

CICLO DE MATUREÇÃO E FORÇA DE DESPRENDIMENTO DOS FRUTOS DE CAFÉ CONILON EM CULTIVO IRRIGADO NO CERRADO¹

Mateus Rollemberg Santin²; Renato Fernando Amabile³; Juaci Vitória Malaquias⁴; Antonio Fernando Guerra⁵; Gabriel Ferreira Bartholo⁶; Omar Cruz Rocha⁷; Adriano Delly Veiga⁸; José Ricardo Peixoto⁹; Ricardo Sayd¹⁰

¹Trabalho financiado pelo Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do Café – Consórcio Pesquisa Café

²Estudante de Doutorado, MS, Universidade de Brasília, Brasília-DF, mateusantin@gmail.com

³Pesquisador, DSc, Embrapa Cerrados, Brasília-DF, renato.amabile@embrapa.br

⁴Analista, MS, Embrapa Cerrados, Brasília-DF, juaci@cpac.embrapa.br

⁵Pesquisador, PhD, Embrapa Café, Brasília-DF, antonio.guerra@embrapa.br

⁶Consultor Consórcio Pesquisa Café, DSc, Brasília, DF, gabriel.bartholo@embrapa.br

⁷Pesquisador, DSc, Embrapa Cerrados, Brasília-DF, omar.rocha@embrapa.br

⁸Pesquisador, DSc, Embrapa Cerrados, Brasília-DF, adriano.veiga@embrapa.br

⁹Professor, DSc, Universidade de Brasília, Brasília-DF, peixoto@unb.br

¹⁰Estudante de Doutorado, MS, Universidade de Brasília, Brasília-DF, ricardo_sayd@hotmail.com

RESUMO: O presente estudo objetivou determinar a força de desprendimento e o ciclo de maturação dos frutos de 217 genótipos de café Conilon, oriundos de cruzamentos em campo isolado da cultivar Robusta Tropical, em cinco estádios de maturação (verde, verde cana, cereja, passa e coco). O campo experimental, localizado na Embrapa Cerrados, em Planaltina, DF, foi estabelecido em 2009, com irrigação via pivô central, no espaçamento de 3,5m x 1,0m. As medições foram realizadas utilizando-se um dinamômetro portátil, amostrando seis frutos de cada lado da linha de cultivo, tomados ao acaso no terço médio das plantas. Os dados de força de desprendimento em cada estádio foram utilizados para determinar a curva de força de desprendimento de cada material, por meio de regressão logística, utilizando-se o software R. De acordo com a duração do ciclo, os genótipos foram divididos em precoces e médios, e foram obtidos os valores dos coeficientes da equação da curva de força de desprendimento, os quais estão relacionados com o ponto de interceptação do eixo y (b_0) e a inclinação da curva (b_1). Notou-se variação na força de desprendimento entre os materiais e ao longo do ciclo, com uma tendência de forças menores nos estádios cereja, passa e coco. Estes resultados apontam para a possibilidade alguns genótipos serem mais aptos à colheita mecanizada seletiva.

PALAVRAS-CHAVE: *Coffea canephora*, Robusta Tropical, maturação, variabilidade, colheita mecanizada.

TITLE: MATURATION CYCLE AND RELEASE STRENGTH OF CONILON COFFEE FRUITS IN AN IRRIGATED CROP IN THE CERRADO

ABSTRACT: This study aimed to determine the release strength and the maturation cycle of the fruits of 217 genotypes of Conilon coffee, originated from open field crossings of the Robusta Tropical cultivar, in five stages along the maturation cycle (green, green cane, cherry, passed and dry). The experimental field, located in Embrapa Cerrados, in Planaltina, DF, was established in 2009, irrigated by center pivot, with 3,5 m between rows and 1,0 m between plants in the row. The measurements were realized using a portable dynamometer, and there were sampled six fruits from each side of the row, in the medium part of the plant. The data of release strength in each maturation stage were used to determine the release strength curve of each genotype, by logistic regression, using the R software. According to the cycle duration, the genotypes were divided into early cycle and medium cycle, and were estimated the equation coefficients, which are connected to the interception point of the Y-axis (b_0) and the curve inclination (b_1). There were perceived variations of the release strength of the fruits between genotypes and along the maturation cycle, with a clear tendency of lower strengths on cherry, passed and dry stages. These results indicate the possibility of some genotypes be more apt to selective mechanical harvesting.

KEYWORDS: *Coffea canephora*, Robusta Tropical, maturation, variability, breeding, mechanical harvesting.

INTRODUÇÃO

O cultivo de *Coffea canephora* Pierre ex Froehner no Cerrado do Brasil Central passa obrigatoriamente pela seleção de materiais adaptados ao clima e sistema de cultivo da região. O sistema de cultivo é baseado em grandes áreas e alto investimento em tecnologia, com irrigação (principalmente via pivô central) e mecanização de operações, especialmente a colheita.

Nos estudos de Oliveira e colaboradores (2007) a colheita mecanizada proporcionou uma redução de custos superior a 62% em relação à colheita manual do café. A derrça dos frutos é o objetivo do trabalho da máquina e deve ser avaliada em diferentes estádios de maturação dos frutos, cultivares, e condições locais da cultura. A maior ou menor facilidade

de derrça dos grãos está associada, entre outros fatores, ao estágio de maturação dos frutos. Na fase inicial de colheita, para *C. arabica*, quando grande parte dos grãos se encontra no estágio “verde” e “cereja”, a máquina terá menor eficiência de derrça (Kashima *et al.*, 1986). Rena *et al.* (1994) constataram que no café conilon os frutos são mais fortemente aderidos à planta do que os de café arábica, não caindo facilmente quando maduros, característica que deve interferir na colheita.

De acordo com Crisoto & Nagao (1991), a força necessária ao desprendimento dos frutos do cafeeiro é significativamente diferente quando se considera tanto estádios de maturação quanto materiais genéticos distintos. Os mesmos autores observaram que a força necessária para retirar da planta os frutos verdes foi aproximadamente o dobro daquela aplicada para a colheita dos frutos cereja. Para Silva *et al.* (2010), também a força de desprendimento varia entre cultivares e de acordo com a maturação; estes autores citam esta variação como um importante fator para o gerenciamento da colheita mecanizada.

Silva *et al.* (2013), trabalhando com café arábica, perceberam mais uma vez diferenças significativas para força de desprendimento em estádios e cultivares (ou progênies) diferentes. Os autores afirmam ser a força de desprendimento dos frutos um importante e objetivo parâmetro para determinar o momento de início da colheita mecanizada e seletiva do café, além de ser uma boa ferramenta para o gerenciamento da colheita mecanizada. Estes autores observaram relação direta entre a força média de desprendimento dos frutos e eficiência de colheita mecanizada.

O objetivo deste trabalho, portanto, foi determinar o ciclo de maturação e a força de desprendimento de frutos de genótipos de *C. canephora* cultivados irrigados no Distrito Federal ao longo deste ciclo e verificar a variabilidade existente entre os materiais para estas características.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido no Campo Experimental da Embrapa Cerrados, localizada em Planaltina, Distrito Federal, situada a 15°35'30" latitude S, 47°42'30" longitude O e altitude de 1.007 m, num solo classificado como LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico, argiloso. Foram avaliados 217 genótipos de *C. canephora* oriundos de cruzamentos naturais dentro de um campo isolado da cultivar Robusta Tropical, do Incaper. A lavoura foi estabelecida em abril de 2009 sob irrigação via pivô central, no espaçamento de 3,5 m entre linhas e 1,0 m entre plantas, sem repetição. A lavoura é conduzida no sistema de uniformização de florada pela suspensão da irrigação, que na ocasião ocorreu entre 24 de junho e 04 de setembro de 2013. Esta última data foi tomada como referência nos cálculos de duração do ciclo, definida como a data do retorno da irrigação ou do final do estresse hídrico.

As avaliações de força de desprendimento dos frutos foram realizadas em cinco estádios de maturação: verde (V), verde-cana (VC), cereja (CE), passa (P) e coco (CO). As medições foram realizadas utilizando-se um dinamômetro da marca Instrutherm®, modelo DD 300. Em cada medição foram colhidos seis frutos de ramos plagiotrópicos do terço médio da planta em cada lado da linha de cultivo, totalizando 12 frutos por planta em cada estágio de maturação. O intervalo entre as aferições foi variável, dependendo do ciclo de maturação de cada acesso. O acompanhamento da maturação e a definição dos estádios foi feito segundo a escala desenvolvida por Pezzopane *et al.* (2003).

De acordo com o tempo transcorrido para atingir o estágio de cereja, determinado pelos dias após o término do estresse hídrico (retorno da irrigação), em 4/9/2013, os materiais foram divididos em dois grupos, de ciclo precoce ou médio. A divisão foi realizada de acordo com a mediana, sendo que os materiais que atingiram o estágio cereja antes da mediana foram definidos como precoces e os demais, médios. Os dados de força de desprendimento em cada estágio foram utilizados para determinar a curva de força de desprendimento de cada material, por meio de regressão logística, e os parâmetros da curva logística formada $b0$ e $b1$, os quais estão relacionados, respectivamente, ao intercepto da curva de regressão no eixo Y e à inclinação da parte mais descendente da curva. Este procedimento foi realizado utilizando-se o software R (Ihaka & Gentleman, 1996).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A diferença de ciclo entre o primeiro genótipo a atingir o estágio de cereja e o último foi de 50 dias. Desta forma, aqueles que chegaram neste estágio nos 25 primeiros dias foram caracterizados como precoces e os demais, médios. Os 155 genótipos de ciclo precoce atingiram o estágio de cereja entre 257 e 284 dias pós o retorno da irrigação. Os demais 62 genótipos atingiram o estágio de cereja entre 291 e 307 dias após o retorno da irrigação.

A força de desprendimento dos frutos variou entre os genótipos e entre os estádios ao longo do ciclo de maturação, determinando uma curva polinomial, segundo o modelo:

$$\text{Força (N)} = \frac{\text{Dif}}{1 + e^{-(b0+b1(\text{Dias}))}} + \text{Mín}$$

Em que:

Dif = Diferença entre a força máxima e a força mínima;

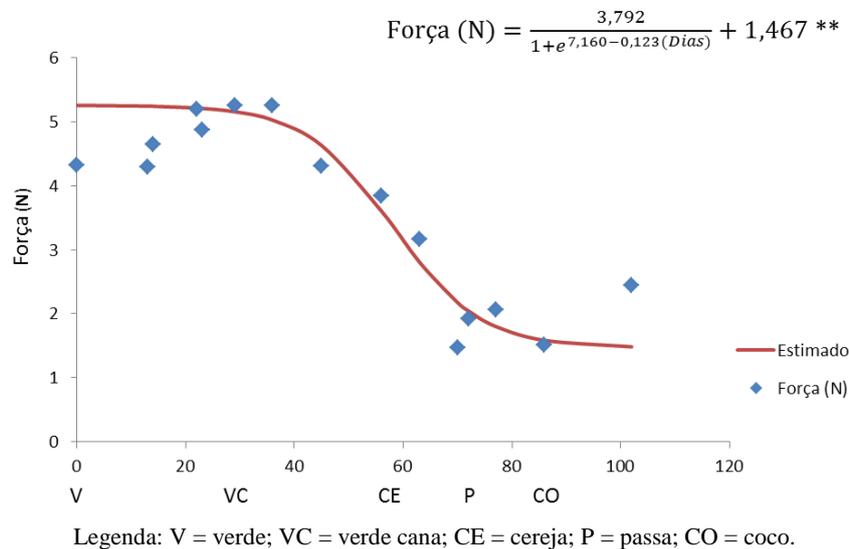
Mín = Força mínima atingida ao longo do ciclo de maturação;

$b0$ e $b1$ = coeficientes da equação polinomial;

Dias = dias decorrentes entre a primeira avaliação (no estágio verde) e a data em que se deseja calcular a força.

Para os genótipos precoces, a curva da força de desprendimento, demonstrada na Figura 1, se ajustou de forma altamente significativa ($P < 0,01$).

Figura 1. Gráfico de dispersão, regressão e equação logística da força de desprendimento dos frutos em função do estágio de maturação de 155 genótipos de ciclo precoce de café Conilon irrigado no Cerrado. Planaltina, DF, 2015.



A partir da análise da Figura 1 nota-se, claramente, uma queda vertiginosa na força de desprendimento dos frutos, que apresenta altos valores no início do ciclo de maturação (estádios verde e verde cana) e diminui conforme avançam os estádios de maturação, tendendo a se manter constante no final ciclo, ou seja, no estágio de coco. Esta última informação é bastante importante, pois corrobora o que sustentam Rena *et al.* (1994), de que os frutos de *C. canephora* não caem facilmente quando maduros. Por outro lado, do fato de a força de desprendimento nos estádios mais adiantados (especialmente o passa) ser bem inferior àquela requerida no início do ciclo infere-se que pode haver maior facilidade de colheita seletiva mecanizada.

As variações na força de desprendimento ao longo do ciclo de maturação concordam com as observações de outros autores (Silva *et al.*, 2013; Silva *et al.*, 2010; Crisoto & Nagao, 1991).

Com relação ao ciclo, nota-se um intervalo de tempo maior para a mudança de estágio no início do ciclo, com intervalo menor entre uma fase e outra na parte final. Na passagem de verde para verde cana, por exemplo, a média, em dias, foi de 28. Já na passagem de cereja para passa, por sua vez, o tempo transcorrido médio foi de 15 dias. Esta informação é importante por fazer referência ao tempo hábil para se realizar a colheita no estágio de cereja. Se o interesse maior for de colheita no estágio de passa, pela ainda menor força de desprendimento requerida, o produtor teria um prazo médio de 12 dias para realizar a colheita, antes que o café atingisse o estágio de coco. (Tabela 1.)

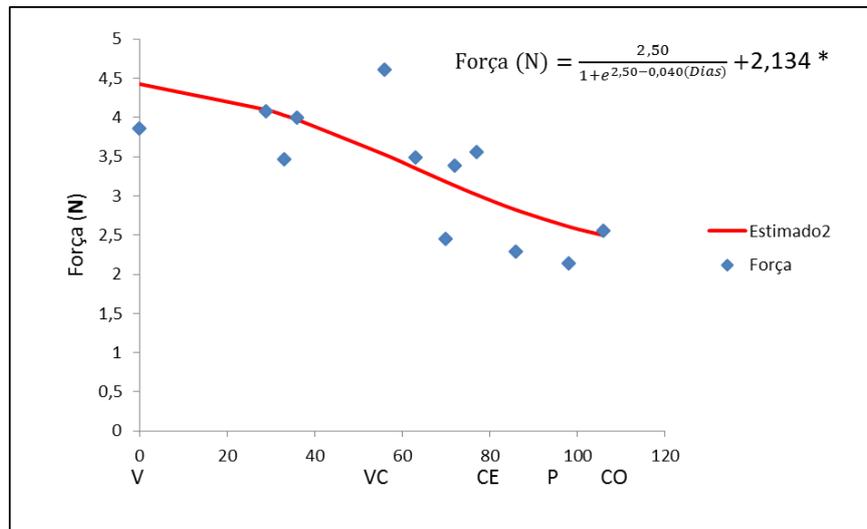
Tabela 1. Intervalo médio transcorrido entre estádios, dias após o fim do estresse hídrico e duração de cada estágio de maturação, em dias, de 217 genótipos de café Conilon de ciclos precoce (155 acessos) e médio (62 acessos).

Estádio	Precoce (155)	Dias após o estresse	Duração do estágio	Médio (62)	Dias após o estresse	Duração do estágio
V	0,0	221	-	0,0	221	-
VC	28,1	249,1	28,1	54,0	275,0	54,0
CE	58,3	279,3	30,2	72,4	293,4	18,4
P	73,1	294,1	14,8	85,9	306,9	13,5
CO	85,8	306,8	12,7	99,0	320	13,1

Legenda: V = verde; VC = verde cana; CE = cereja; P = passa; CO = coco.

Para os genótipos de ciclo médio, a curva logística foi significativa ao nível de 5% ($P < 0,05$), e pode ser observada na Figura 2.

Figura 2. Gráfico de dispersão, regressão e equação logística da força de desprendimento dos frutos em função do estágio de maturação de 155 genótipos de ciclo precoce de café Conilon irrigado no Cerrado. Planaltina, DF, 2015.



Legenda: V = verde; VC = verde cana; CE = cereja; P = passa; CO = coco.

Nota-se uma redução considerável da força de desprendimento ao longo do ciclo de maturação, seguindo a mesma tendência observada nos genótipos de ciclo precoce.

Com relação ao ciclo, nota-se que a grande diferença entre as classes definidas aqui é o tempo de duração do estágio verde. Outra diferença marcante, embora menor, é no intervalo verde cana – cereja. Isto porque os intervalos entre os demais estádios são mais próximos, quando se compara as duas categorias de ciclo. Fator importante a ser considerado é que, em ambos os tipos de ciclo, os estádios de cereja e passa têm duração muito parecida e relativamente curta, característica importante para o planejamento da colheita mecanizada.

Analisando os parâmetros encontrados nas duas equações obtidas, nota-se que o parâmetro $b1$, relacionado à inclinação da parte mais descendente da curva, foi muito maior, em valor absoluto, nos genótipos precoces (-0,123 contra -0,040). Este fato pode estar associado à duração dos estádios iniciais, que são aqueles nos quais a força requerida para o desprendimento dos frutos é superior. De forma semelhante, o parâmetro $b0$, relacionado ao intercepto da curva de regressão, foi consideravelmente maior entre os genótipos precoces. Ambos os fatores demonstram uma tendência importante com relação à aptidão à colheita mecanizada e, especialmente, à colheita mecanizada seletiva: alta força de desprendimento dos frutos nos primeiros estádios e queda vertiginosa desta força nos estádios seguintes.

CONCLUSÕES

O ciclo de maturação dos frutos de café Conilon variou consideravelmente. Os genótipos precoces levaram, em média, 279 dias após o retorno da irrigação para atingirem o estágio cereja, enquanto os genótipos de ciclo médio levaram, em média, 293 dias para atingir o mesmo estágio.

Com relação à força de desprendimento dos frutos, também houve grande variação ao longo do ciclo e entre os genótipos. Em geral, houve a tendência de redução da força ao longo do ciclo, redução esta que se mostrou mais notável nos genótipos de ciclo precoce.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CRISOTO, C. H.; NAGAO, M. A. Evaluation of fruit remove force on coffee cultivars. HortScience, Alexandria, v. 26, n. 2, p. 210-230. 1991.
- SILVA, C. S.; SILVA, F. M.; ALVES, M. C.; BARROS, M. M.; SALES, R. S. Comportamento da força de desprendimento de frutos de cafeeiros ao longo do período de colheita. Ciência e Agrotecnologia, v. 34, n. 2, p. 468-474, mar./abr., 2010.
- IHAKA, R.; GENTLEMAN, R. R. A language for data analysis and graphics. Journal of computation and graphics statistics. v. 5, n. 2, p. 229-314, 1996.
- KASHIMA, T.; HONDA, A. I.; FAVA, J. F. M.; BASTOS, M. V.; SARTORI, S. Colheita mecânica do café. In: RENA, A. B.; MALAVOLTA, E.; ROCHA, M.; YAMADA, T. Cultura do cafeeiro: fatores que afetam a produtividade. Piracicaba: POTAFÓS, 1986. p. 409-418.
- OLIVEIRA, E.; SILVA, F. M.; SALVADOR, N.; SOUZA, Z. M.; CHALFOUN, S. M.; FIGUEIREDO, C. A. P. Custos operacionais da colheita mecanizada do cafeeiro. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.42, n.6, p.827-831, jun. 2007.

- RENA, A. B.; BARROS, R. S.; MAESTRI, M.; SÖNDAHL, M. R. Coffee. In: SCHAFTER, B.; ANDERSEN, P.c. (Eds). Handbook or environmental physiology of fruits crops: sub-tropical and tropical crops. USA: CRC Press, 1994. v.2, Cap. 5, p. 101-122.
- SILVA, F. C. Efeito da força de desprendimento e da maturação dos frutos de cafeeiros na colheita mecanizada. 2008, 122 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Lavras. Lavras, MG, 2008.
- SILVA, C. S.; SILVA, F. M.; ALVES, M. C.; BARROS, M. M.; SALES, R. S. Comportamento da força de desprendimento de frutos de cafeeiros ao longo do período de colheita. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 34, n. 2, p. 468-474, 2010.
- SILVA, F. C.; SILVA, F. M.; SILVA, A. C.; BARROS, M. M.; PALMA, M. A. Z. Desempenho operacional da colheita mecanizada e seletiva do café em função da força de desprendimento dos frutos. *Coffee Science*, v. 8, n. 1, p. 53-60, 2013.
- PEZZOPANE, J. R. M.; PEDRO JÚNIOR, M. J.; THOMAZIELLO, R. A.; CAMARGO, M. B. P. Escala para avaliação dos estádios fenológicos do cafeeiro arábica. *Bragantia*, v. 62, n. 3. Campinas, 2003.