

# Custo de Produção de Mudanças Clonais de Café Arábica Produzidas por Embriogênese Somática

## Introdução

A espécie *Coffea arabica* L. é considerada autógama, com cerca de 10 a 15% de fecundação cruzada, sendo comercialmente propagada por sementes. O melhoramento genético dessa espécie requer até 30 anos de trabalho para que uma nova cultivar com características agrônômicas geneticamente estáveis seja liberada para plantio comercial. Isso acontece porque são despendidos pelo menos seis anos para avaliar uma geração e de ser necessário selecionar pelo menos mais cinco gerações após a obtenção do híbrido F1.

A propagação vegetativa de plantas matrizes de alto valor agrônômico representa uma opção para o melhoramento genético do cafeeiro, uma vez que possibilita a obtenção de cultivares clonais a partir de plantas heterozigotas, num tempo significativamente mais curto, cerca de oito anos. Adicionalmente, permite o aproveitamento da heterose de híbridos e de plantas heterozigotas que contenham várias características de grande interesse e que dificilmente seriam reunidas em uma cultivar propagada sexualmente. Segundo Etienne et al. (2002), híbridos F1 produzem de 20 a 30% mais que as melhores linhagens estáveis, além de poder carregar genes complementares para resistência a pragas e doenças.

A produção de mudas clonais de café pode ser feita de diferentes formas. Entretanto, a produção por embriogênese somática é a que tem despontado como a mais promissora. A embriogênese somática permite a produção de mudas em larga escala a partir de folhas usadas como explantes. Plantas obtidas por esse processo apresentam comportamento semelhante ao de plantas oriundas de sementes, não havendo limitação para a sua utilização comercial (DUCOS et al., 2000; ETIENNE et al., 2001; CARVALHO et al., 2011).

A produção de mudas clonais de café é realizada em laboratórios de cultura de tecidos adaptados para a produção em escala industrial, denominados de biofábricas. As biofábricas podem produzir mudas prontas para plantio ou se especializar apenas na etapa *in vitro*, ou seja, na produção de embriões pré-germinados ou de plântulas e terceirizar as fases de aclimatização dos embriões ou plântulas e acabamento das mudas para viveiristas especializados. Os viveiros poderiam se localizar mais próximos às regiões de produtores de café, reduzindo o custo do transporte.

Todavia, a produção de mudas clonais via embriogênese somática é uma técnica que ainda não foi explorada comercialmente no Brasil e não existe uma estimativa do custo de produção de mudas clonais de café arábica. Assim, o objetivo no presente trabalho foi calcular o custo de produção de mudas clonais de café em uma biofábrica de pequeno porte, tendo-se como base o protocolo desenvolvido pela Fundação Procafé/Embrapa Café, com a colaboração de pesquisadores da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia e do Centro de Cooperação Internacional em Pesquisa Agrônômica para o Desenvolvimento, CIRAD, França. Este trabalho apresenta também uma relação dos equipamentos e materiais necessários para a produção de mudas de café *in vitro*.

Brasília, DF  
Abril, 2013

## Autores

**Carlos Henrique Siqueira de Carvalho**  
Eng. Agrôn., Ph.D.  
carlos.carvalho@embrapa.br

**Ana Carolina Ramia dos Santos Paiva**  
Eng. Agrôn.  
carolramia@hotmail.com

**Elizani Quintino Silva**  
Bolsista  
elizaniqsilva@yahoo.com.br

**Aline Aparecida Custódio**  
Bolsista  
alineapcustodio@hotmail.com

## Etapas do processo de produção de mudas clonais

**1) Indução de calos** — inicia-se com a coleta de folhas das plantas matrizes, as quais são levadas para a biofábrica, onde é feita a desinfestação e plaqueamento de explantes em placas de Petri, objetivando a obtenção de calos embriogênicos. Essa etapa tem duração de cinco a seis meses.

**2) Crescimento dos calos embriogênicos** — nessa fase, os calos são multiplicados em Erlenmeyers com meio de cultura líquido por um período de 45 a 60 dias.

**3) Regeneração de embriões globulares** — após a fase de multiplicação, os calos são colocados novamente em placas de Petri para a regeneração de embriões globulares. A formação dos embriões globulares requer de dois a quatro meses.

**4) Maturação de embriões em biorreator** — os embriões globulares são então transferidos para biorreatores de imersão temporária, para desenvolvimento e maturação, por um período de três a quatro meses. Ao final dessa fase, são obtidos cerca de 500 a 700 embriões em estágio cotiledonar, pré-germinados, por biorreator. Os biorreatores podem ser do tipo RITA ou de frascos gêmeos, com capacidade de dois a quatro litros.

**5) Formação de plântulas** — os embriões pré-germinados podem seguir duas rotas:

- A. formação de plântulas *in vitro* (em potes de plástico). Nesse caso, os embriões pré-germinados produzidos nos biorreatores são transferidos para potes de plástico com meio de cultura, onde permanecem por dois meses ou até que plântulas com dois a três pares de folhas sejam formadas. Essa fase dura de dois a três meses.
- B. plantio de embriões pré-germinados produzidos nos biorreatores diretamente em bandejas com substrato orgânico. Nesse caso, os embriões são plantados em bandejas com substrato orgânico comercial, aclimatizados em casa de vegetação até que as plântulas formadas atinjam três pares de folhas e então transferidos para tubetes ou sacolas plásticas e levados para um viveiro para o acabamento das mudas. Duração: quatro a cinco meses.

**6) Acabamento das mudas** — as plântulas oriundas de potes de plástico ou de bandejas são transplantadas para tubetes ou sacolas plásticas com substrato para mudas de café, colocadas em uma estufa onde permanecem até que estejam adaptadas à nova condição e, a seguir, levadas para um viveiro, onde será feito o acabamento das mudas. Essa etapa tem duração de quatro a cinco meses. Todo o processo, desde o plaqueamento dos explantes foliares até o momento em que a muda está pronta para o plantio, requer de 22 a 24 meses.

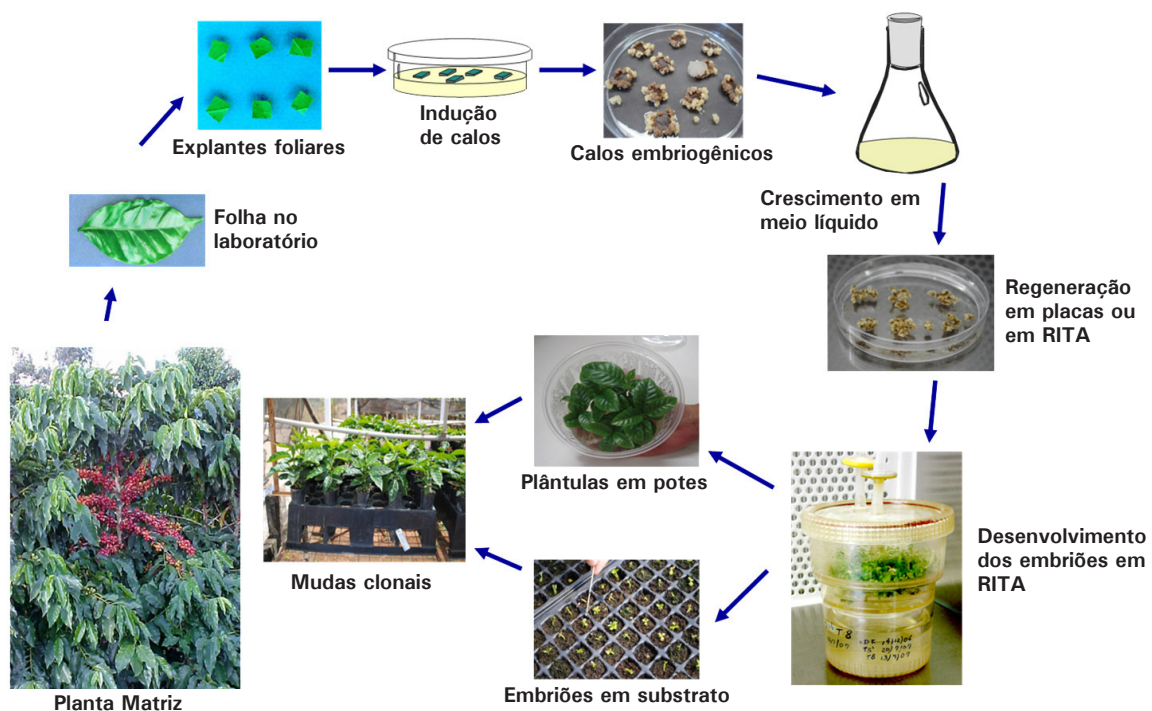


Figura 1. Processo de produção de mudas clonais de café arábica por embriogênese somática.

## Coeficientes técnicos usados no processo

O custo de produção das mudas foi calculado para uma biofábrica de pequeno porte com capacidade inicial de produção de 400.000 mudas por ano. A Tabela 1 contém os coeficientes técnicos utilizados para a produção de 400.000 mudas e a Tabela 4 a relação de todos os equipamentos e materiais necessários para o funcionamento da biofábrica, bem como a durabilidade e o valor unitário. Para o cálculo do custo, considerou-se também a depreciação anual dos equipamentos e materiais. Os valores em reais foram obtidos em novembro de 2012. Considerou-se que a biofábrica necessita de seis técnicos de laboratório e um gerente em tempo integral (Tabela 5). A etapa final de acabamento das mudas em viveiro foi terceirizada a um custo de R\$0,40 por muda.

A planilha de distribuição dos custos foi dividida em três categorias:

**1) custos diretos** — são os custos das operações de cultivo *in vitro* realizados dentro da biofábrica mais o valor pago para o acabamento das mudas mediante a contratação de um viveirista especializado nessa etapa.

**2) reposição** — inclui o custo de aquisição dos equipamentos, instrumental, vidraria, reagentes e produtos diversos, bem como a vida útil e o custo de reposição.

**3) diversos** — despesas com a manutenção da biofábrica, pagamento de pessoal (técnicos e gerente), água e energia elétrica.

**Tabela 1.** Coeficientes técnicos para a produção de 400.000 mudas clonais de café.

Especificação	Unid	Qtd	Coeficientes
<b>Etapa 1: Indução de calos</b>			
Folhas	U	864	<ul style="list-style-type: none"> <li>Esta fase inclui a desinfestação de folhas, plaqueamento dos explantes em placas de Petri, reaproveitamento de explantes não contaminados e o primeiro subcultivo dos explantes. Duração: 5-6 meses.</li> </ul>
Explantes plaqueados	U	34.560	<ul style="list-style-type: none"> <li>01 folha = 40 explantes</li> </ul>
Explantes úteis	U	24.192	<ul style="list-style-type: none"> <li>9 explantes/placa</li> </ul>
Explantes com calo embriogênico	U	7.528	<ul style="list-style-type: none"> <li>30 placas/litro de meio</li> </ul>
Produção de calos embriogênicos ao final do período de indução de calos	mg	290.320	<ul style="list-style-type: none"> <li>128 litros de meio MI (plaqueamento) = 3840 placas de Petri</li> <li>38 litros de meio MI (reaproveitamento) = 1152 placas de Petri</li> <li>128 litros meio SM (primeiro subcultivo) = 3840 placas de Petri</li> <li>Taxa de contaminação de explantes = 30%</li> <li>Taxa de indução de calos = 30%</li> <li>40 mg de calo/ explante</li> </ul>
<b>Etapa 2. Crescimento dos calos</b>			
Quantidade de calo no início da multiplicação	mg	290.320	<ul style="list-style-type: none"> <li>Multiplicação de calos em meio líquido com Erlenmeyer. Duração: 45 a 60 dias.</li> <li>400 mg de calo/Erlenmeyer de 250mL = 726 Erlenmeyers com 50 mL de meio T3.</li> <li>Período de crescimento: 45 dias</li> <li>Subcultivo a cada 15 dias (2 subcultivos)</li> <li>36,4 litros de meio T3 (início da multiplicação dos calos)</li> <li>Perda de 15% por contaminação</li> <li>32 litros de meio T3, 246772 mg de calo, 618 Erlenmeyers (1º subcultivo)</li> </ul>
Quantidade de calo ao final da multiplicação	mg	1.233.860	<ul style="list-style-type: none"> <li>32 litros de meio T3, 246772 mg de calo, 618 Erlens (2º subcultivo)</li> <li>Aumento da massa dos calos: 5X</li> </ul>

Especificação	Unid	Qtd	Coeficientes
<b>Etapa 3. Regeneração de embriões globulares</b>			
Número de embriões globulares produzidos	U	1.233.860	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Etapa realizada em placas de Petri. Duração: 2 a 4 meses.</li> <li>• 900 mg de calo/Placa de Petri</li> <li>• 1372 placas de Petri</li> <li>• 1-2 embriões/mg de calo (meios RR 20 e RM 20)</li> <li>• 3-5 embriões/mg calo (meios RRO,5 e RM 0,5)</li> </ul>
<b>Etapa 4. Maturação dos embriões em biorreatores RITA</b>			
Número de embriões pré-germinados produzidos	U	1.240.000	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Duração: 3 a 4 meses</li> <li>• 300 mg de embriões globulares/calos = 500 a 700 embriões pré-germinados/ RITA com 200 mL de meio</li> <li>• 1000 RITAs (dois ciclos de produção)</li> <li>• 496 litros de meio T5 (início)</li> <li>• 494 litros de meio T5G (1º subcultivo)</li> <li>• 494 litros de meio T5F (2º subcultivo)</li> <li>• 494 litros de meio T5F (3º subcultivo)</li> </ul>
<b>Etapa 5. Formação de plântulas.</b>			
<b>Alternativa A: formação de plântulas diretamente em bandejas com substrato orgânico comercial</b>			
Produção de plântulas em bandejas com substrato orgânico comercial	U	496.000	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nesta etapa existem duas opções: 5a/5b e 6a/6b.</li> <li>• O embrião pré-germinado é transferido diretamente para tubete ou sacola em casa de vegetação. É a opção mais econômica para escala comercial.</li> <li>• Duração: 3-4 meses</li> </ul>
<b>Alternativa B: formação de plântulas em potes <i>in vitro</i>.</b>			
Plântulas formadas	U	682.000	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Taxa de conversão de embrião pré-germinado para plântula em bandeja = 40%</li> <li>• As plântulas são formadas <i>in vitro</i>. Esta opção é mais onerosa, mas pode ser usada para a produção de pequena quantidade de mudas de alto valor.</li> <li>• Duração: 2 a 3 meses</li> <li>• Taxa de conversão de embrião pré-germinado para plântula em pote <i>in vitro</i> = 50%</li> <li>• 5-6 potes/litro de meio de cultura</li> <li>• 20 plântulas/pote</li> </ul>
<b>Etapa 6. Acabamento das mudas.</b>			
Mudas prontas para plantio	U	400.000	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Duração: 3-5 meses</li> <li>• Taxa de conversão de plântula para muda pronta para plantio = 70 a 80%</li> </ul>

Fonte: Elaborado pelos autores.

## Custo unitário da muda

O custo de produção de uma muda foi de R\$0,97 para uma produção anual de 400.000 mudas, utilizando-se o plantio de embriões diretamente em tubetes (Tabela 2). Caso a etapa de produção de plântulas em potes *in vitro* seja utilizada, o custo de produção passa a ser de R\$1,34 (Tabela 3).

## Considerações

Os coeficientes técnicos utilizados para calcular a eficiência do processo de produção foram bastante conservadores, em geral utilizando a taxa de eficiência mais baixa do processo. Assim, certamente o custo de produção comercial deve ser um pouco mais

baixo que o calculado. Além disso, o custo de algumas atividades pode ser reduzido com pequenas alterações no processo de produção. Por exemplo, na etapa de indução de calos, o número de explantes pode ser reduzido se, após a retirada dos primeiros calos, os explantes forem deixados nas placas de Petri ou transferidos para placas com meio fresco, permitindo que os resíduos de calos deixados nas placas possam crescer novamente. Estima-se que esse segundo ciclo de produção possa produzir 60 a 70% da massa de calos produzida no primeiro ciclo.

Durante a fase de crescimento dos calos, foi considerado apenas um ciclo de crescimento de calos de 45 dias com um aumento final da massa de calos de cinco vezes. Caso seja realizado um novo ciclo, de crescimento de 45 dias, utilizando como inoculo os calos multiplicados no primeiro ciclo, haveria um aumento de massa dos calos de 25 vezes, reduzindo a necessidade do plaqueamento de explantes.

A taxa de conversão de calos embriogênicos para embrião globular foi de somente um a dois embriões globulares/mg de calo. Todavia, é comum a obtenção de cinco embriões/mg de calo.

A etapa de produção de plântulas *in vitro* foi a de maior custo de todo o processo, sendo responsável por quase 30% do custo total (Tabela 3). Isso ocorre porque, em cada pote, são produzidas somente 20 plântulas. Devido ao custo mais elevado, essa etapa só deve ser utilizada caso não haja instalações adequadas (casa de vegetação ou túnel com controle de umidade relativa do ar) para a aclimatização de embriões pré-germinados diretamente em tubetes ou sacolas plásticas. Apesar do custo mais elevado, a produção de mudas com a etapa de produção de plântulas *in vitro* é usualmente realizada por laboratórios de cultura de tecidos que visam à multiplicação de clones, para fins experimentais.

O acabamento da mudas em viveiro, uma etapa terceirizada, representou 41,1% do custo total da muda, e a parte da produção *in vitro*, 58,9% (Tabela 2). Os biorreatores do tipo

RITA representam uma parcela considerável do custo de reposição dos equipamentos. Isso ocorre porque, embora os biorreatores RITA sejam bastante eficientes para o crescimento e maturação dos embriões, devido ao seu pequeno volume de apenas um litro, são produzidos somente 500 a 700 embriões por biorreator. Caso sejam utilizados biorreatores de frascos gêmeos com volume de dois a quatro litros, pode-se aumentar consideravelmente a produção de embriões por biorreator com conseqüente redução do custo de produção.

Uma biofábrica de produção de mudas de café para a produção de 400.000 mudas por ano deve contar permanentemente em seu quadro de empregados com seis técnicos de laboratório e um gerente. A época de maior demanda de mudas estende-se de outubro a março e, conseqüentemente, as operações que mais necessitam de mão de obra concentram-se em determinadas épocas do ano. Assim, para a melhor aproveitamento da mão de obra e infraestrutura, é interessante que a biofábrica se dedique também a produzir mudas de outras espécies, como banana, morango, abacaxi e ornamentais.

Atualmente o preço de venda de uma muda formada por semente é de R\$0,40. Caso a margem de lucro de uma muda clonal seja de 40%, o preço da muda clonal será de cerca de R\$1,40, ou seja, três a quatro vezes mais que o preço de uma muda de sementes. Assim, cultivares clonais só serão plantadas por produtores rurais caso tenham grande valor agregado ou características ainda não disponíveis comercialmente e demandadas pelo mercado, como por exemplo, resistência ao bicho-mineiro e a nematoides e bebida diferenciada, ou por apresentarem produtividade bem mais elevada que as cultivares tradicionais.

**Tabela 2.** Custo de produção de 400.000 mudas clonais de café com o plantio dos embriões diretamente em bandejas com substrato comercial.

ETAPA	CUSTO UNITÁRIO (R\$/muda)	TOTAL (R\$)	PARTICIPAÇÃO (%)
<b>Custos Diretos</b>	<b>0,49</b>	<b>196.513,58</b>	<b>50,5</b>
Indução de calos	0,02	7.324,74	1,9
Crescimento de calos	0,00	807,48	0,2
Regeneração de embriões	0,01	2.228,24	0,6
Maturação de embriões	0,07	26.153,12	6,7
Acabamento das mudas	0,40	160.000,00	41,1
<b>Reposição</b>	<b>0,12</b>	<b>48.108,08</b>	<b>12,4</b>
Equipamento	0,11	44.662,42	11,5
Material	0,01	3.445,65	0,9
<b>Diversos</b>	<b>0,36</b>	<b>144.560,00</b>	<b>37,1</b>
Manutenção	0,01	2.360,00	0,6
Energia elétrica	0,02	9.000,00	2,3
Água	0,01	2.400,00	0,6
Técnicos de laboratório	0,25	100.800,00	25,9
Gerente	0,08	30.000,00	7,7
<b>Total Geral</b>	<b>0,97</b>	<b>389.181,66</b>	<b>100,0</b>

Fonte: Elaborado pelos autores.

**Tabela 3.** Custo de produção de 400.000 mudas clonais de café incluindo a etapa de produção de plântulas em potes *in vitro*.

ETAPA	CUSTO UNITÁRIO (R\$/muda)	TOTAL (R\$)	PARTICIPAÇÃO (%)
<b>Custos Diretos</b>	<b>0,86</b>	<b>343.997,94</b>	<b>64,1</b>
Indução de calos	0,02	7.324,74	1,4
Crescimento de calos	0,00	807,48	0,2
Regeneração de embriões	0,01	2.228,24	0,4
Maturação de embriões	0,07	26.253,12	4,9
Produção de plântulas <i>in vitro</i>	0,37	147.484,36	27,5
Formação de mudas	0,40	160.000,00	29,8
<b>Reposição</b>	<b>0,12</b>	<b>48.108,08</b>	<b>9,0</b>
Equipamento	0,11	44.662,42	8,3
Material	0,01	3.445,65	0,6
<b>Diversos</b>	<b>0,36</b>	<b>144.560,00</b>	<b>26,9</b>
Manutenção	0,01	2.360,00	0,4
Energia elétrica	0,02	9.000,00	1,7
Água	0,01	2.400,00	0,4
Técnicos de laboratório	0,25	100.800,00	18,8
Gerente	0,08	30.000,00	5,6
<b>Total Geral</b>	<b>1,34</b>	<b>536.666,02</b>	<b>100,0</b>

Fonte: Elaborado pelos autores.

**Tabela 4.** Relação de equipamentos e materiais, quantidade, valor unitário, valor total e durabilidade utilizados para calcular o custo de produção de mudas.

Item	Descrição	Desc.	Qtd.	Valor Unitário	Valor Total	Durab. (anos)
1	Agitador (Corning®)	equip.	1	450,00	450,00	15
2	Lupa (Tecnival®)	mat.	1	1.543,00	1.543,00	30
3	Balança B3002 (COLLEGE®)	equip.	1	3.124,00	3.124,00	20
4	Agitador magnético (ONDA®)	equip.	1	1.044,00	1.044,00	15
5	Microondas 18 litros (Electrolux®)	equip.	1	400,00	400,00	15
6	Barrilete 50 litros	equip.	1	423,00	423,00	40
7	Autoclave vertical (180 L)	equip.	2	4.100,00	8.200,00	25
8	Barrilete de 20 litros	equip.	1	208,00	208,00	40
9	Geladeira (Continental® 460 litros)	equip.	2	2.100,00	4.200,00	15
10	Armário de aço	equip.	2	450,00	900,00	40
11	Phmetro Digimed®	equip.	1	710,00	710,00	15
12	Ar condicionado Elgin®	equip.	1	899,00	899,00	15
13	Carrinho de aço	equip.	1	850,00	850,00	30
14	Carrinho de plástico	equip.	1	675,00	675,00	30
15	Ar Condicionado Gree (Electric Appliances®)	equip.	1	899,00	899,00	15
16	Computador	equip.	1	1.200,00	1.200,00	5
17	Impressora	equip.	1	449,00	449,00	5
18	Mesa para computador	equip.	2	150,00	300,00	15
19	Arquivo	equip.	1	440,00	440,00	40
20	Armário de aço (guarda volumes)	equip.	1	410,00	410,00	40
21	Mesas agitadoras Tecnal®	equip.	3	4.299,00	12.897,00	10
22	Mesas agitadoras Inova 2300	equip.	3	18.800,00	56.400,00	25
23	Mesa agitadora G10 Gytratory Shaker®	equip.	1	5.500,00	5.500,00	15
24	Prateleira de aço	equip.	4	210,00	840,00	40
25	Springer Maxiflex® (cont. de temp.)	equip.	2	1.200,00	2.400,00	15
26	Insuflador de ar	equip.	1	1.415,00	1.415,00	20
27	Prateleiras c/ 4 repartições	equip.	2	436,00	872,00	40
28	Prateleira c/ 3 repartições	equip.	1	310,00	310,00	40
29	Mesa de mármore (suporte das mesas agitadoras)	equip.	1	590,00	590,00	40
30	Capela de fluxo laminar (Filtracon®)	equip.	1	10.100,00	10.100,00	30
31	Capela de fluxo laminar Pachane 230®)	equip.	1	11.200,00	11.200,00	30
32	Capela de fluxo laminar (Pachane®)	equip.	1	1.000,00	1.000,00	30
33	Capela de fluxo laminar (Veco®)	equip.	1	1.450,00	1.450,00	30
34	Ar condicionado da Gree®	equip.	1	1.200,00	1.200,00	15
35	Ventokit®	equip.	1	420,00	420,00	30
36	Esterilizador Filtracon®	equip.	2	1.450,00	2.900,00	10
37	Esterilizador Marconi®	equip.	1	1.320,00	1.320,00	10
38	Carrinho de inox	equip.	1	675,00	675,00	40
39	Biorreatores (Rita®)	equip.	1000	210,00	210.000,00	6
40	Unidade filtrante Millex®	equip.	500	10,00	5.000,00	3
41	Compressor	equip.	1	2.100,00	2.100,00	25
42	Mangueiras transparentes para rita calibre maior 0,8 cm diametro	mat.	1,5	16,00	24,00	15

Item	Descrição	Desc.	Qtd.	Valor Unitário	Valor Total	Durab. (anos)
43	Mangueiras transparentes para rita calibre menor 0,5 cm diâmetro	mat.	15	11,20	163,41	5
44	Mangueira azul	mat.	19	7,00	131,25	20
45	Painel com <i>timers</i>	equip.	1	2.200,00	2.200,00	25
46	Painel controle da luz	equip.	1	350,00	350,00	15
47	Lâmpada fluorescente 60 cm (20W)	mat.	32	20,00	640,00	3
48	Lâmpada fluorescente Golden®	mat.	92	11,00	1.012,00	3
49	Válvulas solenóides	equip.	6	80,00	480,00	8
50	Conexão preta	mat.	356	2,20	783,20	20
51	Deionizador de água	equip.	1	20.000,00	20.000,00	30
52	Suporte p/ 96 ponteiros (200 µl)	equip.	2	8,20	16,40	15
53	Suporte p/ 100 ponteiros (1,0 ml)	equip.	1	8,20	8,20	15
54	Suporte p/ 54 ponteiros (1,0 ml)	equip.	2	5,00	10,00	15
55	Barrinha magnética 8,5 cm	mat.	5	10,00	50,00	30
56	Barrinha magnética 8,0 cm	mat.	2	15,00	30,00	30
57	Barrinha magnética 7,0 cm	mat.	1	12,00	12,00	30
58	Barrinha magnética 6,0 cm	mat.	8	11,00	88,00	30
59	Barrinha magnética 4,5 cm	mat.	2	18,00	36,00	30
60	Barrinha magnética 4,0 cm	mat.	2	18,00	36,00	30
61	Barrinha magnética 3,5 cm	mat.	3	22,00	66,00	30
62	Jalecos	mat.	14	40,00	560,00	3
63	Barquinhas	mat.	500	0,50	250,00	10
64	Pincel atômico	mat.	15	8,20	123,00	2
65	Apontador	mat.	1	1,10	1,10	2
66	Erlenmeyers de 125 ml	mat.	288	8,00	2.304,00	30
67	Erlenmeyers de 100 ml	mat.	20	7,95	159,00	30
68	Erlenmeyers 250 ml	mat.	400	9,00	3.600,00	30
69	Erlenmeyers 1000 ml	mat.	32	15,00	480,00	30
70	Becker 2000 ml (vidro)	mat.	3	25,00	75,00	30
71	Becker 2000 ml (plástico)	mat.	2	9,50	19,00	30
72	Becker 1000 ml (plástico)	mat.	5	7,00	35,00	30
73	Becker 1000 ml (vidro)	mat.	2	15,20	30,40	30
74	Becker 600 ml (vidro)	mat.	1	10,00	10,00	30
75	Becker 500 ml (vidro)	mat.	1	10,00	10,00	30
76	Becker 250 ml (vidro)	mat.	2	6,00	12,00	30
77	Becker 200 ml (vidro)	mat.	4	4,50	18,00	30
78	Becker 100 ml (vidro)	mat.	6	4,10	24,60	30
79	Becker 50 ml (vidro)	mat.	4	7,00	28,00	30
80	Placa de Petri	mat.	16	10,00	160,00	30
81	Balão volumétrico 2000 ml	mat.	1	45,00	45,00	30
82	Balão volumétrico 1000 ml	mat.	2	39,00	78,00	30
83	Balão volumétrico 500 ml	mat.	2	19,00	38,00	30
84	Balão volumétrico 250 ml	mat.	2	20,00	40,00	30
85	Balão volumétrico 200 ml	mat.	1	20,00	20,00	30
86	Balão volumétrico 100 ml	mat.	5	20,00	100,00	30
87	Balão volumétrico 50 ml	mat.	4	20,00	80,00	30



Item	Descrição	Desc.	Qtd.	Valor Unitário	Valor Total	Durab. (anos)
88	Balão volumétrico 25 ml	mat.	1	16,00	16,00	30
89	Balão volumétrico 10 ml	mat.	1	17,00	17,00	30
90	Bastão de vidro	mat.	4	1,10	4,40	30
91	Proveta 2000 ml (plástico)	mat.	12	72,00	864,00	30
92	Proveta 1000 ml (plástico)	mat.	9	22,00	198,00	30
93	Proveta 500 ml (plástico)	mat.	9	9,00	81,00	30
94	Proveta 2000 ml (vidro)	mat.	1	56,00	56,00	30
95	Proveta 1000 ml (vidro)	mat.	1	36,00	36,00	30
96	Pinças dissecação 14 cm	mat.	11	7,20	79,20	30
97	Cabo p/ bisturi n° 3	mat.	13	6,20	80,60	30
98	Pinças 20 cm	mat.	12	8,20	98,40	30
99	Pinças IDV 530	mat.	17	8,00	136,00	30
100	Bico de Bunsen	mat.	2	4,00	8,00	30
101	Tubos de ensaio 60 ml	mat.	6	2,50	15,00	30
102	Dessecador 8 litros	equip.	1	620,00	620,00	30
103	Ponteiras de 1,0 ml	mat.	1000	16,00	16.000,00	30
104	Ponteiras de 0,2 ml	mat.	1000	8,00	8.000,00	30
105	Espátulas finas (dupla)	mat.	4	4,50	18,00	30
106	Espátulas largas (tipo canaleta)	mat.	5	6,20	31,00	30
107	Frascos de 1000 ml p/ autoclavar meio cultura	mat.	22	25,40	558,80	30
108	Frascos de 500 ml p/ autoclavar meio cultura	mat.	19	15,60	296,40	30
109	Esponja	mat.	1	3,10	3,10	0,08
110	Pano de chão	mat.	1	4,30	4,30	0,25
111	Vassoura	mat.	1	20,00	20,00	1,00
112	Rodo	mat.	1	10,00	10,00	1,00
113	Desinfetante	mat.	1	5,00	5,00	0,08
114	Hipoclorito	mat.	1	3,70	3,70	0,08
115	Palha de Aço	mat.	1	4,00	4,00	0,17
116	Algodão	mat.	1	10,00	10,00	0,50
117	Acetona	mat.	1	1,10	1,10	0,08
118	Solução tampão PH 7	mat.	1	16,51	16,51	0,08
119	Solução tampão PH 4	mat.	1	16,51	16,51	0,08
120	Sacos plásticos (lixo 15 litros)	mat.	1	7,50	7,50	0,08
121	Sabão neutro	mat.	1	10,00	10,00	0,08
122	Lápis	mat.	10	0,70	7,00	1,00
123	Caneta	mat.	10	3,80	38,00	1,00
124	Folha sulfite	mat.	1	15,00	15,00	0,50
125	Cartuchos impressora	mat.	2	210,00	420,00	1,00
<b>TOTAL</b>					<b>313.155,08</b>	

Fonte: Elaborado pelos autores.

Obs.: Para os itens 66 a 108 considerou-se uma reposição de 10% a cada três anos, ou o mesmo que uma durabilidade de 30 anos. Os materiais numerados de 109 a 125 são consumidos em menos de um ano.

**Tabela 5.** Necessidade de pessoal e salários com os encargos sociais.

Pessoal	Quantidade	R\$/pessoas/mês	R\$/mês	R\$/ano
Técnicos de laboratório	6	1.400,00	8.400,00	100.800,00
Gerente	1	2.500,00	2.500,00	30.000,00

Fonte: Elaborado pelos autores.

## Referências

CARVALHO, C. H. S. et al. **Características agronômicas e morfológicas de cafeeiro Catuai Vermelho propagado por embriogênese somática.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, DF, v. 46, n.4, p.378-383, abr. 2011.

DUCOS, J. P. et al. **A technically and economically attractive way to propagate elite Coffea canephora (Robusta) clones: in vitro somatic embryogenesis.** In: COLLOQUIUM OF INTERNATIONAL COFFEE SCIENCE ASSOCIATION, 18., 1999, Helsinky. Proceedings. Vevey, Switzerland: ASIC, 2000. p. 295-301.

ETIENNE, H. et al. **Biotechnological application for the improvement of coffee (Coffea arabica L.).** In Vitro Cellular & Developmental Biology - Plant, v. 38, n. 2, p. 129-138, Mar./Apr. 2002.

ETIENNE, H. et al. **Trueness-to-type and agronomic characteristics of Coffea arabica Trees micropropagated by the embryogenic cell suspension technique.** Tree Physiology, v. 21, n. 14, p. 1031-1038, Sept. 2001.

## Agradecimentos

A Bruna do Nascimento Marques, Danielle Silva Souza, Gabriella Alves Marçal e Paloma Bequima Borato pelos trabalhos de otimização do protocolo de propagação e atualização dos custos de produção. À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais, FAPEMIG, ao Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia do Café, INCT-Café e ao Consórcio Pesquisa Café, pelo apoio financeiro e contratação de bolsistas.

### Circular Técnica, 3

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na: **Embrapa Café**

Endereço: Parque Estação Biológica - PqEB,  
Av. W3 Norte (final), Ed. Sede  
70770-901, Brasília - DF

Fone: (61) 3448-4010

Fax: (61) 3448-1797

E-mail: sac.cafe@sapc.embrapa.br

1ª Edição (2013)



### Comitê de Publicações

**Presidente:** Lucas Tadeu Ferreira

**Vice-Presidente:** Jamilsen de Freitas Santos

**Secretária-Executiva:** Adriana Maria Silva Macedo

**Membros:** Anísio José Diniz, Antonio Fernando Guerra, Carlos Henrique Siqueira de Carvalho, Cristina Arzabe, Helena Maria Ramos Alves, Maurício Sérgio Zacarias, Sergio Mauro Folle.

### Expediente

**Supervisão Editorial:** Adriana Maria Silva Macedo

**Revisão de texto:** Flávia Raquel Bessa

**Normalização bibliográfica:** Alessandra Rodrigues da Silva

**Tratamento das ilustrações:** Thiago Farah Cavaton

**Editoração eletrônica:** Thiago Farah Cavaton

**Impressão e acabamento:** Embrapa Informação Tecnológica