentada é um indicativo de aptidão para sobrevivência em condições adversas.

Entretanto, devido a ampla distribuição geográfica da espécie, seus estádios de desenvolvimento sofrem alterações dependentes das condições climáticas do habitat que se encontram. Logo, indicadores práticos de reconhecimento dos estádios de desenvolvimento das sementes tornam-se importantes ferramentas na colheita e na produção de mudas dessa espécie face as futuras alterações climáticas (GIAMMINOLA *et al.*, 2020).

Segundo Silva *et al.* (2012), a colheita de sementes em estágio de maturação adequado é um dos fatores que determinam a sua qualidade. Pires Neto *et al.* (2016) discutiram que, para muitas espécies florestais, a determinação do ponto de colheita é de extrema importância, especialmente naquelas que possuem deiscência dos frutos, como é o caso do angico. Nessas plantas é necessária que a colheita das sementes aconteça antes da abertura espontânea dos frutos e consequente dispersão natural. Portanto, o conhecimento sobre o processo de maturação é importante para a obtenção de sementes com alto potencial fisiológico.

O conhecimento da maturidade da semente permite planejar o momento da colheita e dessa forma obter material de melhor qualidade. Para tanto, é necessário conhecer o comportamento da espécie e sempre considerar os fatores que modulam a produção, como época e ano de colheita, condições climáticas e características da planta. Todos esses fatores devem ser considerados no planejamento da colheita de sementes, tendo em vista que é essa uma atividade onerosa tanto econômica e operacionalmente dentro da silvicultura.

Parâmetros físicos e fisiológicos determinados em laboratório são comumente utilizados para tomada de decisão do melhor momento de colher as sementes. Os indicadores visuais de frutos e sementes também podem ser utilizados para determinação da maturidade fisiológica. Estes podem ser determinados em nível de campo, utilizando mudanças externas ocorridas nos frutos e sementes. No entanto, tais índices devem ser aliados ao conhecimento das modificações físicas e fisiológicas.

A cor dos frutos tem se confirmado como um bom indicador da maturidade de sementes de várias espécies lenhosas, como observado para *Jatropha curcas* L. (DRANSKI *et al.*, 2010); *Luehea grandiflora* Mart. & Zucc. (MARINI *et al.*, 2012); *Mimosa caesalpinifolia* Benth; (NOGUEIRA *et al.*, 2013); *Inga laurina* (Sw.) Willd (SCHULZ *et al.*, 2014); *Allophylus edulis* [(A. St.-Hil., A. Juss. & Cambess.) Hieron. ex Niederl.] (KAISER *et al.*, 2016); *Aleurites fordii* Hemsl. (LIMA *et al.*, 2016).

Nesse sentido, esta pesquisa objetivou determinar o melhor momento da colheita de sementes de *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan baseado nas mudanças observadas na cor do epicarpo do fruto.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Os frutos de *Anadenanthera colubrina* foram colhidos em setembro de 2017, provenientes de sete árvores matrizes distanciadas no mínimo 100 metros entre si com coordenadas geográficas de 24°32'42" S e 054°02'35" O. Os frutos foram obtidos da região basal a mediana da copa das árvores com o auxílio de podão e lona.

O clima da região é classificado de acordo com Köppen como cfa mesotérmico subtropical úmido, com temperaturas médias anuais variando entre 22°C e 23°C. A precipitação pluvial média anual fica em torno de 1600 mm a 1800 mm (CAVIGLIONE *et al.*, 2000). Segundo o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2018), as radiações total e média, no período de 15 meses precedentes a colheita dos frutos, foram respectivamente, 7859,88 e 1,406 MJ/m².

Os frutos colhidos foram levados ao Laboratório de Tecnologia de Sementes e Mudanças da Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Em seguida os frutos foram misturados e classificados visualmente com o auxílio da tabela de cores de Munsell (MUNSELL, 1976) em quatro estádios de maturação em função da cor do fruto, conforme apresentado na Figura 1.

Figura 1 – Classificação das sementes de *Anadenanthera colubrina* em diferentes estádios de maturação, de acordo com a cor do fruto. Setembro de 2017, Marechal Cândido Rondon, Paraná, Brasil



Fonte: Autores (2017)

Imediatamente após a classificação de acordo com a cor dos frutos, as sementes foram extraídas manualmente, e em seguida foram avaliadas quanto às características biométricas e testadas quanto à germinação e vigor.

Para caracterização biométrica das sementes foi feita uma amostragem de 100 sementes para cada estágio avaliado seguido de aferições do comprimento (medido entre a base, definida pela região do hilo, e o ápice, região oposta ao hilo da semente), diâmetro transversal e espessura (ambos avaliados na região mediana da semente), obtidos com auxílio de paquímetro digital marca DIGIMESS.

O teor de água foi determinado conforme a metodologia adaptada de Brasil (2009), por meio da pesagem de quatro gramas de sementes intactas frescas, e posterior secagem em estufa a $105 \pm 3^\circ\text{C}$ por 24 horas. Adicionalmente, os dados obtidos após a secagem foram ajustados para a determinação da massa de matéria seca da semente em gramas. A amostragem foi realizada em cinco repetições para cada estágio de maturação estudado.

Após a análise física, as sementes foram submetidas aos testes de germinação e de vigor, para determinação de seu potencial fisiológico.

O teste de germinação foi realizado de acordo com as Instruções para Análise de Sementes de Espécies Florestais (BRASIL, 2013), utilizando-se 5 repetições de 20 sementes. O teste foi realizado em substrato de rolo de papel, umedecidos com água destilada 2,5 vezes o valor de seu peso, mantidos em câmara de germinação, tipo Biological Oxygen Demand (BOD), com fotoperíodo controlado de 12 horas de luz e temperatura constante de 25°C.

Ao final do teste, foi determinada a porcentagem de sementes germinadas, contabilizando-se o número de plântulas normais germinadas, em que foram consideradas normais as plântulas que apresentavam estruturas radicular e aérea intactas e bem desenvolvidas, de acordo com as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009). Concomitante, foi feita a determinação do tempo médio de germinação, de acordo com os cálculos apresentados por Labouriau (1983).

O índice de velocidade de germinação (IVG) também foi avaliado em conjunto com o teste de germinação. Para tanto, realizou-se contagens diárias do número de sementes germinadas até o final do teste, sendo esse índice obtido de acordo com a fórmula descrita por Maguire (1962).

Paralelamente ao teste de germinação, em setembro de 2017, as sementes de *Anadenanthera colubrina* foram submetidas ao teste de emergência em ambiente protegido, mas com condições não controladas de umidade relativa do ar, temperatura e luminosidade. As sementes foram semeadas em bandejas de polietileno, com medidas de aproximadamente, 25 cm x 40 cm x 7 cm (comprimento x largura x altura), e cerca de 3/4 de sua capacidade volumétrica preenchida com substrato comercial a base de casca de pinus, areia para substrato e vermiculita. O substrato foi umedecido antes da semeadura e durante a condução do teste conforme a necessidade. As plântulas emergidas foram contabilizadas diariamente, e ao final do teste avaliou-se a porcentagem de emergência e o índice de velocidade de emergência, aplicando-se a fórmula proposta por Maguire (1962).

Os dados foram analisados quanto à normalidade e homogeneidade dos erros,

pelos testes de Shapiro-Whilk e Bartlet, respectivamente.

Adicionalmente, calculou-se o coeficiente de correlação não paramétrico de Spearman para determinar o grau de dependência entre os estádios de maturação avaliados e as características físicas e fisiológicas das sementes de *Anadenanthera colubrina*. O nível de significância do coeficiente de correlação foi avaliado pelo teste t de Student a 0,05 de probabilidade.

Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o *software* estatístico GENES (CRUZ, 2016).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As características morfométricas observadas nos quatro estádios de maturação indicam que as sementes de *Anadenanthera colubrina* atingiram seu comprimento máximo (15,43 mm) quando os frutos apresentavam cor castanho-escuro (Tabela 1). Dranski *et al.* (2010) também observaram para *Jatropha curcas* L. que as sementes dos estádios iniciais de maturação apresentaram maior comprimento com redução dessa característica nas sementes dos estádios mais avançados de maturação.

Tabela 1 – Caracterização biométrica de sementes de *Anadenanthera colubrina* em diferentes estádios de maturação. Setembro de 2017, Marechal Cândido Rondon, Paraná, Brasil

Estádio de maturação	CS (mm)	DS (mm)	ES (mm)	TA (%)	MMSS (g)
Verde-amarelo moderado	13,88 ± 1,47 b	13,92 ± 1,65 a	2,03 ± 0,35 a	62,06 ± 1,08 a	0,1019 ± 0,07 b
Castanho-escuro	15,43 ± 1,21 a	14,07 ± 1,25 a	1,44 ± 0,19 b	28,78 ± 4,09 b	0,1737 ± 0,18 a
Castanho-escuro avermelhado	12,05 ± 0,80 c	10,50 ± 1,05 b	1,10 ± 0,13 c	8,28 ± 0,24 c	0,1651 ± 0,16 a
Castanho-claro	12,27 ± 0,85 c	10,68 ± 1,14 b	1,09 ± 0,12 c	8,32 ± 0,12 c	0,1688 ± 0,13 a
C.V. %	3,41	3,12	4,59	7,89	4,69

Fonte: Autores (2017)

Em que: CS = comprimento da semente, DS = diâmetro da semente, ES = espessura da semente, TA = teor de água, MMSS = massa de matéria seca da semente, C.V. = coeficiente de variação. As médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem, estatisticamente, entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Já o diâmetro máximo (13,92 mm) da semente foi alcançado no estágio em que os frutos apresentaram cor verde-amarelo moderado e mantido até o estágio em que apresentavam cor castanho-escuro (14,07 mm). A máxima espessura foi observada nas sementes do estágio dos frutos com cor verde-amarelo moderado, com redução gradual até o estágio com cor castanho-escuro avermelhado, em que houve estagnação da espessura com o avanço para o próximo estágio, resultado semelhante foi observado para o teor de água (Tabela 1).

Lazarotto *et al.* (2011) observaram comportamento parecido para sementes de *Erythrina crista-galli* L., em diferentes estágios de desenvolvimento avaliados em períodos após a abertura dos botões florais, em que as mesmas atingiram valores máximos de comprimento, largura e espessura às oito semanas após a abertura dos botões florais seguido de redução verificada nos estágios posteriores.

Normalmente o processo de desenvolvimento da semente envolve um crescimento rápido até o ponto que atinge o tamanho máximo, sendo esse rápido crescimento resultado da multiplicação e do desenvolvimento das células que constituem o eixo embrionário e o tecido de reserva. A partir do ponto em que a semente atinge o seu tamanho máximo, se mantém por certo período, e posteriormente sofre uma gradual redução, em função da desidratação decorrente do processo de maturação (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012). Os autores ainda ponderaram que as condições climáticas exercem grande influência nessa etapa, uma vez que a combinação de temperatura e umidade pode acelerar ou retardar o processo de desidratação das sementes.

O teor de água (TA) no estágio de maturação inicial (frutos com cor verde-amarelo moderado) encontrou-se elevado (> 60%), e à medida que a maturidade das sementes evoluiu, conjuntamente com o estágio de desenvolvimento fisiológico, evidenciou-se a redução drástica no TA. Concomitante a esse efeito observou-se um aumento no acúmulo de massa até o ponto máximo, que é característica dependente de cada espécie. Nesse momento, as sementes, teoricamente, apresentariam potencial máximo germinativo (Tabela 1).

Resultados semelhantes em que houveram reduções no teor de água e acréscimos no acúmulo de matéria seca em função do avanço do estágio de maturação foram observados para sementes de *Eugenia pyriformis* Cambess e *Eugenia involucrata* DC. (ORO *et al.*, 2012), *Jatropha curcas* (DRANSKI *et al.*, 2010; SILVA *et al.* 2012; RUBIO *et al.*, 2013), *Anadenanthera colubrina* (PIRES NETO *et al.*, 2016), *Allophylus edulis* (KAISER *et al.*, 2016), *Aleurites fordii* (LIMA *et al.*, 2016).

De acordo com Carvalho e Nakagawa (2012), logo após a sua formação as sementes apresentam elevado teor de água (em torno de 70-80%). Poucos dias depois, se observa um pequeno acréscimo (cerca de 5%) no TA, e posteriormente começa uma fase de desidratação. Esse conteúdo de água decresce até determinado ponto e depois observa-se apenas uma oscilação com os valores de umidade relativa do ar, demonstrando que, a partir daquele ponto, a planta-mãe não mais exerce controle algum sobre o teor de água da semente. Do mesmo modo, os autores explicaram que ocorre um acúmulo de matéria seca, inicialmente lenta, posteriormente há um rápido e constante acúmulo de matéria seca até o ponto em que o máximo é atingido, seguido pela manutenção da massa de matéria seca por algum período, mas depois pode sofrer redução devido ao processo de deterioração natural.

As sementes, assim como flores e frutos, são consideradas como mecanismos dreno na estrutura do vegetal (TAIZ *et al.*, 2017). Assim, durante a fase inicial de formação e desenvolvimento de uma semente, os produtos fotossintetizados em outras estruturas consideradas fonte (folhas, raízes) do vegetal precisam ser transportados até as sementes em formação, para que possam ser utilizados como base para a formação da nova semente ou ainda permanecer armazenados na semente como substância de reserva (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

Marcos-Filho (2015) ressaltou que a máxima massa de matéria seca das sementes é obtida ainda quando estas apresentam grau elevado de teor de água, pois essa condição é necessária para a translocação de fotoassimilados.

As médias de porcentagens de germinação (G%) e de emergência (E%), tempo

médio (TMG) e índice de velocidade de germinação (IVG) e índice de velocidade de emergência (IVE) estão apresentadas na Tabela 2.

Os resultados para porcentagem de germinação indicam que todos os estádios de maturação possuem sementes aptas a germinar. No entanto, as sementes obtidas de frutos com cor verde-amarelo moderado apresentaram um valor baixo de germinação (G = 35%) e os demais estádios apresentaram médias de porcentagem de germinação acima de 90% e não diferiram entre si ($p \geq 0,05$).

Tabela 2 – Germinação e vigor de sementes de *Anadenanthera colubrina* em diferentes estádios de maturação. Setembro de 2017, Marechal Cândido Rondon, Paraná, Brasil

Estádio de maturação	G (%)	E (%)	TMG (dias)	IVG	IVE
Verde-amarelo moderado	35 b	24 d	7,1 a	1,01 c	0,69 c
Castanho-escuro	92 a	59 c	6,8 a	2,76 b	1,66 b
Castanho-escuro avermelhado	93 a	77 b	5,4 b	3,60 a	2,76 a
Castanho-claro	99 a	90 a	5,3 b	3,87 a	2,95 a
C.V. %	11,43	7,71	3,53	5,77	10,99

Fonte: Autores (2017)

Em que: G = germinação, E = emergência, TMG = tempo médio de germinação, IVG = índice de velocidade de germinação, IVE = índice de velocidade de emergência. As médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem, estatisticamente, entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

De acordo com Marcos-Filho (2015), sementes em estádios iniciais de maturação podem germinar, pois já apresentam suas estruturas formadas, isto é, o embrião já está morfológicamente formado. Contudo, a maturidade fisiológica só será confirmada quando estas apresentarem vigor elevado. Esse fato foi verificado por Kaiser *et al.* (2016) em sementes de *Allophylus edulis*, onde os autores observaram que as sementes obtidas de frutos verdes apresentaram baixa germinação atribuída ao fato de as sementes não estarem completamente maduras. Resultado semelhante também foi relatado por Schulz *et al.* (2014) para sementes de *Inga laurina*, em que os autores afirmaram que os seus resultados indicaram que as sementes de frutos de coloração verde, apesar de apresentarem capacidade germinativa, não atingiram a maturidade fisiológica.

Corroborando os estudos supracitados, neste trabalho evidenciou-se germinação de sementes de *Anadenanthera colubrina*, em todos os estádios de maturação. Entretanto, a maturidade fisiológica das sementes só foi alcançada nos estádios em que os frutos apresentavam cores castanho-escuro avermelhado e castanho-claro, nos quais as sementes demonstraram maior potencial em germinar rápida e uniformemente, conforme demonstrado para os valores de IVG (3,60 e 3,87), nas respectivas cores dos frutos.

Assim como para o teste de germinação, no teste de emergência observou-se E% inferior nas sementes colhidas de frutos com cor verde (24%). As maiores médias foram observadas em sementes obtidas de frutos com coloração castanho-claro (90%) (Tabela 2).

No período de permanência do teste de emergência (18 dias) as temperaturas mínima, média e máxima e umidade relativa do ar média registradas com o auxílio de um datalogger foram, respectivamente, 14,7, 26,1 e 38,8 °C e 50,8%.

O teste de emergência é feito em condições de ambiente não controlado, podendo ocorrer grandes oscilações nos fatores climáticos (temperatura, umidade relativa, etc.). Neste estudo, especificamente, observou-se variação de 24 °C na temperatura do ambiente (mínima de 14 °C e máxima de 38 °C) o que pode ter contribuído para a redução da porcentagem de emergência em comparação com a porcentagem de germinação.

No entanto, para esta pesquisa, o teste de emergência mostrou-se como um bom indicador na diferenciação do vigor de sementes, pois em condições menos favoráveis as sementes mais vigorosas apresentaram maior potencial em relação às de menor vigor.

Sementes que demandam menor tempo para germinar, muito provavelmente apresentarão maior vantagem quando submetidas às condições de sementeira. Esse atributo está relacionado ao vigor, pois nem sempre a alta taxa de germinação das sementes ocorre em menor tempo de germinação. Essa hipótese é evidenciada na Tabela 2, onde se verifica que apesar de apresentar porcentagem de germinação estatisticamente semelhante aos estádios com cores do fruto castanho-escuro

avermelhado e castanho-claro, o estágio de maturação cor do fruto castanho-escuro apresentou maior tempo médio de germinação, não diferindo do estágio com fruto verde. Nesse caso, pode-se dizer que as sementes desse estágio de maturação (2,5 YR 3/4 – obtidas de frutos de cor castanho-escuro) possuíam embrião totalmente formado e com capacidade germinativa alta. Porém, não apresentavam ainda vigor elevado, e isso pode estar relacionado também ao alto teor de água apresentado nessa fase. Simão, Nakamura e Takaki (2007) encontraram resultados semelhantes para as sementes de *Tibouchina mutabilis* (Vell.) Cogn. em diferentes estádios de desenvolvimento.

Os índices de velocidade de germinação (IVG) e de emergência (IVE) das sementes também foram influenciados pelo estágio de maturação (Tabela 2), onde as sementes oriundas de frutos com cores castanho-escuro avermelhado e castanho-claro apresentaram maior IVG e IVE, o que indica que nesses estádios as sementes germinam mais rapidamente, logo apresentarão vantagens em relação àquelas de menor vigor, que germinam mais tardiamente. Valentin e Piña-Rodrigues (1995) explicaram que os testes de velocidade de germinação e de emergência partem do mesmo princípio, em que sementes de elevado potencial fisiológico se desenvolvem (germinam/emergem) mais rapidamente que outras em condição inferior. O que difere os dois índices é que o IVG é realizado em conjunto com o teste de germinação, e em condições favoráveis ao seu desenvolvimento. Já o IVE é feito em ambiente não controlado podendo ocorrer situações adversas ao desenvolvimento das plântulas, simulando a condição a campo.

Kaiser *et al.* (2016) verificaram em sementes de *Allophylus edulis* que os maiores índices de velocidade de germinação foram observados nas sementes colhidas de frutos de estádios de maturação mais avançados, sugerindo que estas se apresentavam mais vigorosas. Resultados distintos foram observados por Lima *et al.* (2016) para sementes *Aleurites fordii*, em que os autores não verificaram diferenças para o IVE observado em sementes obtidas de diferentes estádios de maturação.

Este estudo demonstrou que as sementes colhidas de frutos com coloração do epicarpo castanho-escuro avermelhado e castanho-claro, classificados pela carta de

Munssel em 5 YR 3/4 e 7,5 YR 6/4, respectivamente, apresentaram maior potencial fisiológico. Essas sementes também têm potencial para a produção de mudas de alta qualidade e tolerantes às condições de campo, desde que sejam consideradas as práticas culturais contemplando as exigências nutricionais e hídricas, de substrato, luminosidade, entre outras, da espécie. Cherobini, Muniz e Blume (2008) explicaram que a qualidade das sementes tem interferência direta na formação e conseqüentemente no vigor das mudas, afetando o estabelecimento de povoamentos de espécies florestais. Para *Cedrela fissilis* Vell., os autores verificaram que a qualidade das mudas da espécie foi altamente correlacionada ao vigor das sementes.

Na Tabela 3 estão apresentados os resultados da análise de correlação de Spearman entre o estágio de maturação da semente de *Anadenanthera colubrina* e suas características biométricas.

A correlação do estágio de maturação foi significativa e inversamente proporcional para o diâmetro (DS), comprimento (CS), espessura (ES) e teor de água (TA) das sementes. Significa dizer que as características físicas das sementes são fortemente influenciadas pelo estágio de maturação, isto é, pela classificação de cor que se encontra o fruto de *Anadenanthera colubrina*. Portanto, o desenvolvimento das sementes ocorre simultâneo ao avanço do estágio de maturação dos frutos, visível por meio da mudança da cor verde para os tons de castanho.

Tabela 3 – Coeficiente de correlação de Spearman entre o estágio de maturação e as características físicas das sementes de *Anadenanthera colubrina*. Setembro de 2017, Marechal Cândido Rondon, Paraná, Brasil

Correlação	ρ_s	Teste t
EM x DS	-0,61	**
EM x CS	-0,57	**
EM x ES	-0,79	**
EM x MMSS	0,55	*
EM x TA	-0,83	**

Fonte: Autores (2017)

Em que: DS = diâmetro da semente, CS = comprimento da semente, ES = espessura da semente, MMSS = massa de matéria seca da semente, TA = teor de água, ρ_s = coeficiente de correlação de Spearman, EM = estágio de maturação. Significativo a 1% (**) e a 5% (*) de probabilidade de erro pelo teste t.

Também foi observado que a massa de matéria seca das sementes (MMSS) apresentou forte dependência ($\rho_s = 0,55$) diretamente proporcional ao estágio de maturação (Tabela 3), podendo inferir que simultâneo a desidratação das sementes de *Anadenanthera colubrina* ocorre um acúmulo de massa seca, e que esses processos são acompanhados pela mudança da cor do fruto.

O estágio de maturação apresentou correlação forte e significativa com as características fisiológicas das sementes, sendo diretamente proporcional à germinação (G), emergência (E), índice de velocidade de germinação (IVG) e índice de velocidade de emergência (IVE) e inversamente proporcional ao tempo médio de germinação (TMG) (Tabela 4).

Tabela 4 – Coeficiente de correlação de Spearman entre o estágio de maturação e as características fisiológicas das sementes de *Anadenanthera colubrina*. Setembro de 2017, Marechal Cândido Rondon, Paraná, Brasil

Correlação	ρ_s	Teste t
EM x G	0,74	**
EM x E	0,80	**
EM x TMG	-0,80	**
EM x IVG	0,88	**
EM x IVE	0,87	**

Fonte: Autores (2017)

Em que: G = germinação, E = emergência, TMG = tempo médio de germinação, IVG = índice de velocidade de germinação, IVE = índice de velocidade de emergência, ρ_s = coeficiente de correlação de Spearman, EM = estágio de maturação. Significativo a 1% (**) e a 5% (*) de probabilidade de erro pelo teste t.

Neste estudo observa-se que o potencial fisiológico da semente de *Anadenanthera colubrina* aumenta gradativamente à medida que ocorre o avanço do estágio de maturação, que para esta pesquisa foi definido pela cor do fruto. Assim, sugere-se que esse atributo (cor do fruto) pode ser utilizado como um bom indicador do momento da colheita das sementes, uma vez que os resultados da análise de correlação também evidenciaram relação entre os estágios de maturação com todas as características

avaliadas.

A *Anadenanthera colubrina*, por ser uma espécie pioneira, completa a fase de maturação de sementes ainda dentro do fruto, ou seja, quando a semente é dispersa e em contato com condições favoráveis inicia-se o processo de germinação e emergência. Pressuposto que foi evidenciado nos resultados obtidos nesta pesquisa, com a observação de mudanças morfológicas e fisiológicas concomitantes aos estádios de maturação estudados.

Desse modo, é importante considerar para frutos secos deiscentes, como é o caso do angico, que a colheita das sementes deve ser realizada antes da abertura dos frutos e dispersão das sementes, processo que dificulta a colheita. Contudo, devem ser colhidas sementes com a maturidade completa. Pois, seguida da dispersão das sementes inicia-se o processo de deterioração e perda de vigor. Por outro lado, a colheita de sementes imaturas resulta em baixos índices de germinação e vigor. Nesse sentido, a identificação morfológica do momento da colheita é crucial.

Assim, os resultados obtidos neste estudo aliados aos apresentados na literatura evidenciaram que a maturação de sementes é um atributo peculiar a cada espécie, podendo eventualmente apresentar tendência similar entre espécies do mesmo gênero. Com isso, torna-se de fundamental importância a realização de estudos para as diferentes espécies arbóreas, especialmente as nativas, que devido à grande diversidade, ainda são pouco estudadas.

4 CONCLUSÕES

A interpretação dos resultados indicou o epicarpo do fruto como um bom indicador da maturidade fisiológica das sementes de *Anadenanthera colubrina*, sendo corroborado pela mudança observada nas características físicas das sementes.

Frutos com cores castanho-escuro avermelhado (5 YR 3/4) e castanho-claro (7,5 YR 6/4) representam o momento ideal para realizar a colheita de sementes dessa espécie na região do ensaio, as quais se encontram com qualidade fisiológica superior.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001 e do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – Brasil (CNPq).

REFERÊNCIAS

- BISPO, J. S. *et al.* Size and vigor of *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan seeds harvested in Caatinga areas. **Journal of Seed Science**, Londrina, v. 39, n. 4, p. 363-373, 2017.
- BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Instruções para análise de sementes de espécies florestais**. Brasília, 2013. 98 p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília, 2009. 399 p.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 5. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2012.
- CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília: EMBRAPA Informação Tecnológica; Colombo: EMBRAPA Florestas, 2003.
- CAVIGLIONE, J. H. *et al.* **Carta climáticas do Paraná**. Londrina: IAPAR, 2000.
- CHEROBINI, E. A. L.; MUNIZ, M. F. B.; BLUME, E. Avaliação da qualidade de sementes e mudas de cedro. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 18, n. 1, p. 65-73, 2008.
- CRUZ, C. D. Genes Software – extended and integrated with the R, Matlab and Selegen. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 38, n. 4, p. 547-552, 2016.
- DORNELES, M. C.; RANAL, M. A.; SANTANA, D. G. Germinação de sementes e emergência de plântulas de *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan var. cebil (Griseb.) Altschut, Fabaceae, estabelecida em fragmentos florestais do cerrado, MG. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 23, n. 3, p. 291-304, 2013.
- DRANSKI, J. A. L. *et al.* Physiological maturity of seeds and colorimetry of fruits of *Jatropha curcas* L. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 32, n. 4, p. 158-165, 2010.
- GIAMMINOLA, E. M. *et al.* Will global change modify the distribution of the *Anadenanthera colubrina* (Fabales: Fabaceae) plant, a key species in dry tropical forest? **Revista de Biologia Tropical**, San Pedro, v. 68, n. 2, p. 517-527, 2020.
- KAISER, D. K. *et al.* Physiological maturity of seeds and colorimetry of the fruits of *Allophylus edulis* [(A. St. – Hil., A. Juss. & Cambess.) Hieron. Ex Niederl.]. **Journal of Seed Science**, Londrina, v. 38, n. 2, p. 92-100, 2016.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (Brasil). **Estação Meteorológica Automática de Marechal Cândido Rondon/PR**. Brasília, 2018.

LABOURIAL, L. G. **A germinação de sementes**. Washington: OEA, 1983. 174 p.

LAZAROTTO, M. *et al.* Maturação fisiológica de sementes de *Erythrina crista-galli* L. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 21, n. 1, p. 9-16, 2011.

LIMA, P. R. *et al.* Maturidade fisiológica de sementes de tungue (*Aleurites fordii* Hemsl.). **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v. 15, n. 3, p. 208-214, 2016.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seeding emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v. 2, n. 2, p. 76-177, 1962.

MARCOS-FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. 2. ed. Londrina: ABRATES, 2015.

MARINI, D. *et al.* Maturação fisiológica de sementes de *Luehea grandiflora* Mart. & Zucc. **Scientia Agraria Paranaensis**, Marechal Cândido Rondon, v. 11, n. 1, p. 65-73, 2012.

MUNSELL, A. H. **Munsell book of color**. Baltimore: Macbeth Vivision of Kollmorgen, 1976. 23 p.

NOGUEIRA, N. W. *et al.* Maturação fisiológica e dormência em sementes de sabiá (*Mimosa caesalpinii folia* BENTH.). **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 29, n. 4, p. 876-883, 2013.

ORO, P. *et al.* Maturação fisiológica de sementes de *Eugenia pyriformis* Cambess e *Eugenia involucrata* DC. **Revista Biotemas**, Florianópolis, v. 25, n. 3, p. 11-18, 2012.

PIRES NETO, P. A. F. *et al.* Physiological ripening of *Anadenanthera colubrina* (Vellozo) Brenan seeds. **Journal of Seed Science**, Londrina, v. 38, n. 2, p. 155-160, 2016.

RUBIO, F. *et al.* Estádios de maturação do fruto no desempenho germinativo e teor de óleo de sementes de *Jatropha curcas* Linn. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 34, n. 2, p. 663-668, 2013.

SCHULZ, D. G. *et al.* Maturidade Fisiológica e Morfometria de Sementes de *Inga laurina* (Sw.) Willd. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 21, n. 1, p. 45-51, 2014.

SILVA, L. J. *et al.* Relationship between fruit maturation stage and physiological quality of physic nut (*Jatropha curcas* L.) seeds. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 36, n. 1, p. 39-44, 2012.

SIMÃO, E.; NAKAMURA, A. T.; TAKAKI, M. Época de colheita e capacidade germinativa de sementes de *Tibouchina mutabilis* (Vell.) Cogn. (Melastomataceae). **Biota Neotropica**, Campinas, v. 7, n. 1, p. 67-73, 2007.

TAIZ, L. *et al.* **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

VALENTIN, S. R. T.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M. Aplicação do teste de vigor em sementes. **Instituto Florestal Série Registros**, São Paulo, v. 14, n. 1, p. 75-84, 1995.

Contribuição de Autoria

1 – Maria Soraia Fortado Vera Cruz

Engenheira Agrônoma, Ma.

<https://orcid.org/0000-0003-2039-4644> • soraiaf12@hotmail.com

Contribuição: Conceituação, Curadoria dos dados, Análise Formal, Investigação, Administração do projeto, Escrita – primeira redação

2 – Marlene de Matos Malavasi

Engenheira Agrônoma, Dra.

<https://orcid.org/0000-0002-6726-6490> • marlenemalavasi@yahoo.com.br

Contribuição: Conceituação, Administração do projeto, Escrita – revisão e edição, Supervisão

3 – Ana Carolina Pinguelli Ristau

Engenheira Agrônoma, Ma.

<https://orcid.org/0000-0002-6441-1816> • ana_ristau@hotmail.com

Contribuição: Conceituação, Curadoria de dados, Escrita – revisão e edição, Investigação

4 – Ubirajara Contro Malavasi

Engenheiro Florestal, Dr., Professor

<https://orcid.org/0000-0003-4300-4338> • biramalavasi@yahoo.com.br

Contribuição: Conceituação, Escrita – revisão e edição, Supervisão

5 – João Alexandre Lopes Dranski

Biólogo, Dr., Professor

<https://orcid.org/0000-0002-2460-7865> • joaodranski@yahoo.com.br

Contribuição: Conceituação, Análise Formal, Escrita – revisão e edição

Como citar este artigo

Cruz, M. S. F. V.; Malavasi, M. M.; Ristau, A. C. P.; Malavasi, U. C.; Dranski, J. A. L. Maturidade de sementes de *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 31, n. 1, p. 515-532, 2021. DOI 10.5902/1980509835444. Disponível em: <https://doi.org/10.5902/1980509835444>. Acesso em: xx mês abreviado 202x.