

---

# CARACTERIZAÇÃO ANATÔMICA DOS ÓRGÃOS VEGETATIVOS DO CAFEIRO ARÁBICA (COFFEA ARABICA L.)\*

---

INDIARA NUNES MESQUITA FERREIRA\*\*  
CAMILA SILVA DOS SANTOS\*\*\*  
JALES TEIXEIRA CHAVES FILHO\*\*\*\*

Resumo: *Coffea arabica L.* é uma espécie do gênero *Coffea* pertencente à família *Rubiaceae* e representa uma importante fonte de renda do ponto de vista econômico. O conhecimento dos fatores que levam a diferenciação de estruturas vegetativas e reprodutivas é essencial para o manejo adequado da cultura, maximizando o uso de recursos produtivos. Desta forma, no presente trabalho, objetivou-se a caracterização anatômica dos órgãos vegetativos de armazenamento de amido do cafeeiro arábica (*Coffea arabica L.*).

Palavras-chave: *Café. Anatomia. Amido. Órgãos de armazenamento.*

O Brasil, maior produtor e exportador mundial de café, e segundo maior consumidor do produto, apresenta atualmente, um parque cafeeiro estimado em 2,3 milhões de hectares. Em 2011, o Brasil produziu 43,5 milhões de sacas de 60 kg – esse resultado refere-se à bienalidade da cultura (que num ciclo a produção é baixa e, no outro ano, é mais alta) e representou 9,2% de todas as exportações brasileiras do agronegócio, que chegaram a aproximadamente 33,6 milhões de sacas de 60 kg, com faturamento de US\$ 8,7 bilhões (MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, 2012).

De acordo com a Associação Brasileira da Indústria de Café (ABIC), o consumo do produto no período compreendido entre nov/10 a out/2011, registrou 19,72 milhões de sacas, o que representou um acréscimo de 3,11% em relação ao período anterior – nov/09

---

\* Recebido em: 22.02.2014. Aprovado em: 25.03.2014.

\*\* Graduada em Biologia – Licenciatura no Departamento de Biologia da Pontifícia Universidade Católica de Goiás (PUC Goiás). *E-mail*: indiaranunes@outlook.com.

\*\*\* Graduada em Biologia – Licenciatura, pelo Departamento de Biologia da PUC Goiás. *E-mail*: camilanajole@hotmail.com.

\*\*\*\* Doutor em Ciências Biológicas, pela Universidade de São Paulo. Professor no Departamento de Biologia da PUC Goiás. *E-mail*: jaleschaves@yahoo.com.br

a out/10- que havia sido de 19,13 milhões de sacas. O consumo per capita foi de 6,10 kg de café em grão cru ou 4,88 kg de café torrado, quase 82 litros para cada brasileiro por ano (ABIC, 2012).

A partir da década de 1970, a cafeicultura deslocou das regiões produtoras tradicionais (São Paulo e Paraná) para os Estados de Minas Gerais, Espírito Santo, Bahia e Rondônia. Mais recentemente estas transferências vêm-se realizando para algumas microrregiões do Cerrado, onde o microclima, a altitude e a topografia apresentam condições favoráveis ao seu desenvolvimento (CHAVES FILHO, 2008).

O café arábica é um arbusto lenhoso originário da Abissínia, região da atual Etiópia, amplamente cultivado em vários países tropicais como o Brasil e a Colômbia, devido à sua importância econômica. A planta é composta por um caule ereto e delgado, folhas verde-escuras, perenes e ovais, pequenas flores estreladas de cor branca, e frutos sob a forma de bagas vermelhas ou amarelas contendo cada um duas sementes, os grãos que depois de torrados e moídos, utilizamos para a preparação do café (CARVALHO et al., 1991).

Botanicamente, a espécie *Coffea arabica* L. pertence à família Rubiaceae (SOUZA; LORENZI, 2005), que inclui mais de 6000 espécies, sendo a maioria delas arbustos tropicais. Desenvolve-se bem entre os trópicos de Câncer e Capricórnio, dependendo da altitude e temperatura. O gênero *Coffea*, apesar de abranger mais de 100 espécies botânicas conhecidas, possui somente duas espécies de importância econômica: *Coffea arabica* L e *C. canephora* Pierre (BERTHAUD; CHARRIER, 1988). Destas, *C. arabica* se destaca por representar aproximadamente 70% da produção mundial, praticamente a mesma proporção encontrada no Brasil (LEÃO, 2009).

O conhecimento sobre a biologia da espécie e principalmente dos fatores relacionados ao desenvolvimento reprodutivo da planta são imprescindíveis para a obtenção de um produto de boa qualidade. Esse fato é relevante, pois os consumidores estão cada vez mais exigentes em relação à qualidade do produto (VIEIRA, CARVALHO, 2000; CHAVES FILHO, 2008).

A maioria das plantas emite as inflorescências na primavera e frutificam no mesmo ano fenológico. O cafeeiro arábica (*Coffea arabica* L.) é uma planta especial, que leva dois anos para completar o ciclo fenológico. No primeiro, formam-se os ramos vegetativos, com gemas axilares nos nós, durante os meses de dias longos (CAMARGO, 2001).

Em todas as plantas superiores, o amido é sintetizado no interior dos plastídios, cuja função dependerá do tipo particular de plastídio e também do tecido vegetal do qual foi derivado (TETLOW; MOREL; EMES, 2004). O amido sintetizado nas folhas é considerado temporário, pois é produzido durante o dia e degradado a noite para fornecer carbono ao metabolismo dos tecidos não fotossintetizantes. Já o amido produzido em tecidos de reserva, atua como um estoque de carbono que em algum momento poderá ser utilizado, em resposta a ação do ambiente. Assim, em uma planta existe a distinção entre órgãos de acúmulo de reserva e órgãos de armazenamento de reserva (CHAPIN; SCHULZE; MOONEY, 1990).

O estágio reprodutivo é de grande importância para qualquer planta, pois em uma visão mais ampla, significa a perpetuação da espécie por meio da produção de sementes. Dessa maneira, o desenvolvimento adequado de estruturas reprodutivas proporciona a planta maior probabilidade de sobrevivência ao longo do tempo (CHAVES FILHO, 2008).

O conhecimento dos fatores que levam a diferenciação de estruturas vegetativas e reprodutivas é essencial para a compreensão da relação planta-ambiente, estritamente fundamental para o manejo adequado da cultura, maximizando o uso de recursos produtivos.

Desta forma, o objetivo da presente pesquisa foi caracterizar anatomicamente os órgãos vegetativos de armazenamento de amido no cafeeiro arábica (*Coffea arabica* L.).

## MATERIAL E MÉTODOS

### Material Vegetal e Condições de Crescimento

Nesse trabalho foram utilizadas plantas de *Coffea arabica* L. cultivar Catuaí com três anos de idade proveniente de sementes coletadas em cafezal localizado na Estação Meteorológica da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, no município de Piracicaba, SP. As plantas foram crescidas em vasos com capacidade de 30 litros contendo substrato orgânico permanecendo no viveiro do laboratório de biologia vegetal do Departamento de Biologia da PUC-GO.

A irrigação no período seco foi realizada a cada dois dias adicionando-se 1000 mL de água em cada vaso e adubação química foi realizada bimestralmente com 20 gramas da formulação NPK 10-10-10, visando atender as necessidades nutricionais das plantas. Os micronutrientes essenciais foram fornecidos através de solução nutritiva (100 mL a cada 15 dias).

### Caracterização Anatômica dos Órgãos de Armazenamento de Amido no Cafeeiro

Para caracterizar e descrever os órgãos armazenadores de amido foram coletadas amostras de ramos plagiotrópicos, da parte apical (20 cm) do caule principal (ramo ortotrópico), e parte do sistema radicular lateral localizado até 40 cm de profundidade. As estruturas vegetativas foram fragmentadas, devidamente identificadas e acondicionadas em recipientes plásticos de 200 mL, contendo solução conservante F.A.A. A solução conservante foi elaborada segundo metodologia descrita por Kraus e Arduin (1997).

As coletas foram realizadas de agosto de 2011 a julho de 2012, onde foram utilizadas cinco plantas que foram colocadas imediatamente nos recipientes com a solução conservante até a realização dos testes histoquímicos e observações anatômicas.

A caracterização anatômica e a detecção do amido nas amostras coletadas foram realizadas no Laboratório de Biologia Vegetal do Departamento de Biologia da Pontifícia Universidade Católica de Goiás – PUC GO. Foram realizadas secções transversais dos tecidos à mão livre que passaram por um processo de reidratação e posterior clarificação com hipoclorito de sódio a 50 g.L-1. Os tecidos provenientes de ramos plagiotrópicos, caule principal e raiz foram submetidos à coloração com azul de metileno e safranina para descrição dos mesmos. Para a identificação e detecção de amido, utilizou-se a solução de lugol a 10 g.L-1. O amido na presença de lugol apresenta coloração escura, por isso é facilmente detectado nos tecidos vegetais. Os tecidos seccionados foram adequadamente montados em lâmina, observados e fotografados em microscópio óptico, marca Zeiss, modelo Axiostar plus acoplado com câmera digital marca Canon DG-5.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

**CAULE:** o caule é um órgão da planta que desempenha diversas funções como sustentação, transporte, armazenamento e produção de folhas e estruturas reprodutivas. Em

dicotiledôneas arbóreas a raiz e o caule continuam a crescer em espessura ou circunferência denominado crescimento secundário devido à ação de dois meristemas laterais: o câmbio vascular e o câmbio da casca (RAVEN et al, 2001).

Ao analisar o caule de Café Catuaí em estrutura secundária (figura 01), evidenciaram-se as seguintes estruturas: periderme, floema secundário, xilema secundário e medula (figura 01A). Nota-se a presença do tecido parenquimático do xilema (figura 01B), atuando como um tecido de preenchimento e ao mesmo tempo de reserva nutritiva, onde suas substâncias são depositadas em organelas citoplasmáticas, chamadas de amiloplastos.

Observa-se na figura 01B os raios xilemáticos formados de células parenquimáticas representado apenas pelo parênquima radial, não sendo detectada a ocorrência de parênquima axial. De acordo com Raven (2001), nos caules lenhosos, a produção de xilema e floema secundários resulta na formação de um cilindro de tecidos vasculares secundários, onde os raios se estendem radialmente através do cilindro.

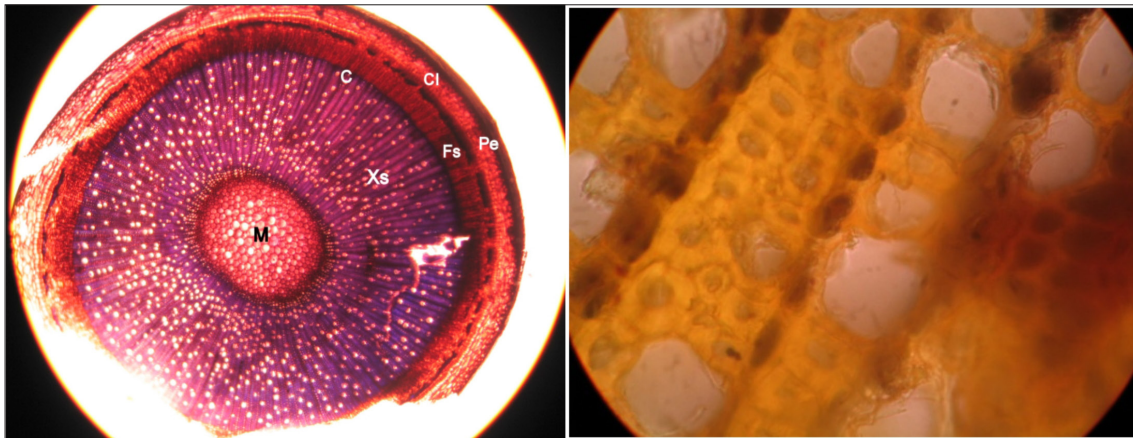


Figura 1: Estrutura do caule (ramo plagiotrópico) de *Coffea arabica*, cultivar Catuaí

Legenda: A – Aspectos gerais do caule (ramos plagiotrópicos) de *Coffea arabica*, cultivar Catuaí em corte transversal evidenciando as estruturas caulinares: Pe = Periderme; Cl = Colênquima; Fs = Floema secundário; Xs = Xilema secundário; C = Câmbio vascular; M = Medula.

B: Região do xilema secundário de ramo plagiotrópico de *Coffea arabica* cultivar Catuaí com amido (células escuras em fileiras) nas células radiais parenquimáticas.

No córtex, a região periférica é formada pela periderme: conjunto de tecidos de revestimento de origem secundária. É composta pelo felema ou súber (camada mais externa), pelo felogênio (tecido meristemático) e pela feloderme. A figura 02 mostra a estrutura de um caule ortotrópico, sendo a mesma bastante similar ao observado para os ramos plagiotrópicos (figura 02B). No parênquima da medula (figura 02B) ocorre intenso acúmulo do amido, assim como também nos raios do xilema, caracterizando essas regiões como acumuladoras deste carboidrato de reserva em plantas.

O floema secundário (figura 02A) também formado por células parenquimáticas, algumas especializadas, como as células companheiras, fibras e esclereídes, além dos elementos crivados é menos abundante em proporção do que o xilema secundário. Percebe-se a presença de pequenos grupos isolados de fibras sobre a região do floema (figura 02A).



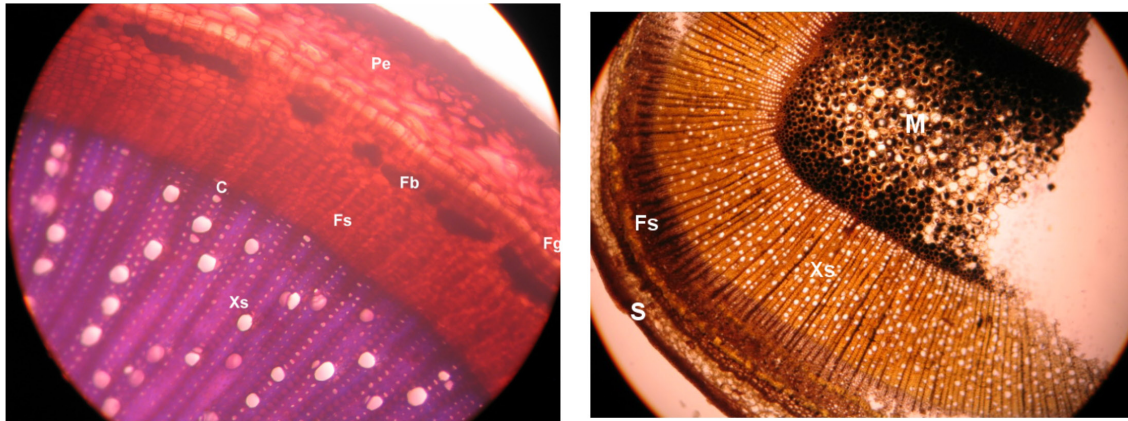


Figura 2: Caule de ramo plagiotrópico de *Coffea arabica*, cultivar Catuaí evidenciando as estruturas caulinares  
 Legenda: Pe = Periderme; Cl = Colênquima; ; Fs = Floema secundário; Xs = Xilema secundário; C = Câmbio vascular; Fb = Fibra do floema secundário; Fl = Felogênio. A: Na região peridérmica (Pe) - mais escura - verifica-se o súber ou felema  
 B: Caule de ramo plagiotrópico de *Coffea arabica*, cultivar Catuaí. Tecido vegetal corado com lugol, evidenciando as regiões escuras com presença de amido. S = Súber

Na Figura 03A, é possível observar em sentido centrípeto, o tecido colênquimático organizado em camadas, predominando o tipo anular. Cutter (2002), afirma que as células do colênquima possuem protoplastos vivos e paredes celulósicas espessas. São células extensíveis com um considerável grau de plasticidade e funcionam como tecido de suporte nos órgãos em crescimento.

Na mesma figura verifica-se a instalação do felogênio que se caracteriza por divisões periclinais na camada subepidérmica. Essa observação também foi descrita por Nakayama (1996).

As fibras do floema podem ser observadas na figura 03B formando uma linha de células espessas com lume celular reduzido. Segundo Apezzato-da-Glória (2006), as fibras quando mantêm o protoplasto vivo na maturidade funcionam como células de reserva de substâncias, atuando de forma similar às células do parênquima, sendo que Braga *et al* (2007) também encontrou as mesmas características em *Priva lappulacea* L. No entanto, neste trabalho, não foi detectada a presença de amido nas fibras, não podendo ser confirmada a função de reserva nos tecidos maduros do caule.

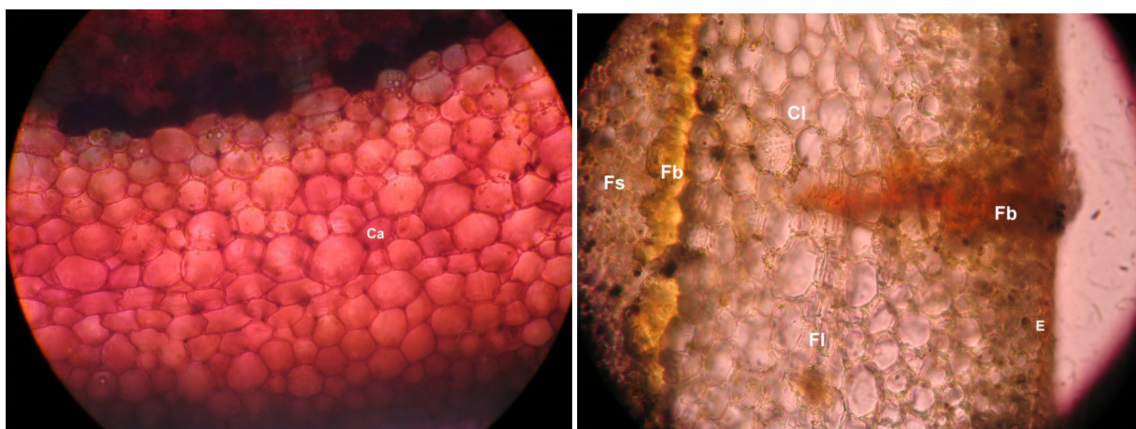


Figura 3: Seção transversal de caule ortotrópico com gemas florais de *Coffea arabica*, cultivar Catuaí  
 Legenda: A – Camadas de células colenquimáticas (Ca = Colênquima anelar)  
 B: Fb = Fibras; E = Epiderme; Cl = Colênquima; Fl = Felogênio; Fs = Floema secundário; E = Epiderme (caracteriza-se por unisseriada)

O floema e xilema secundário caracterizam-se por faixas de fibras e células condutoras, além de apresentar raios parenquimáticos constituídos de células que podem armazenar amido (figura 02B). Para Evert (2013), os tecidos vasculares secundários são responsáveis por um aumento de espessura pela adição lateral de tecidos novos ao corpo primário.

A estrutura secundária do caule é formada pela atividade do câmbio que dá origem aos tecidos vasculares secundários e também do felogênio que dá origem ao revestimento secundário: a periderme. A medula é composta pelo tecido parenquimático, atuando nesse caso como um tecido de preenchimento e ao mesmo tempo de reserva (Figura 04B).

O parênquima é o representante principal do tecido fundamental e é encontrado em todos os órgãos da planta formando um tecido contínuo, como, por exemplo, na medula do caule (EVERT 2013). Suas células são isodiamétricas e possuem paredes delgadas, compostas de celulose, hemicelulose e substâncias pécticas (APEZZATO-DA-GLÓRIA, 2006).

Os testes histoquímicos para amido foram positivos como pode ser observado nas figuras 02B e 04B (caule com flores de Café Catuaí). O amido é um carboidrato complexo e insolúvel, principal reserva de alimento das plantas. É composto de mais de mil unidades de glicose (RAVEN *et al*, 2001). Na presença da solução de iodo, os grãos de amido coram-se, caracteristicamente, de preto azulado. As substâncias alimentares podem ser armazenadas nas inclusões celulares como os grãos de amido dentro da célula (CUTTER, 2002). O amido de reserva ocorre no parênquima do córtex e da medula, nas células parenquimáticas dos tecidos vasculares, no parênquima das folhas crassas, rizomas, tubérculos, frutos, cotilédones e no endosperma das sementes. Possuem formatos variados e frequentemente apresentam lamelação (EVERT,2013).

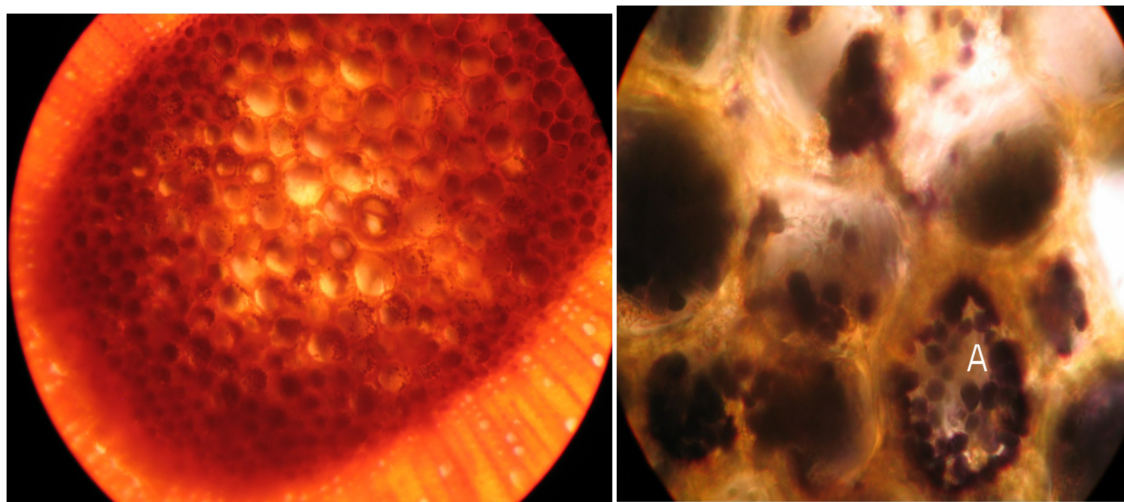


Figura 4: Seção transversal de caule plagiotrópico de *Coffea arabica*, cultivar Catuaí

Legenda: A – Caule sem gemas laterais, flores e frutos evidenciando a quantidade reduzida de grãos de amido no parênquima medular;

B: Caule com flores, evidenciando a medula parenquimática com a presença de grande quantidade de grãos de amido.

Em raízes de *Coffea arabica*, cultivar Catuaí analisadas neste trabalho não foi detectada a presença de medula, caracterizando um cilindro vascular sólido (figura 05A e 05B). No entanto, o armazenamento de amido ocorreu principalmente no parênquima radial do xilema (figura 06A).



Conforme a figuras 06B as células da periderme das raízes, que constitui o revestimento de proteção, pode ser observada a presença de amido em células do súber. Trata-se de um evento incomum, pois, o súber que inicialmente é um tecido vivo, logo morre, e sendo assim, não teria a função de armazenar amido. Porém, nesse caso, provavelmente deve estar vivo, pois o acúmulo de amido presume intensa atividade metabólica.

Kozłowski, 1992, afirma que os carboidratos armazenados em espécies lenhosas são importantes para a manutenção do metabolismo respiratório, o crescimento e a expansão das folhas, a atividade cambial, produção de xilema e floema, crescimento e desenvolvimento de raízes, manutenção do sistema de defesa e, também, o desenvolvimento reprodutivo.

Segundo Chaves Filho (2008), outra vantagem do armazenamento do amido para uso de reserva das próprias raízes, se deve a independência das condições em que a parte aérea está submetida, como a perda da área foliar pela ação biótica ou por qualquer outro tipo de estresse. Assim, a planta poderia se recuperar mesmo que a superfície fotossintetizante fosse totalmente destruída, haja vista que o carbono estocado no caule e nas raízes poderia ser utilizado.

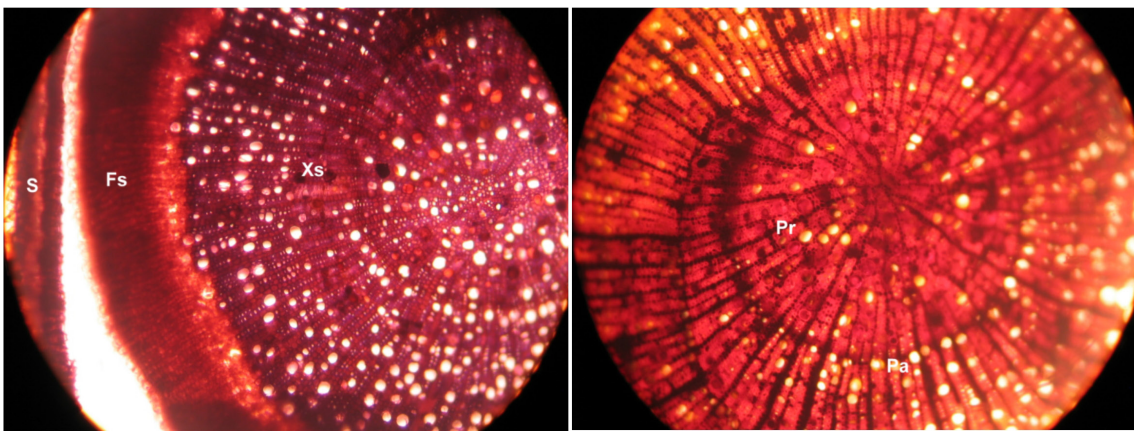


Figura 5: Seção transversal da raiz de *Coffea arabica* cultivar Catuai no seu aspecto geral (A) e tecidos armazenadores de amido

Legenda: A: S = Súber; Fs = Floema secundário; Xs = Xilema secundário;

B: Pr = Parênquima radial (fileiras escuras em raios) e Pa = Parênquima axial (faixa escura em círculo).

Raven *et al.* (2001) afirmam que em plantas bienais, grandes quantidades de alimento são acumuladas nas regiões de armazenamento da raiz durante o primeiro ano, as quais são usadas durante o segundo ano para produzir flores, frutos e sementes.

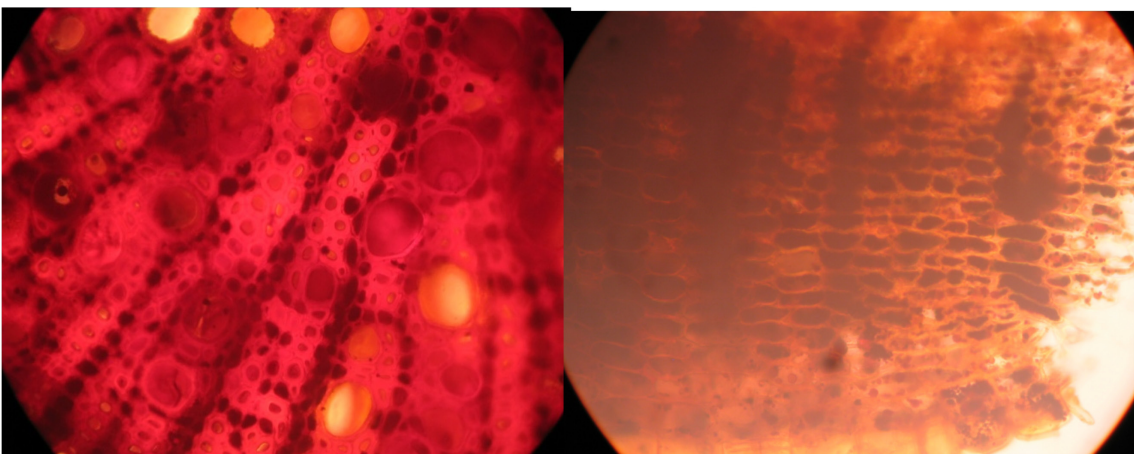


Figura 6: Seção transversal da raiz com gemas florais de *Coffea arabica*, cultivar Catuai

Legenda: A: Xilema evidenciando os raios parenquimáticos. B: Camada peridérmica evidenciando súber com presença de amido.

## CONCLUSÃO

Ramos caulinares (plagiotrópicos e ortotrópicos) pertencentes à espécie *Coffea arabica* L., cultivar Catuaí demonstraram acúmulo de amido em seus tecidos, caracterizando tais órgãos como armazenadores.

A relação entre o acúmulo de carboidratos de reserva e o desenvolvimento fenológico da espécie deve ser melhor estudado, vez que pode estar relacionado com eventos de reprodução e sobrevivência da espécie em condições adversas.

Embora a cultura cafeeira seja de grande importância, pouco se sabe sobre os mecanismos fisiológicos relacionados com a floração do cafeeiro. A compreensão no papel do acúmulo de carboidratos seria de grande contribuição no processo de indução floral, relacionado ao crescimento vegetativo e reprodutivo auxiliando no manejo adequado da espécie em estudo, merecendo novos estudos e pesquisas posteriores.

## ANATOMICAL CHARACTERIZATION OF THE VEGETATIVE ORGANS OF ARABICA COFFEE (*COFFEA ARABICA*)

*Abstract: Coffea arabica L. is a species of the genus Coffea belongs to the Rubiaceae family and is an important source of income in an economic perspective. Knowledge of factors that lead to differentiation of vegetative and reproductive structures is essential for proper crop management, maximizing the use of productive resources. Thus, the presente study aimed to characterize the anatomical organs of vegetative storage starch of Arabica coffee (Coffea Arabica L.).*

*Keywords: Coffea. Anatomy. Starch. Storage organs.*

## Referências

ABIC. Associação Brasileira da Indústria do Café. Disponível em: <http://www.abic.com.br>. Acesso em: 22 ago. 2012.

APEZZATO-DA-GLÓRIA, B.; CARMELLO-GUERREIRO, S.M. *Anatomia vegetal*. 2.ed. atual. Viçosa: Ed. da Universidade Federal de Viçosa, 2006.

BERTHAUD, J.; CHARRIER, A. Genetic resources of *Coffea*. In: CLARKE, R.J.; MACRAE, R. (Ed.). *Coffee*. London: Elsevier Applied Science, 1988. V.4. p.1-42.

BRAGA, J.M.F et al. Morfoanatomia, histoquímica e perfil fitoquímico de *Priva lappulacea* (L.) Pers. (*Verbenaceae*). *Revista Brasileira de Farmacognosia Brazilian Journal of Pharmacognosy*, abr./jun. 2009.

CAMARGO, A.P. de; CAMARGO, M.B.P. de. Definição e esquematização das fases fenológicas do cafeeiro arábica nas condições tropicais do Brasil. *Bragantia*, Campinas, v. 60, n. 1, p. 65-68, 2001.

CARVALHO, A. et al. Aspectos genéticos do cafeeiro. *Revista Brasileira de Genética*, v. 14, p. 135-183, 1991.

CHAVES FILHO, J.T. Variação sazonal do amido em tecidos de reserva do cafeeiro arábica



- na fase reprodutiva. 2008.70p. Tese (Doutorado em Ciências) – Escola Superior de Agronomia Luiz de Queiroz - Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.
- CHAPIN, F.S.; SCHULZE, E.; MOONEY, H.A. The ecology and economics of storage in plants. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics*, Califórnia, v. 21, p. 423-447, 1990.
- CUTTER, E.G. *Anatomia vegetal*. Parte I: Células e Tecidos. São Paulo: Roca, 2002.
- EVERT, RAY, F. *Anatomia das plantas de esau, meristemas, células e tecidos do corpo da planta: sua estrutura, função e desenvolvimento*. 3. ed. São Paulo: Blucher, 2013.
- KOZLOWSKI, T.T. Carbohydrates sources and sinks in wood plants. *The Botanical Review*, New York, v. 58, n.2, p.107-222, apr./jun., 1992.
- KRAUS, E; ARDUIN, M. *Manual básico de métodos em morfologia vegetal*. Seropédica: EDUR, 1997.
- LEÃO, A .P. Caracterização Morfoagronômica de acessos de *Coffea arabica* L. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, 2009.
- MINISTÉRIO DA AGRICULTURA. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br>. Acesso em: 21 ago. 2012.
- RAVEN, P.H; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. *Biologia Vegetal*. 6.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001.
- SOUZA, V.C.; LORENZI, H. *Botânica sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de Angiospermas da flora brasileira, baseado em APG II*. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2005. 639.
- TETLOW, I.J.; MORELL, M.K.; EMES, M.J. Recent developments in understanding the regulation of starch metabolism in higher plants. *Journal of Experimental Botany*, Oxford, v. 55, n. 406, p. 2131-2145, Oct. 2004.
- VIEIRA, M.; CARVALHO, G. Perspectivas para cafés do Brasil. In: ZAMBOLIM, L. *Café: produtividade, qualidade e sustentabilidade*. Viçosa: Ed. da UFV, 2000. p. 75-89.