



COMUNICADO
TÉCNICO

245

Fortaleza, CE
Novembro, 2018

Embrapa

Protocolo para Avaliações de Plantas e de Castanhas do Programa de Melhoramento Genético do Cajueiro da Embrapa Agroindústria Tropical

Dheyne Silva Melo
Francisco das Chagas Vidal Neto
Levi de Moura Barros
Luiz Augusto Lopes Serrano
Aline Saraiva Teixeira

Protocolo para Avaliações de Plantas e de Castanhas do Programa de Melhoramento Genético do Cajueiro da Embrapa Agroindústria Tropical¹

¹ Dheyne Silva Melo, engenheiro-agrônomo, doutor em Melhoramento Genético de Plantas, pesquisador da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, CE; Francisco das Chagas Vidal Neto, engenheiro-agrônomo, doutor em Fitotecnia, pesquisador da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, CE; Levi de Moura Barros, engenheiro-agrônomo, doutor em Melhoramento Genético de Plantas, pesquisador da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, CE; Luiz Augusto Lopes Serrano, engenheiro-agrônomo, doutor em Produção Vegetal, pesquisador da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, CE; Aline Saraiva Teixeira, administradora, mestra em Administração, analista da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, CE

O programa de melhoramento genético do cajueiro da Embrapa Agroindústria Tropical é dividido em duas fases complementares: melhoramento populacional e melhoramento clonal.

No melhoramento populacional, considerando-se que o cajueiro é uma planta alógama, os experimentos são compostos por progênies de meio-irmãos (formadas por sementes de uma mesma planta-mãe, sob polinização aberta) e de irmãos completos (formadas por sementes de uma mesma planta-mãe, mas oriundas de polinização artificial, utilizando-se outra planta como doadora de pólen), em que são avaliados muitos indivíduos, geralmente em apenas um local.

De acordo com Rossetti et al. (1996), os experimentos envolvendo progênies devem ter parcelas com maior número de plantas, sem prejuízo do número de repetições, de modo que o número de graus de liberdade para o resíduo seja suficiente para não comprometer os testes estatísticos. Vale salientar que, além da área disponível para plantio, o número de plantas avaliadas se deve, principalmente, à disponibilidade de sementes obtidas de cada progênie.

No melhoramento clonal, há experimentos envolvendo clones (mudas enxertadas) oriundos tanto de introduções quanto de seleções realizadas nos experimentos de progênies do melhoramento populacional. Nesses experimentos, os

clones são avaliados inicialmente em poucos locais e, posteriormente, com um menor número de genótipos, em vários locais, visando à seleção de genótipos com melhor adaptação (ampla ou específica). É também nessa fase que se realizam as avaliações quanto à qualidade de pedúnculo, seja para o consumo *in natura* ou para a indústria de suco.

Rossetti et al. (1996) recomendam que as parcelas ótimas para experimentos com clones sejam formadas por quatro a seis plantas úteis em duas fileiras de plantio, tanto com meia bordadura quanto com bordadura simples ou completa. No entanto, segundo Resende e Barbosa (2005), vários estudos realizados com plantas perenes confirmam a maior eficiência dos delineamentos com uma planta ou observação por parcela em relação àqueles com várias plantas por parcela. Esta superioridade advém de: (a) maior acurácia seletiva devido ao aumento do número de repetições; (b) maior herdabilidade individual no bloco devido à obtenção de blocos mais homogêneos; (c) atenuação dos efeitos de competição devido à ocorrência de maior número de vizinhos; e (d) menor superestimativa (devido à interação genótipos por ambientes) da herdabilidade e do ganho genético em um local, pois utiliza-se maior número de repetições (que podem representar diferentes ambientes). Assim, a decisão sobre o número de indivíduos a serem

utilizados nesses experimentos caberá ao melhorista.

Os melhores clones selecionados nesses experimentos são registrados e disponibilizados como cultivares e, ainda, utilizados como genitores para a geração de novas progênes.

Os experimentos de ambas as fases são avaliados quanto a caracteres morfológicos, fitossanitários e produtivos. Este trabalho teve como objetivo tanto padronizar essas avaliações internamente quanto disponibilizá-las para interessados em iniciar um programa de melhoramento de cajueiro. Assim, serão descritas apenas as avaliações realizadas pelos melhoristas: morfológica e produtiva das plantas; massa média e fitossanitária das castanhas nos experimentos de progênes e de competição de clones. A seguir, será descrita cada uma dessas avaliações e suas particularidades.

Avaliação morfológica da planta

As avaliações morfológicas são realizadas uma vez ao ano, no período que vai do plantio até a primeira poda da planta. Essa primeira poda geralmente ocorre após o terceiro ano de plantio, quando os ramos das copas começam a se entrelaçar. Vale ressaltar que a definição do início da atividade de poda depende do tipo de copa da planta e, principalmente, do espaçamento

utilizado. Plantas com uma conformação de copa esgalhada (copa ampla e aberta) dispostas em um espaçamento mais adensado, mais cedo necessitam da realização de podas.

A avaliação morfológica tem como objetivo avaliar o desenvolvimento da planta nos primeiros anos do seu estabelecimento no campo. É esperado que as plantas que tenham um crescimento mais acelerado (acúmulo de matéria seca) nos primeiros anos apresentem uma maior probabilidade de sobrevivência, principalmente levando-se em consideração o curto período da estação chuvosa, pois a maioria dos plantios de cajueiro são de sequeiro.

Assim, são mensurados: a altura de planta, com o auxílio de uma régua graduada (Figura 1A); o diâmetro de copa, com a utilização de uma fita métrica (Figura 1B); e o diâmetro de caule, com um paquímetro (suta) (Figura 2). A altura de planta é medida do nível do solo (colo da planta) ao extremo do ramo mais alto. Para determinar o diâmetro de copa (comprimento longitudinal no sentido da linha de plantio), mede-se a distância dos ramos mais distantes no sentido horizontal. Para a medição do diâmetro de caule (tronco principal), posiciona-se a suta entre 30 e 40 cm do solo, sempre antes da primeira ramificação. A altura e o diâmetro de copa são medidos em metros, e o diâmetro de caule em centímetros. Os valores são anotados na planilha (ver modelo em Anexo 1).



Figura 1. Medição da altura de planta utilizando-se uma régua graduada (A), e do diâmetro de copa utilizando-se uma fita métrica (B).



Figura 2. Medição do diâmetro de caule utilizando-se um paquímetro (suta).

Avaliação produtiva da planta

No período que antecede a colheita é realizada a limpeza, geralmente de forma mecanizada, da área abaixo da projeção da copa, com o intuito tanto de facilitar a visualização dos caju s que caíram quanto o descastanhamento (separação da castanha do pedúnculo), que é feito ainda no campo (Figura 3). Geralmente, os experimentos são colhidos de duas a três vezes durante a safra, período que vai de setembro à primeira quinzena de janeiro.



Figura 3. Experimento de progênies antes da realização da colheita.

Para a realização das avaliações produtivas, as plantas dos experimentos são colhidas individualmente. Os frutos são colhidos da superfície sob a copa e colocados em baldes (Figura 4). À medida que os baldes ficam cheios, colocam-se os frutos em um local sob

a copa (Figura 5), para o posterior descastanhamento, realizando-se uma torção da castanha a fim de que ela seja separada do pedúnculo (Figura 6).



Figura 4. Colheita manual de plantas em experimentos com progênies de cajueiro (final de safra).

Fotos: Dheyne Silva Melo

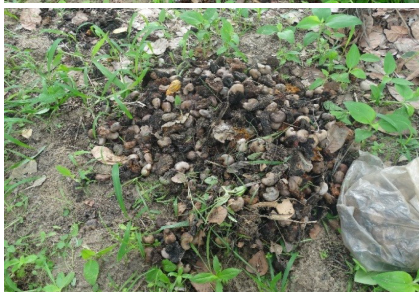


Figura 5. Frutos colhidos e amontoados.

Fotos: Dheyne Silva Melo

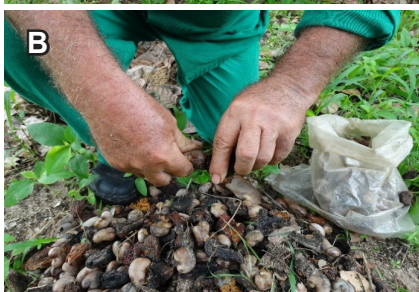


Figura 6. Descastanhamento realizado no campo (A) e detalhe do processo (B).

Após a finalização da colheita de cada planta e do descastanhamento, as castanhas são colocadas em sacolas plásticas e identificadas de acordo com a marcação da respectiva planta, utilizando-se etiquetas de cartolina escritas a lápis (Figura 7).



Fotos: Dheyne Silva Melo

Figura 7. Sacola plástica contendo as castanhas colhidas, identificada (A) com a respectiva numeração da planta (B).

Nos experimentos com progênes, em que cada indivíduo é representado apenas por uma planta, a produção de cada planta é acondicionada

em uma única sacola plástica. Já nos experimentos com clones, que porventura tenham mais de uma planta por parcela representando o mesmo indivíduo, as castanhas podem ser acondicionadas em uma mesma sacola plástica, tendo-se o cuidado de também anotar na etiqueta o número de plantas da parcela que produziram as castanhas. Caso não seja possível acondicionar as castanhas em uma única sacola plástica, recomenda-se utilizar outra sacola plástica e anotar o mesmo número da primeira.

Após a realização da colheita de cada experimento, as sacolas plásticas são encaminhadas para uma área de armazenamento. Posteriormente, as castanhas são colocadas no pátio de secagem e permanecem expostas a pleno sol por 48 h para reduzir a sua umidade (Figura 8). É importante que a sacola plástica que contém a etiqueta de identificação seja mantida ao lado das castanhas, a fim de que não haja troca de materiais. Vale salientar também que os experimentos devem ser mantidos separados no pátio de secagem para não ocorrer nenhuma mistura.



Fotos: Dheynne Silva Melo

Figura 8. Operação de secagem das castanhas no pátio à pleno sol.

Após a secagem, as castanhas voltam a ser acondicionadas nas sacolas plásticas e retornam para o armazenamento. Em seguida, entram no processo de avaliação da produção, descrito a seguir.

Inicialmente, as sacolas plásticas contendo as castanhas são pesadas em balança digital com capacidade para 20 kg. Visando obter acurácia na mensuração da massa das castanhas, as balanças são instaladas em local

fixo, nivelado e sem vibração (Figura 9). Os valores devem ser anotados na planilha (ver modelo em Anexo 2). A partir desses valores, estima-se a produtividade (kg/ha) levando-se em consideração o número de plantas (de acordo com o espaçamento adotado) em cada experimento. Por exemplo, se em um experimento com espaçamento de 8 m entre linhas e 6 m entre plantas, com estande de 208 plantas por hectare, uma determinada planta de uma progênie produziu 1 kg de castanhas, estima-se que em um pomar desse genótipo a produtividade seja de 208 kg de castanhas por hectare.

Avaliação fitossanitária e da massa média das castanhas

Após a pesagem, as castanhas são direcionadas à avaliação fitossanitária e da massa média. Inicialmente, procede-se à retirada de uma amostra de 100 castanhas de cada genótipo (progênes ou clones), visando estimar o percentual de castanhas furadas (devido ao ataque da traça-das-castanhas, '*Anacampsis phytomiella*') e da massa média das castanhas de cada genótipo.

Dias-Pini et al. (2017), comparando métodos de avaliação de *A. phytomiella* (diretamente no campo e em pós-colheita), observaram que a variabilidade dos resultados foi elevada. No entanto, para a amostragem pós-colheita, obtiveram menor variação relacionada ao erro experimental, constatada pelo menor valor do coeficiente de variação (CV) de 53,28%, enquanto para a amostragem pré-colheita o CV foi de 80,98%. Além disso, relataram que a amostragem pós-colheita é mais prática e apresenta maior facilidade para a realização da contagem de castanhas furadas. No entanto, novos trabalhos precisam ser realizados para verificar se tal resultado se aplica em experimentos com progênes, bem como o tamanho ideal dessa amostra, haja vista o elevado coeficiente de variação encontrado.

Fotos: Dheyne Silva Melo

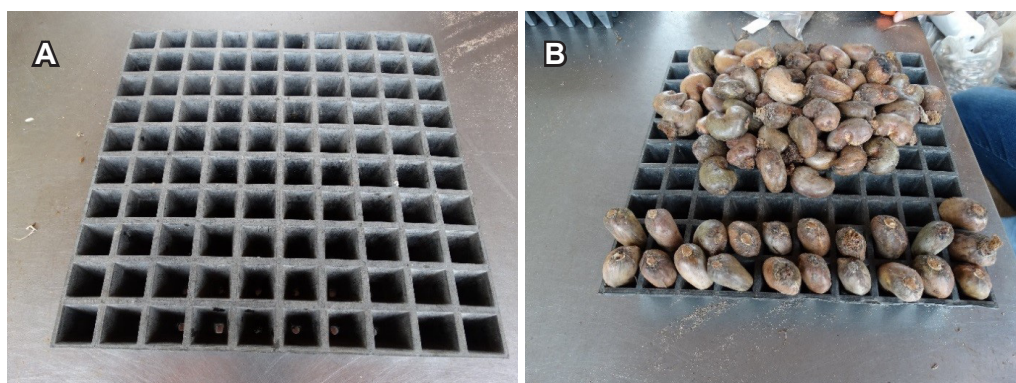


Figura 9. Pesagem da produção de castanhas utilizando-se uma balança digital.

Conforme Rossetti et al. (2014), a massa média de castanhas poderá ser satisfatoriamente estimada, com variação entre 0,3 g e 0,4 g, a partir de amostras de 51 a 91 castanhas, ou seja, a quantidade de castanhas amostradas (100) é mais do que suficiente para a obtenção de um bom nível de precisão.

Assim, tanto a partir de resultados científicos, relatados anteriormente,

como práticos, pelo enorme volume de amostras avaliadas anualmente e pela pouca disponibilidade de mão de obra, os melhoristas do programa decidiram adotar a quantidade de 100 unidades como representativa para a obtenção dessas estimativas. As castanhas são contadas utilizando-se uma bandeja com 100 células, com o intuito de tornar a contagem mais eficiente (Figura 10).



Fotos: Dheyne Silva Melo

Figura 10. Bandeja com 100 células para contagem (A) e distribuição das castanhas na bandeja (B).

Após a retirada da amostra, o avaliador verifica a quantidade de castanhas furadas, estimando assim a porcentagem de castanhas atacadas pela traça-da-castanha e fazendo a anotação na planilha (Figuras 11A e 11B). Após a contagem, o avaliador retira essas castanhas e repõe a amostra com castanhas aparentemente sadias, objetivando estimar a real massa média (Figura 11C).

É importante destacar que, se após a contagem das castanhas para compor a amostra, a planta não tenha produzido pelo menos as 100 castanhas, faz-se apenas a contagem de castanhas sadias e de castanhas furadas, estimando-se apenas a porcentagem de castanhas furadas. Essa avaliação é necessária, uma vez que as condições ambientais para o ataque da traça-da-castanha poderão não se repetir na colheita/

safrá seguinte. Já a massa média das castanhas poderá ser avaliada na colheita/safrá seguinte, sem nenhum prejuízo da estimacão que não foi realizada na colheita/safrá atual. Isso porque, com base nos trabalhos de Cavalcanti et al. (2007) e Cavalcanti e Resende (2010), esse caráter é pouco influenciado pelo ambiente, apresentando altas herdabilidades,

com valores de 76,9% e 63,3%, respectivamente.

Vale salientar, ainda, que a resposta das progênies/clones  preferência da praga, bem como a massa média das castanhas, serão estimadas com base em todo o período de avaliação das progênies/clones (de duas a três colheitas por safrá, e de cinco a seis safras por experimento).

Fotos: Dheyne Silva Melo



Figura 11. Bandeja com três castanhas furadas (A), detalhe da castanha furada (B) e recomposição da amostra com castanhas sdias (C).

As amostras com 100 castanhas são então acondicionadas em uma nova embalagem plástica e pesadas. Nesse momento, é necessária a confecção de uma nova etiqueta para a identificação

dessa amostra. Nessa etiqueta, pode-se também fazer a anotação do número de castanhas furadas, caso o avaliador queira fazer a anotação na planilha em outro momento (Figura 12).



Fotos: Dheyne Silva Melo

Figura 12. Amostra embalada em sacola plástica com etiqueta de identificação (A) e pesagem da amostra de 100 castanhas sadias para estimação da massa média das castanhas (B).

Para avaliar o ataque do fungo oídio (*Pseudoidium anacardii*) na castanha, principalmente nos experimentos com progênies e clones, que envolvem um grande número de genótipos, utiliza-se uma escala subjetiva de severidade, aplicando-a ao conjunto das castanhas de cada parcela. Essa escala varia de 0 a 4, sendo 0 = ausência de sintomas/sinais; 1 = presença de manchas

pequenas, cobrindo até 25% da área da maior parte das castanhas; 2 = presença de manchas pequenas, cobrindo até 50% da área da maior parte das castanhas; 3 = presença de manchas grandes, cobrindo até 75% da área da maior parte das castanhas; 4 = presença de manchas grandes, cobrindo toda a superfície da maior parte das castanhas (Figura 13).

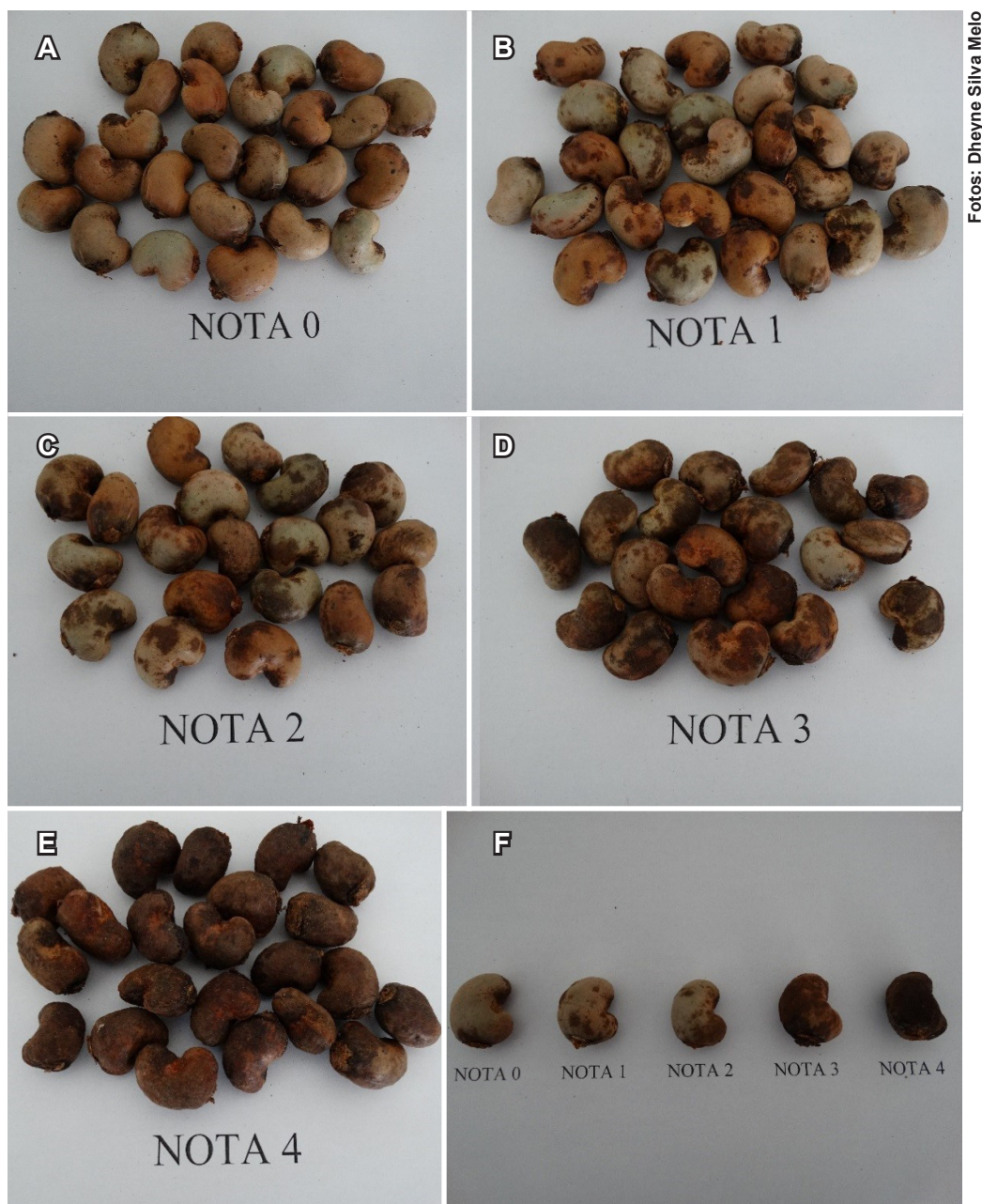


Figura 13. Escala de notas para severidade do ataque de oídio em castanhas de caju (A, B, C, D e E) e aspecto geral da diferença entre os níveis de severidade (F).

Após a realização das avaliações nos experimentos de progênies, são selecionadas as amostras originadas das plantas mais produtivas (triagem) a serem enviadas para o processamento, o qual visa conhecer a qualidade da amêndoa. Com isso, pretende-se diminuir a probabilidade de selecionar genótipos produtivos, mas com qualidade inferior de amêndoas. Essa triagem inicial é necessária tanto pela grande quantidade de plantas nesses experimentos quanto pela impossibilidade operacional de avaliação de todas as plantas. A triagem ocorre conforme a idade do plantio, de acordo com a Tabela 1. O processamento segue o protocolo proposto por Lima et al. (2015).

Tabela 1. Critério para a triagem de amostras a serem enviadas para o processamento.

Idade do experimento (Anos)	Produção da planta
2	>2 kg
3	>3 kg
4	>4 kg
5	>5 kg
6	>6 kg

Adicionalmente, vale ressaltar que, após a triagem, é necessário fazer uma limpeza na castanha, pois muitas ainda possuem parte do pedúnculo aderido, o que poderá ocasionar erros na estimação dos resultados do processamento (rendimento de amêndoas e massa média de amêndoas). Essa limpeza é feita com o auxílio de uma tesoura de poda (Figura 14).



Fotos: Dheyne Silva Melo



Figura 14. Limpeza das castanhas da amostra com tesoura de poda.

Após a realização do processamento das amostras, as amêndoas são devolvidas para a equipe de melhoramento (Figura 15), com as informações de rendimento e massa média das amêndoas. De posse das amostras, é realizada a avaliação da aparência, em notas subjetivas que variam de 0 a 4, levando-se em consideração integridade (abertura de cotilédones), uniformidade, formato, e existência de defeitos.

Foto: Dheyne Silva Melo



Figura 15. Amostras de amêndoas processadas

Cálculos

Os cálculos da porcentagem de castanhas furadas e da massa média das castanhas são realizados de acordo com as fórmulas a seguir:

Porcentagem de castanhas furadas (CF):

$$CF(\%) = \frac{\text{Nº de castanhas furadas}}{\text{Nº de castanhas da amostra ou total}} \times 100$$

Massa média da castanha (MMC):

$$MMC \text{ (g)} = \frac{\text{peso (g) amostra}}{100}$$

Referências

- CAVALCANTI, J. J. V.; RESENDE, M. D. V.; CRISOSTOMO, J. R.; BARROS, L. M.; PAIVA, J. R. Genetic control of quantitative traits and hybrid breeding strategies for cashew improvement. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Londrina, v. 7, n. 2, p.186-195, 2007.
- CAVALCANTI, J. J. V.; RESENDE, M. D. V. Seleção precoce intensiva: uma nova estratégia para o programa de melhoramento genético do cajueiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, n. 4, p.1279-1284, 2010.
- DIAS-PINI, N. S.; MACIEL, G. P. S.; ARAÚJO, J. L.; GOMES FILHO, A. A. H.; SILVA, D. M.; VIDAL NETO, F. C.; BARROS, L. M. Preferência da traça-da-castanha por genótipos de cajueiro-anão e metodologia de avaliação da infestação em campo. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2017. 18 p. (Embrapa Agroindústria Tropical. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, 137).
- LIMA, J. R.; SOUZA, A. C. R. de; PINTO, C. O. Protocolo para avaliação de castanhas-de-caju dos experimentos com progênies na Embrapa Agroindústria Tropical. Fortaleza: Embrapa

Agroindústria Tropical, 2015. 7 p. (Embrapa Agroindústria Tropical. **Comunicado Técnico**, 215).

RESENDE, M. D. V.; BARBOSA, M. H. P.

Melhoramento genético de espécies de propagação assexuada. Colombo: Embrapa Florestas, 2005. 130 p.

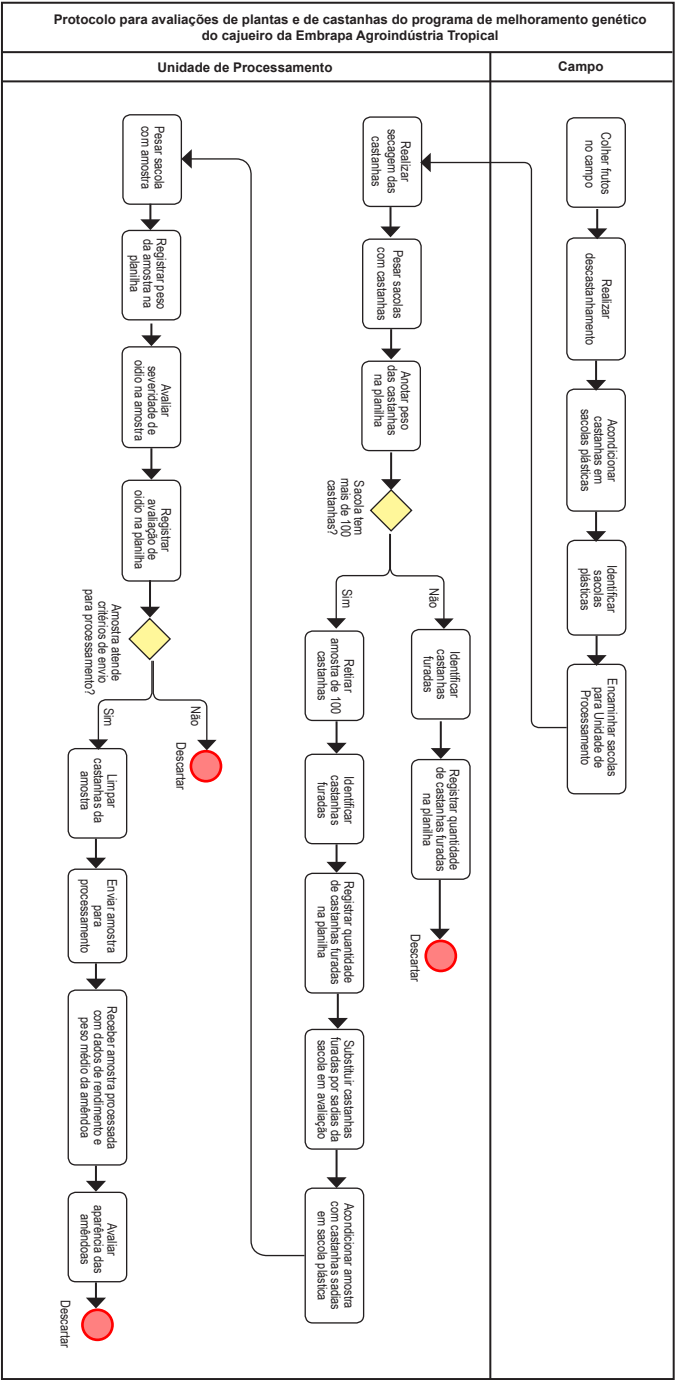
ROSSETTI, A. G.; BARROS, L. M.; ALMEIDA,

J. I. L. Tamanho ótimo de parcelas para experimentos de campo com cajueiro-anão-precoces. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 31, n. 12, p. 843-852, 1996.

ROSSETTI, A. G.; VIDAL NETO, F. C.; MOISES,

S. M. M.; COUTINHO, V. T. R. Tamanho de amostra para estimar o peso médio de castanha de caju. In: XXIII Congresso Brasileiro de Fruticultura. **Anais...**, Cuiabá, MT, 2014.

Fluxograma



[illegible]

Anexo 2

Planilha para anotação dos dados de produção, número de plantas, número de castanhas da amostra, número de castanhas furadas, peso da amostra e nota de severidade do ataque de oídio na castanha.

[illegible]

PT - Produção / Total da Planta (Progenies) ou Parcela (Clones) / NP - Número de Plantas em Produção (Clones)

NC - Número de Castanhas Sadias / NCF - Número de Castanhas Furadas / PC - Peso das Castanhas da Amostra (Sadias)

OIDIO - 0: Ausência / 1: Apresenta manchas / 2: Manchas extensas / 3: Manchas na maior parte da superfície / 4: Totalmente tomada

Exemplares desta edição
podem ser adquiridos na:

Embrapa Agroindústria Tropical
Rua Dra. Sara Mesquita, 2270, Pici
60511-110, Fortaleza, CE
Fone: (85) 3391-7100
Fax: (85) 3391-7109 / 3391-7195
www.embrapa.br
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

1ª edição
(2018): on-line



MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO

Comitê Local de Publicações
da Embrapa Agroindústria Tropical

Presidente

Gustavo Adolfo Saavedra Pinto

Secretária-executiva

Celli Rodrigues Muniz

Secretária-administrativa

Eveline de Castro Menezes

Membros

Marios Alves Bezerra, Ana Cristina Portugal

Pinto de Carvalho, Deborah dos Santos

Garruti, Dheyne Silva Melo,

Ana Iraidy Santa Brígida,

Eliana Sousa Ximendes

Supervisão editorial

Ana Elisa Galvão Sidrim

Revisão de texto

José Cesamildo Magalhães Cruz

Normalização bibliográfica

Rita de Cassia Costa Cid

Projeto gráfico da coleção

Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica

Arilo Nobre de Oliveira

Fotos da capa

Dheyne Silva Melo