

Porto Velho, RO / Janeiro, 2024

Formas de expressar o rendimento do café, relação entre frutos in natura e grãos beneficiados, em cafeeiros *Coffea canephora* no Brasil

Marcelo Curitiba Espindula⁽¹⁾, Rodrigo Barros Rocha⁽¹⁾, Alexsandro Lara Teixeira⁽¹⁾, Fábio Luiz Partelli⁽²⁾ e João Maria Diocleciano⁽³⁾

⁽¹⁾ Pesquisador, Embrapa Café, Brasília, DF. ⁽²⁾ Professor, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, ES. ⁽³⁾ Analista, Embrapa Rondônia, Porto Velho, RO

Introdução

Durante o processo de colheita do café, os frutos in natura são derrichados de forma manual ou mecanizada, com o auxílio de máquinas recolhedoras em um processo denominado de colheita semi-mecanizada (Alves et al., 2015), ou com colhedoras do tipo automotriz (Souza et al., 2020). Os frutos colhidos nas lavouras são popularmente conhecidos como café da roça ou café maduro.

Após a colheita, os frutos podem ser secos inteiros ou descascados. Quando se secam frutos inteiros, essa forma de preparo é denominada “via seca”. Por outro lado, quando se trabalha com frutos lavados e descascados, o preparo é denominado “via úmida” (Silva et al., 2015). Em ambos os casos, o objetivo final é a obtenção de grãos secos, que são as sementes de café, geralmente não viáveis e destinadas ao consumo, após torra e moagem. Independentemente da forma de processamento, durante esta etapa é determinado um importante componente de produção, o “rendimento do café”.

O rendimento do café refere-se à quantidade de grãos beneficiados produzidos a partir de uma quantidade predeterminada de frutos in natura. Ou seja, é a relação existente entre a quantidade de frutos e a quantidade de grãos beneficiados. Esse componente é importante pois está diretamente relacionado ao custo de produção da atividade, uma vez que o maior rendimento resulta em menor custo de colheita e beneficiamento.

O rendimento do café da espécie *Coffea canephora* varia em função do genótipo (Partelli et al., 2021; Lourenço et al., 2022) e do ambiente de cultivo (Lourenço et al., 2022). A variação relacionada ao genótipo é importante pois os cafeeiros desta espécie são alógamos e, por isso, expressam grande variabilidade genética. Além disso, por serem alógamos obrigatórios, as lavouras precisam ser formadas, necessariamente, por uma composição de diferentes genótipos clonais que podem apresentar diferentes potenciais genéticos para a característica rendimento.

Efeitos ambientais, nutricionais, hídricos e pragas e doenças podem afetar o rendimento, geralmente reduzindo o potencial dos genótipos, quando as condições são subótimas. Além disso, a idade das plantas e o estágio de maturação dos frutos também interferem no rendimento. Na prática, os agricultores observam menor rendimento no início da safra, quando os frutos ainda não estão com maturação plena e maior rendimento da metade da safra em diante, quando a porcentagem de frutos maduros tende a ser maior. Isso acontece, porque, nas regiões produtoras de café no Brasil, os cafeicultores iniciam a safra precocemente para otimizar o uso de mão de obra e dos equipamentos relacionados à colheita e pós-colheita.

Como o rendimento do café gera interesse aos cafeicultores dos diferentes estados produtores e de diferentes níveis tecnológicos, esta característi-

ca é avaliada e expressa de diferentes formas pelas instituições de pesquisa e pelos cafeicultores. Na pesquisa, o rendimento é comumente expresso em termos percentuais ou pela relação massa/massa (kg). Os agricultores, por sua vez, referem-se a ela por meio da relação volume (litros, sacos ou latas) / massa (kg). Nesta publicação, vamos apresentar as principais formas de expressão do rendimento do café da espécie *C. canephora* utilizadas no Brasil.

Rendimento expresso em porcentagem (%)

Em estudos científicos que visam avaliar o potencial genético ou os efeitos do ambiente sobre o rendimento do café, é usual expressar os resultados em porcentagem por meio da equação:

$$\text{Rendimento}(\%) = 100 \times \frac{\text{massa (kg ou g) de grãos beneficiados}}{\text{massa (kg ou g) de frutos frescos (in natura)}}$$

Neste caso, se for utilizado, por exemplo, uma quantidade de 100 kg de frutos in natura e essa quantidade resultar em 25 kg de grãos beneficiados, o rendimento será de 25%. Em um estudo realizado com 43 clones de cafeeiros Conilon cultivados no Espírito Santo (Partelli et al., 2021), a média de rendimento foi de 26,9%. Neste estudo, o maior rendimento foi observado no clone Z21, com 31,1%, e o menor rendimento no genótipo Beira Rio 8, 21,7% (Figura 1).

Para as condições amazônicas, um estudo realizado pela Embrapa resultou na recomendação de dez cultivares monoclonais híbridas 'Conilon' x 'Robusta' adaptadas às condições de clima e solo da região (Espindula et al., 2019; Teixeira et al., 2020).

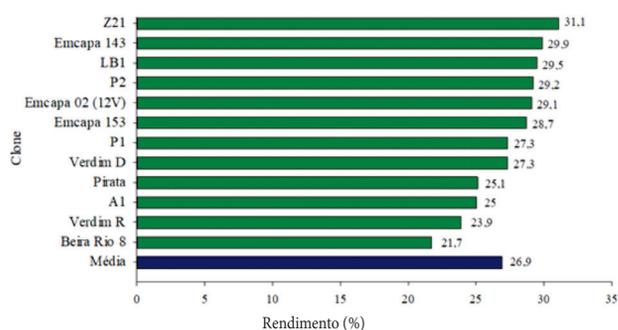


Figura 1. Rendimento, em porcentagem, de cafeeiros da variedade Conilon cultivados no estado do Espírito Santo. Fonte: Adaptado de Partelli et al. (2021).

Dentre essas cultivares, a BRS 1216 foi a que apresentou maior rendimento, 27,3%; a cultivar BRS 2314 foi a que apresentou o menor, 22,5%, enquanto a média das dez cultivares foi de 24,4% (Figura 2).

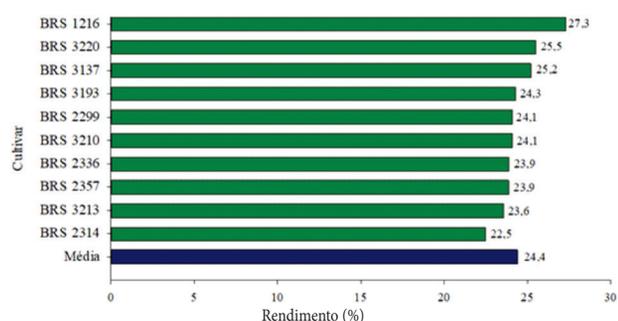


Figura 2. Rendimento, em porcentagem, de cafeeiros híbridos Conilon x Robusta cultivados no estado de Rondônia.

Fonte: Adaptado de Lourenço et al. (2022).

A diferença de rendimento médio observada entre os estudos desenvolvidos com clones de Conilon (Partelli et al., 2021) e cultivares híbridas (Lourenço et al., 2022) pode estar relacionada às características de cada variedade botânica. Isso porque, é esperado que, de forma geral, os cafeeiros da variedade Conilon tenham maior rendimento que os cafeeiros da variedade Robusta ou híbridos Conilon x Robusta. No entanto, é importante considerar que as condições ambientais também podem alterar esses resultados e, como os experimentos foram conduzidos em locais e épocas diferentes, não é possível fazer comparações entre os dois estudos.

É importante ressaltar ainda que, em ambos os estudos, o rendimento foi determinado a partir de amostras de frutos 100% maduros e sem a presença de frutos brocados ou defeituosos. Em condições de campo, em cultivos comerciais, esses rendimentos podem ser menores em decorrência de frutos verdes, secos, brocados ou malformados, bem como de impurezas presentes na massa de frutos colhidos.

Rendimento expresso em kg de frutos in natura por kg de grãos beneficiados (kg/kg)

Outra forma de expressar o rendimento no ambiente acadêmico é por meio da relação massa por massa, que resulta em um fator de rendimento. Neste caso, o rendimento é obtido por meio da equação:

$$\text{Rendimento (kg/kg)} = \frac{\text{massa de frutos frescos (in natura)}}{\text{massa de grãos beneficiados}}$$

O estudo de Partelli et al. (2021) concluiu que o rendimento médio de 43 genótipos o café Conilon, no Espírito Santo, foi de 3,72 kg de frutos de café por quilograma de café beneficiado. Neste estudo,

o rendimento do clone Z21, maior rendimento, foi de 3,22 enquanto o clone Beira Rio 8, o de menor rendimento, apresentou 4,6 kg de frutos por kg de grãos (Figura 3).

Em um estudo realizado com 157 clones de cafeeiros Conilon no Espírito Santo, foi determinado que o valor médio para os clones de Conilon é de 4,0 kg de frutos para 1 kg de grãos (Fialho et al., 2022). Portanto, clones que apresentam rendimento abaixo de 4 são considerados como de rendimento satisfatório enquanto aqueles que apresentam valor superior a 4:1 são considerados menos eficientes para esta característica.

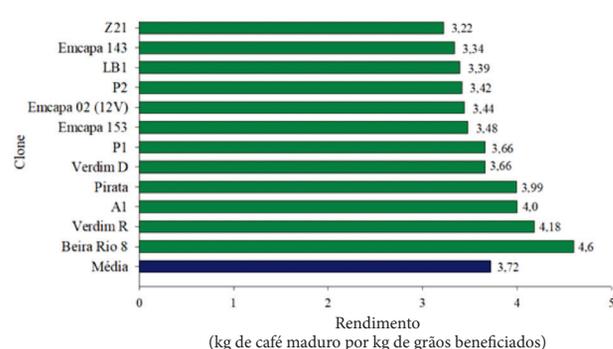


Figura 3. Rendimento de cafeeiros da variedade Conilon expresso por meio da relação entre a massa de frutos maduros (in natura) e a massa de grãos beneficiados (massa/massa).

Fonte: Adaptado de Partelli et al. (2021).

No estudo realizado com cafeeiros híbridos nas condições de solo e clima da Amazônia, os clones que apresentaram rendimento abaixo ou igual a 4 foram o BRS 1216, 3,7; BRS 3220, 3,9 e o BRS 3137, 4,0. Dentre os dez clones, o BRS 2314 foi o que apresentou menor rendimento, 4,4 kg de frutos por kg de grãos (Figura 4).

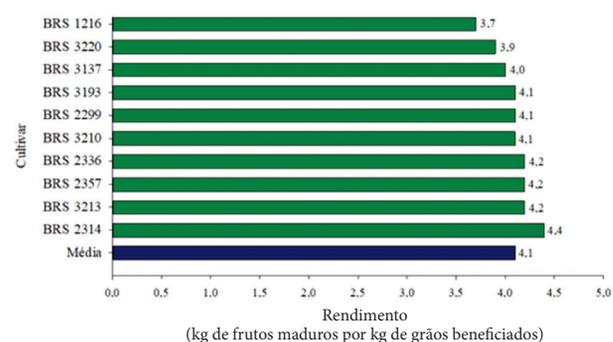


Figura 4. Rendimento de cafeeiros híbridos Conilon x Robusta expresso por meio da relação entre a massa de frutos maduros (in natura) e a massa de grãos beneficiados (massa/massa).

Fonte: Adaptado de Lourenço et al. (2022).

Rendimento expresso por litros de frutos de café in natura por saca de 60 kg de grãos beneficiados (litros/kg).

O rendimento do café expresso por meio da relação entre o volume de frutos e a massa de grãos beneficiados é menos usual na pesquisa, porém muito comum entre os cafeicultores. Isso porque a determinação do volume, em campo, é mais prática, visto que pode ser utilizado latas e sacos, com volumes conhecidos, para aferição da quantidade produzida antes que o café seja encaminhado para o processamento de pós-colheita. Por outro lado, na pesquisa, utiliza-se menos esta metodologia por causa da menor precisão durante a avaliação.

Para o cálculo do rendimento pela relação volume/massa, utiliza-se a equação:

$$\text{Rendimento (litros/saca)} = \frac{\text{litros de frutos frescos (in natura)}}{\text{saca de 60 kg de grãos beneficiados}}$$

No estudo com clones do Espírito Santo, a média de rendimento foi de 348 L de café in natura por saca de 60 kg de café beneficiado. O Clone Z21 necessitou de 294 L para cada saca, enquanto o Beira Rio 8 precisou de 440 L (Figura 5).

A relação litros/saca é uma das medidas utilizadas para expressar a relação volume/massa. No entanto, além desta relação também é comum a utilização de recipientes com maiores volumes, como sacos de 80 L, latas de 20 L e secador de 15 mil litros para facilitar as operações e cálculos em campo.

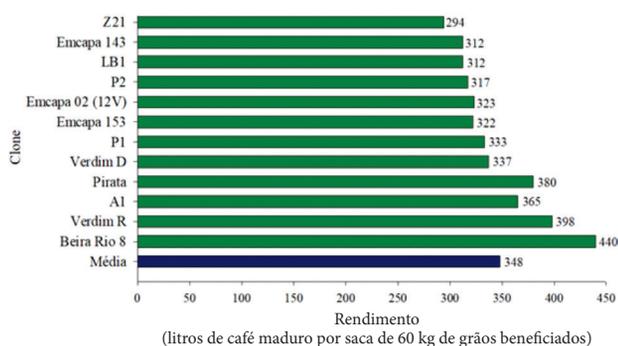


Figura 5. Rendimento de cafeeiros da variedade Conilon, expresso por meio da relação volume/massa, dado em litros de frutos maduros (in natura) por saca de 60 kg de grãos beneficiados.

Fonte: Adaptado de Partelli et al. (2021).

Rendimento expresso em sacos de 80 L de frutos por saca de 60 kg de grãos (sacos/saca)

No estado do Espírito Santo, no leste de Minas Gerais e no sul da Bahia os frutos colhidos são medidos, e pago aos colhedores, utilizando sacos de 80 L de café. Esta medida também é usada para determinar o rendimento do café durante o processo de beneficiamento. Para isso, a razão de rendimento é dada pelo número de sacos de 80 L de frutos por sacas de grãos beneficiados, por meio da equação:

$$\text{Rendimento (sacos por sacas)} = \frac{\text{sacos de 80 L de café in natura}}{\text{saca de 60 kg de grãos beneficiados}}$$

No estudo com 43 clones de Conilon realizado no município de Nova Venécia, ES, a média foi de 4,3 sacos de 80 L de café por saca de 60 kg de grãos beneficiados, o ZD1 apresentou 3,7 sacos por saca e o Beira Rio 8, 5,5 (Figura 6).

É importante ressaltar que o clone A1 está entre os mais plantados, entre os anos 2018 e 2023, no Espírito Santo e no extremo sul da Bahia, e que os cafeicultores têm relatado menor rendimento desse clone em relação aos demais clones cultivados na região. Os resultados do estudo de Partelli et al. (2021) confirmam isso, pois o rendimento deste clone foi de 4,6 sacos de 80 L de frutos por saca de 60 kg de grãos beneficiados, enquanto a média foi de 4,3 (Figura 6), ou seja, é preciso maior quantidade de frutos maduros que a média dos demais clones para se obter uma saca de 60 kg de grãos.

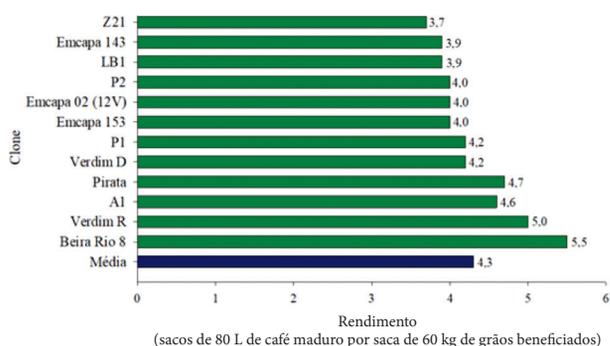


Figura 6. Rendimento de cafeeiros da variedade Conilon, expresso por meio da relação volume/massa, dado em sacos de 80 L de frutos maduros (in natura) por saca de 60 kg de grãos beneficiados (sacos/saca).
Fonte: Adaptado de Partelli et al. (2021).

Rendimento expresso em latas de 20 L de frutos in natura por saca de 60 kg de grãos beneficiados (latas/saca)

Nos estados de Rondônia e Acre, na região Norte do Brasil, o café da roça é medido em latas de 20 L. Neste caso, o colhedor recebe por lata colhida, embora o café seja transportado para o setor de beneficiamento em sacos de rafia, como nos demais estados produtores da espécie. Esta medida também é usada para determinar o rendimento do café durante o processo de beneficiamento. As latas utilizadas neste processo comportam 20 L de café cereja.

Utilizando latas, a razão de rendimento é dada pelo número de latas de 20 L de frutos por saca de 60 kg de grãos beneficiados por meio da equação:

$$\text{Rendimento (latas por sacas)} = \frac{\text{latas de 20 L de café in natura}}{\text{sacas de 60 kg de grãos beneficiados}}$$

Utilizando os dados de Partelli et al. (2021) para estimar o rendimento em latas por saca, observa-se que a média é de 17,4 latas por saca. O clone de maior rendimento necessita de 14,7 latas enquanto o clone de menor rendimento do estudo necessita 22,0 latas para cada saca de 60 kg de grãos (Figura 7).

Assim como no caso do rendimento dado em sacos de 80 L por saca de café beneficiado, o rendimento expresso em latas por saca é uma maneira prática de se avaliar o rendimento em condições de campo. No entanto, é importante ressaltar que esta informação está sujeita a erro ainda maior que no caso do rendimento em sacos de 80 L. Isso porque, os agricultores usam diferentes padrões de

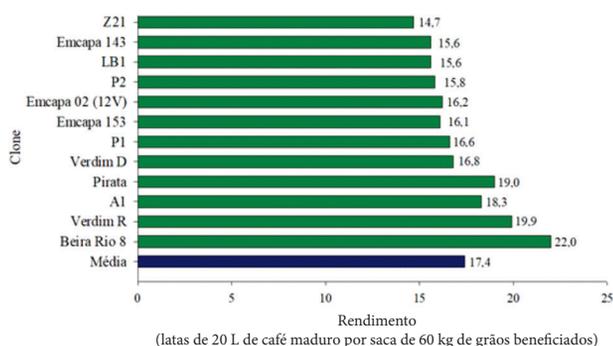


Figura 7. Rendimento de cafeeiros da variedade Conilon, expresso por meio da relação volume/massa, dado em latas de 20 L de frutos maduros (in natura) por saca de 60 kg de grãos beneficiados (latas/saca).
Fonte: Adaptado de Partelli et al. (2021).

enchimento da lata e, em alguns casos, quando bem cheia, a lata pode comportar até 22 L de café in natura.

Rendimento expresso em sacas de 60 kg de grãos beneficiados por secador de 15 mil litros de frutos in natura (sacas/secador)

Durante o processamento do café por via seca, há diferentes meios de secagem dos frutos (Silva et al., 2015). O mais usual é a utilização de secadores mecânicos, do tipo rotativo, que utilizam fogo para acelerar o processo de secagem. Apesar de apresentarem diferentes capacidades de secagem, nos principais estados produtores *C. canephora*, Espírito Santo, Bahia e Rondônia, o secador rotativo com capacidade de 15 mil litros é o mais difundido.

Este equipamento de secagem tem se tornado cada vez mais usual na determinação do rendimento do café. Isso porque, como tem volume conhecido e alta capacidade de secagem, se torna mais fácil e mais precisa a determinação do rendimento do café. Além disso, como as estruturas de secagem estão, geralmente, associadas às máquinas de descascamento, o café seco é imediatamente descascado e ensacado permitindo assim o conhecimento imediato da quantidade de sacas produzidas a partir do volume conhecido de frutos submetidos a secagem. Para a determinação do rendimento do café “no secador”, utiliza-se a equação:

$$\text{Rendimento (sacas por secador)} = \left[\frac{\text{kg de grãos beneficiados}}{\text{secador de 15 mil litros de frutos}} \right] / 60$$

Na média dos 43 genótipos avaliados no Espírito Santo, o rendimento foi de 43,2 sacas por secador de 15 mil litros. O clone que apresentou maior rendimento foi o Z21, 51 sacas, e o que apresentou o menor foi o Beira Rio 8, com 34 sacas (Figura 8).

No setor de beneficiamento é comum se observar menor rendimento no início da safra, quando os frutos ainda não estão no ponto ideal de maturação, e aumento gradativo do rendimento com o avanço da colheita dentro do período de safra.

O rendimento dado em sacas por secador também é o principal meio de avaliar este componente de produção em áreas maiores onde utilizam-se máquinas recolhedoras ou automotriz. Isso porque, nesses casos, o café da roça é armazenado e trans-

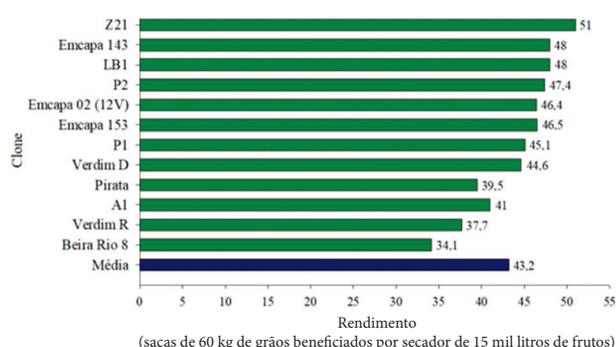


Figura 8. Rendimento de cafeeiros da variedade Conilon, expresso por meio da relação massa/volume, dado em sacas de 60 kg de grãos beneficiados por secador de café com capacidade para 15 mil litros de frutos in natura (sacas/secador).

Fonte: Adaptado de Partelli et al. (2021).

portado até o secador em sacos com maior capacidade de armazenamento, popularmente conhecidos como *big bag*. Assim, a mensuração do rendimento é realizada por meio do número de sacas produzidas por ciclo de secagem no secador.

Considerações gerais

O rendimento do café é um componente de produção que interfere diretamente nos custos de produção da lavoura. Por isso, os agricultores que cultivam cafeeiros da espécie *C. canephora* estão sempre em busca de clones de maior rendimento. Entretanto, nem sempre é possível conciliar esta característica com as outras de interesse agrônomo, tais como a produtividade, a arquitetura favorável, a resistência a pragas e doenças e a tolerância a seca. Por isso, é preciso que haja ponderação quanto a utilização desta característica no momento da escolha dos genótipos que comporão os novos plantios.

Além do fator genético, o rendimento também é variável por causa das condições do ambiente. Por isso, além da escolha dos clones ou cultivares, fatores como nutrição, disponibilidade hídrica, temperatura e umidade relativa do ar e controle de pragas e doenças não podem ser negligenciados durante a formação do fruto para que haja rendimento satisfatório durante o processo de pós-colheita.

Independentemente do método de determinação do rendimento utilizado, há consistência no ordenamento dos clones quanto a potencial genético para maior ou menor rendimento. Para o caso dos Conilons cultivados no Espírito Santo, em todos os métodos o clone Z21 foi o de maior rendimento e o Beira Rio 8 o de menor rendimento.

Os métodos que relacionam massa/massa ou expressam porcentagem de rendimento são mais precisos e, por isso, são utilizados em determinações que requerem maior acurácia, como em estudos científicos para o desenvolvimento de cultivares ou para determinação de técnicas de manejo mais eficientes. Por outro lado, os métodos que utilizam a relação volume/massa são menos precisos, mas, são mais práticos e de fácil utilização, em campo, e são utilizados como ferramenta para o monitoramento das lavouras. Isso porque possíveis erros ou acertos no manejo da lavoura podem refletir no rendimento da safra do café de um ano e o conhecimento deste componente pode auxiliar no planejamento das atividades das safras seguintes.

Referências

- ALVES, E. A.; COSTA, J. N. M.; SANTOS, J. C. F. Procedimentos de colheita do café. In: MARCOLAN, A. L.; ESPINDULA, M. C. **Café na Amazônia**. Brasília, DF: Embrapa, 2015. p. 347-358.
- ESPINDULA, M. C.; TEIXEIRA, A. L.; ROCHA, R. B.; RAMALHO, A. R.; VIEIRA JUNIOR, J. R.; ALVES, E. A.; DIOCLECIANO, J. M.; LUNZ, A. M. P.; SOUZA, F. F.; COSTA, J. N. M.; FERNANDES, C. F. **Novas cultivares de cafeeiros *Coffea canephora* para a Amazônia Ocidental Brasileira**: principais características. Porto Velho, RO: Embrapa Rondônia, 2019. (Embrapa Rondônia. Comunicado técnico, 413).
- FIALHO, G. S.; FONSECA, A. F. A. da; FERRÃO, M. A. G.; FERRÃO, R. G.; OLIVOTO, T.; NARDINO, M.; REIS, E. F.; SAKIYAMA, N. S. Conilon coffee outturn index: A precise alternative for estimating grain yield. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 44, e54249. 2022. DOI: <https://doi.org/10.4025/actasciagron.v44i1.54249>.
- LOURENÇO, J. L. R.; ROCHA, R. B.; ESPINDULA, M. C.; ALVES, E. A.; TEIXEIRA, A. L.; FERREIRA, F. M. Genotype × Environment Interaction in the Coffee Outturn Index of Amazonian Robusta Cultivars. **Agronomy-Basel**, v. 12, p. 2874, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy12112874>.
- PARTELLI, F. L.; OLIOSI, G.; DALAZEN, J. R.; SILVA, C. A.; VIEIRA, H. D.; EPINDULA, M. C. Proportion of ripe fruit weight and volume to green coffee: Differences in 43 genotypes of *Coffea canephora*. **Agronomy Journal**, v. 113, p. 1050-1057, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1002/agj2.20617>.
- SOUZA, G. S.; LANI, J. A.; INFANTINI, M. B.; KROHLING, C. A.; SENRA, J. F. B. Mechanized harvesting of 'Conilon' coffee clones. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 55, e01240, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/s1678-3921.pab2020.v55.01240>.
- SILVA, L. C.; MORELI, A. P.; SIQUEIRA, A. J. H. Café: preparo, secagem e armazenamento. In: MARCOLAN, A. L.; ESPINDULA, M. C. **Café na Amazônia**. Brasília, DF: Embrapa, 2015. p. 361-381.
- TEIXEIRA, A. L.; ROCHA, R. B.; ESPINDULA, M. C.; RAMALHO, A. R.; VIEIRA JÚNIOR, J. R.; ALVES, E. A.; LUNZ, A. M. P.; SOUZA, F. D. F.; COSTA, J. N. M.; FERNANDES, C. F. Amazonian Robustas - new *Coffea canephora* coffee cultivars for the Western Brazilian Amazon. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 20, n. 3, p. 1-5, 2020.

Exemplares desta edição
podem ser adquiridos na:

Embrapa Rondônia

Rodovia BR-364, Km 5,5
Caixa Postal: 127
76815-800 Porto Velho, RO
Fones: (69) 3219-5004 / (69) 3219-5000
www.embrapa.br/rondonia
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações

Presidente: *Ana Karina Dias Salman*
Secretário-executivo: *Victor Ferreira de Souza*

Membros: *Enrique Anastácio Alves, Juliana Alves Dias,
Calixto Rosa Neto, Wilma Inês de França Araújo,
Maurício Reginaldo Alves dos Santos*

Circular Técnica 154

ISSN 0103-9334
Janeiro, 2024

Edição executiva: *Victor Ferreira de Souza*

Revisão de texto: *Wilma Inês de França Araújo*

Normalização bibliográfica: *Jeana Garcia Beltrão
Macieira* (CRB 11/589)

Projeto gráfico: *Leandro Sousa Fazio*

Diagramação: *André Luiz Garcia*

Publicação digital: PDF

Todos os direitos reservados à Embrapa.



Ministério da
Agricultura e
Pecuária