

ANÁLISE DE COMPOSTOS VOLÁTEIS FÚNGICOS DE GRÃOS DE CAFÉ E SUA INFLUÊNCIA NA BEBIDA

Beatriz T. Iamanaka¹, Felipe Nakano¹, Marina V. Copetti², Aldir A. Teixeira³, Ana R. R. Teixeira³, Eduardo Vicente¹, Neura Braganolo⁴, Marta H. Taniwaki¹

¹ Instituto de Tecnologia de Alimentos, Campinas/SP, beatriz@ital.sp.gov.br

² Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria/RS

³ Assicafé-Assessoria e Consultoria Agrícola, São Paulo/SP

⁴ Universidade Estadual de Campinas, Campinas/SP

RESUMO: O café passa por vários processos até chegar a ser consumido como bebida e vários fatores contribuem para a sua qualidade final, dentre eles a população microbiana presente. Existem evidências, ainda não conclusivas de que vários fungos presentes no café podem produzir uma série de compostos que podem vir a prejudicar a qualidade da bebida. Esta pesquisa teve como objetivos analisar a micobiota dos grãos obtidos em diferentes etapas da cadeia produtiva do café e investigar a produção dos compostos voláteis produzidos pelos isolados e o impacto dos mesmos na qualidade da bebida. Os cafés foram coletados da região de Piraju/SP. Em relação aos isolados houve uma grande diversidade de espécies, dentre elas as mais predominantes foram: *Penicillium brevicompactum*, *Aspergillus foetidus*, *Penicillium sub-crustosum* e *Fusarium* spp. Cafés varreção e bóia (seco e passas no pé) caracterizaram-se pela alta incidência de *Aspergillus foetidus*, apresentando infecção superior a 16% por esta espécie e avaliação sensorial negativa. A *foetidus* produziu compostos voláteis, como 2-butenal, dimetilbisulfeto no meio de cultura e 1-octen 3-ol quando inoculado no café cru. Estes metabólitos são caracterizados pelo aroma desagradável de terra, mofo, estragado e pungente e foram relacionados aos alguns dos compostos responsáveis pelas características negativas na análise sensorial da bebida. Foi constatado também que a presença de algumas espécies fúngicas nos grãos, mesmo em alta porcentagem de infecção, não implicou necessariamente na redução da qualidade sensorial da bebida. Amostras com alta frequência de *Penicillium brevicompactum* apresentaram avaliação final positiva. Esta espécie destacou-se pela produção de vários compostos voláteis com características positivas como aldeídos (2-octenal, decanal e undecanal) com aroma cítrico e herbal, e cetonas (2-nonanona, 3-nonen-2 ona, 2-undecanona e 2 pentadecanona) de aroma frutal e floral. Portanto, metabólitos produzidos durante o desenvolvimento de espécies fúngicas podem estar relacionados à introdução de características sensoriais de sabor ao café, tanto desejáveis quanto indesejáveis.

Palavras-chave: fungos filamentosos, café, compostos voláteis

ANALYSES OF FUNGI VOLATILE COMPOUNDS FROM COFFEE AND THEIR INFLUENCE ON COFFEE BEVERAGE

ABSTRACT: Coffee goes through several processes until consumed as a beverage and many factors contribute to its final quality, including the presence of the microbial population. There is inconclusive evidence that many fungi present in coffee can produce several volatile metabolites that can damage beverage quality. This research had the objectives to analyze the mycobiota of the coffee beans obtained on the different stages of coffee production chain and investigate the production of volatile compounds produced by the isolates and the impact of them on the beverage quality. The samples were collected at Piraju/MG region. In relation of the isolates there was a considerable diversity of species and the following were among the most predominant: *Penicillium brevicompactum*, *Aspergillus foetidus*, *Penicillium sub-crustosum* and *Fusarium* spp. Coffee beans collected from the soil along with the over-ripe ones were a highly incidence of *Aspergillus foetidus* with a percent infection above 16% and a negative sensorial evaluation. *Aspergillus foetidus* produced volatile compounds such as 2-butenal, dimethyl disulfite in the culture medium and 1-octen-3-ol when inoculated on the raw coffee. These metabolites were characterized by as unpleasant aroma of soil, musty, rotten and pungency and they were related as one of the responsible compounds for the negative characteristics of the sensorial analyses. In this work the presence of some fungal species were found in the beans with even at high levels of infection, did not necessarily result in a decrease of the sensorial evaluation. Samples with a high percentage of *Penicillium brevicompactum* infection had a positive final evaluation. This specie stood out from the rest due to the production of many volatile compounds with positive characteristics such as aldehydes (2-octenal, decanal and undecanal) showing citric and herbal aromas and cetones (2-nonanone, 3-nonen-2-one, 2-undecanone and 2-pentadecanone) showing frutal and floral aroma. Therefore, metabolites produced during fungal growth can be related to the insertion of sensorial properties of flavour on coffee, both positive or negative.

Key-words: filamentous fungi, coffee, volatile compounds

INTRODUÇÃO

O café é um produto agrícola cuja qualidade final é resultado da contribuição de vários fatores, tais como, a genética da planta, as condições climáticas, tipo de colheita, adubação, maturação, cuidados na colheita, secagem, beneficiamento, armazenamento, transporte e torração. Dentre estes a população microbiana presente e as condições de que fizeram uma ou outra espécie prevalecer estão entre os fatores que afetam a qualidade dos grãos e da bebida. Esta contaminação dos grãos é bastante diversificada e complexa, envolvendo a participação de bactérias, bolores e leveduras, com a predominância de um ou outro grupo, dependendo da etapa do processo e das condições ambientais. Os primeiros trabalhos publicados correlacionando a presença de microrganismos com a qualidade do café produzido no Brasil datam de 1936 (Krug, 1940), quando se detectou a presença de micélio do fungo *Fusarium* sp. numa amostra de grãos classificados como “ardidos”. Estudos realizados posteriormente demonstraram que vários bolores, entre eles espécies de *Fusarium*, *Cladosporium*, *Colletotrichium*, *Penicillium*, *Trichoderma*, *Aspergillus* e *Gliocladium* incidem sobre os frutos do cafeeiro no terreiro, acelerando o processo de fermentação dos frutos. As principais injúrias ou danos pré-colheita são: infecção dos frutos, ainda na planta, por microrganismos, ataque de insetos no fruto, o que facilita a infecção microbiana e o desenvolvimento de microrganismos do solo nos grãos caídos (Carvalho *et al.*, 1997). A presença dos defeitos preto, ardido, stinker e “rio” em um lote de grãos de café está diretamente relacionada com a contaminação fúngica conseqüente de más práticas agrícolas como a permanência por tempo prolongado dos grãos no pé (chamados grãos passas) e em contato com o solo (café de varrição, derriça no solo), causando a contaminação dos grãos por espécies de *Aspergillus*, *Penicillium* e outros. E pelo excesso de fermentação, resultando na alta concentração de compostos sulfurados, ésteres e ácidos de cadeia curta produzidos por bactérias e leveduras (Illy & Viani, 2005).

Os fungos são conhecidos como produtores de uma larga quantidade de metabólitos voláteis (Larsen & Frisvad, 1995a). Estes metabólitos têm sido estudados para alguns propósitos, dentre eles, como indicadores de deterioração fúngica em alimentos e rações animais através da identificação de “off-flavours” (Karahadian *et al.*, 1985; Borjesson 1993; Hocking *et al.*, 1998) e também como ferramenta para identificação entre espécies de fungos (Larsen, 1998).

Existem evidências, ainda não conclusivas, de que vários fungos presentes no café podem produzir metabólitos voláteis que causam “off-flavours”, prejudicando a qualidade da bebida. Até o momento poucos estudos têm relacionado à contaminação fúngica com as características da bebida, existindo assim a real necessidade de um estudo mais aprofundado, a fim de conhecer e identificar os fungos presentes em várias etapas da produção do café, avaliar os compostos químicos produzidos por estas espécies e correlacionar com as características sensoriais da bebida.

MATERIAL E MÉTODOS

Amostras

Aproximadamente 2 Kg de cada amostra foram coletados para as análises. Grãos obtidos a partir das diferentes etapas do processamento foram avaliados: cereja (fruto) e varrição (frutos, secos e passas do chão), bóia e verde (do lavador) e grãos do terreiro e da estocagem.

Análise Micológica

A superfície dos grãos de cafés foi desinfetada através da imersão em solução de hipoclorito de sódio 0,4% durante 1 minuto. Em seguida 10 grãos foram plaqueados em 5 placas de Petri contendo Ágar Dicloran Glicerol 18% (DG18) com cloranfenicol, totalizando 50 grãos. As placas foram incubadas à 25°C por 5 a 7 dias. Os resultados foram expressos em percentagem de grãos infectados internamente, conforme a metodologia de Pitt & Hocking (1997).

Identificação dos fungos

Após a avaliação global da infecção fúngica, cada cepa foi isolada em meio Czapek Extrato de Levedura (CYA) e mantida a 25°C por 5 dias. Para a identificação de espécies de *Penicillium* spp. os isolados foram identificados conforme a chave de identificação de Pitt (1988) e para as espécies de *Aspergillus* spp. a chave de Klich & Pitt (1988). As demais espécies foram identificadas de acordo com Pitt & Hocking (1997).

Análise sensorial da bebida

O café cru foi torrado a 220°C por 5 a 6 minutos em torrador marca Probat tipo BRZ4, e submetido a três testes de degustação: infuso, diluído de espresso e espresso, conforme metodologia descrita em Illy&Viani (2005). Para o teste de infuso, 10 g de pó foi adicionado de 100 mL de água à 90°C e para o teste de espresso e diluído de espresso, a bebida foi preparada com 13 g do pó e 50 mL água a 90°C sob pressão (9bar), com tempo de percolação de 30 segundos e diluição do espresso (1:2) com água a temperatura 80°C respectivamente, seguido da avaliação sensorial. A máquina para o preparo do espresso foi a La Marzocco com 2 grupos (modelo 2G-EE).

Inoculação no café

Foram avaliados as seguintes espécies: *Aspergillus foetidus*, *Penicillium crustosum* e *Penicillium brevicompactum*. Estas foram inoculadas no café esterilizado com radiação ionizante (raios gama – Co-60) na dose de 10KGy, seguido da avaliação sensorial. Além disso, os metabólitos voláteis desses fungos no meio de cultura também foram identificados.

Antes de serem inoculados no café, os fungos foram testados quanto à produção de metabólitos tóxicos relacionados com as espécies estudadas segundo Filtenborg *et al.* (1983) e nenhum isolado apresentou a capacidade de produção de micotoxinas. Foi preparado um inoculo de 10^6 UFC/mL para a contaminação das amostras.

Análise dos compostos voláteis

Para a captura dos voláteis foi utilizada a fibra SPME DVB/CarboxenTM/PDMS da Supelco, através da técnica de headspace. Os voláteis foram extraídos a 65°C/30min. Após a adsorção os compostos voláteis foram diretamente injetados no cromatógrafo gasoso. Para separação e identificação dos compostos voláteis foi utilizado o cromatógrafo gasoso (6890 Agilent) com detector de massas (5973 Agilent). Os voláteis foram dessorvidos da fibra diretamente no injetor de temperatura programável (PTV) a 270°C, com tempo de “splitless” de 0,7min. As demais condições cromatográficas foram: coluna Supelcowax 60m x 0,25mm x 0,25µm (polar), com programação de temperatura no forno de 40°C (3 min) a 250°C e aquecimento de 5°C/min. O detector de massas foi acondicionado para trabalhar com energia de ionização de 70 eV em modo varredura (SCAN). As temperaturas foram fixadas em 230°C para a fonte de íons e 150°C no quadrupolo. Para a identificação dos voláteis foi realizada a comparação dos espectros de massas obtidos para cada composto com aqueles disponíveis na biblioteca Nist 98 e altas similaridades (> 90%) foram consideradas. Para a confirmação da identidade dos compostos, foi calculado o Índice de Retenção de Kovats experimental obtido após a injeção e análise da sequência de alcanos, e comparado com os índices reportados na literatura e obtidos utilizando as mesmas condições deste ensaio. Para os compostos cujo Índice de Kovats não foi encontrado na literatura, a identificação foi realizada apenas pela comparação dos espectros de massas e estes compostos foram considerados “tentativamente identificados”.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta o total de fungos e as principais espécies isoladas dos grãos de Piraju e os resultados da análise sensorial. Cerca de 45% das amostras apresentaram infecção fúngica maior que 70%, mesmo aquelas cujo resultado da avaliação sensorial no *espresso* foi positivo. As principais espécies isoladas foram *Penicillium brevicompactum*, *Penicillium sub-crustosum*, *Aspergillus foetidus*, *Aspergillus westerdijkiae* e *Fusarium lateritium*. Dentre as amostras que apresentaram avaliação sensorial negativa (50%), encontraram-se todos os cafés bóia (5 amostras) e varreção (2 amostras), três amostras de cafés verde (imaturos) e um café da estocagem (tulha). Todas as amostras de café bóia avaliadas apresentaram características negativas como fermentado, “stinker” (fermentado acentuado), mofo e imaturo e todas apresentaram infecção fúngica total maior que 30%. Dentre as espécies fúngicas isoladas nestas amostras, foi possível verificar a alta incidência de *Aspergillus foetidus*, variando a porcentagem de infecção de 0 a 34% e média de 15,2%. Assim como o café bóia, a bebida preparada com o café varreção também apresentaram os mesmos resultados, acrescentando as descrições riado e sujo. Nestas amostras, além da presença de *Penicillium* spp, foi possível verificar a alta infecção por *Aspergillus foetidus* (16 a 64%) e *Aspergillus westerdijkiae* (0 a 30%). Nesses cafés a bebida apresentou avaliação final negativa e as características descritas foram mofo, riado, fermentado, amargo e imaturo. *Penicillium brevicompactum* esteve presente em 96% das amostras analisadas, inclusive no café cereja. A média de infecção por essa espécie foi de 23,3%, variando de 0 a 70%. Nas amostras cujo resultado da avaliação sensorial foi positiva, também foi possível verificar a alta incidência dessa espécie, com média de 46% e variação de 10 a 70% de infecção. As principais características positivas obtidas foram aroma caramelo, floral, suave e doce. Outra espécie de *Penicillium* presente nas amostras, porém em menor incidência, foi *Penicillium sub-crustosum*, presente em 55% das amostras e apresentando média de infecção de 6,6%, variando de 0 a 34%.

Características indesejáveis como fermentado, mofo e terra estiveram presentes na amostra inoculada com *Aspergillus foetidus* e fermentado forte e imaturo na amostra inoculada com *Penicillium sub-crustosum*, conferindo a essas bebidas, resultados negativos na avaliação sensorial final. O contrário ocorreu com o café inoculado com *Penicillium brevicompactum*. Este apresentou avaliação final positiva e características desejáveis como presença de aroma floral, caramelo e doçura. A presença do aroma floral também foi detectada diretamente nos grãos inoculados com esta espécie, antes mesmo do preparo da bebida. A amostra controle, sem contaminação, apresentou avaliação final positiva, com características no *espresso* de chocolate, amargor e adstringência, indicando que as alterações realizadas nos grãos, não interferiram negativamente nas características sensoriais da bebida final.

Em relação aos metabólitos voláteis produzidos pelos fungos *Penicillium brevicompactum*, *Penicillium sub-crustosum* e *Aspergillus foetidus* em ágar Czapek Extrato de Levedura, vários foram os compostos identificados. *Penicillium brevicompactum* destacou-se pela produção de vários aldeídos, como 2-octenal, decanal e undecanal caracterizados pelos aromas cítricos, frescos e herbal respectivamente, e cetonas, como 2-nonanona, 3-nonen 2-ona, 2-undecanona caracterizados pelo aroma frutal. Além disso, outros compostos como 4-metil tiazole, 1-deceno e 1,2-diclobenzeno, caracterizados pelo aroma agradável e limoneno com aroma cítrico, também foram identificados. Börjesson *et al.* (1992) reportaram alta produção de acetona pela mesma espécie em aveia e trigo, bem como 3-pentanona, 2-butanona, 2-propanol, 2-metil 1-butanol, 2-metilfurano e 3-metilfurano. Vários compostos derivados de benzeno, apresentando odor doce aromático, foram produzidos por *Penicillium sub-crustosum*, dentre eles 1-etil 2,4,5-trimetil benzeno; 1,1-dimetil propil benzeno; 1-etil 3,1 metiletil benzeno e pentametil benzeno. Além destes, foram

identificados 1-octen 3-ona, com aroma de cogumelo e terra; naftaleno e ciclopentadieno, ambos com aroma de cânfora; 1,6-octadien 3-ol com aroma floral e pentil ciclopropano com aroma de éter de petróleo. Segundo estudos que avaliaram a produção de voláteis por espécies de *Penicillium* ssp. (Larsen, 1998 e Larsen & Frisvad, 1995) foi verificado que em meio ágar extrato de levedura-sacarose (SYES), geosmina, 2-metil-isoborneol, dimetilbissulfeto e estireno foram produzidos por *Penicillium sub-crustosum*. De acordo com os autores, geosmina produziu odor de terra, 2-metil-isoborneol produziu odor de mofo e dimetilbissulfeto odor de podridão que, juntamente com o estireno, encobriram os outros odores produzidos por esta espécie. *Aspergillus foetidus* destacou-se pela produção de vários compostos, alguns com características sensoriais negativas como 2-butenal (aroma pungente), 1,3 bis (1,1 dimetil etil) benzeno (odor de vegetal estragado), 2-nonanol (odor de pimenta), ácido acético, 2- pentil furano (odor de terra) e dimetilbissulfeto (odor sulfuroso). Em estudo realizado por Fiedler *et al.* (2001) *Aspergillus niger*, fungo semelhante morfológicamente ao *Aspergillus foetidus*, foi capaz de produzir os seguintes compostos em ágar Extrato de Malte, 1-octen-3-ol (odor de terra), 3-octanol (odor de cera, gordura), acetona e 3-octanona (odor herbal).

No café inoculado com *Penicillium brevicompactum* foi detectada a presença de cetonas como 3-octanona de odor herbal e 2-pentadecanona caracterizado por apresentar aroma floral. Este composto pode ser um dos responsáveis pelas características positivas da bebida, detectadas na análise sensorial. Além desses compostos foram identificados também álcoois como 2-metil 1-propanol e 1-hexanol e outros compostos como 2,6-bis 1,1- dimetil 4-etil phenol e mycene. Este último apresenta odor agradável, é encontrado em plantas e utilizado em indústria de perfumaria. No café inoculado com *Penicillium sub-crustosum* foi detectada a presença predominante de álcoois e 1,2,3,4 tetrahidronaftaleno, que apresenta odor de mistura de benzeno e mentol e também identificado como aguarrás. No café inoculado com *Aspergillus foetidus*, foi detectada somente a presença de álcoois como 2-metil 1-propanol, 1-octen 3-ol e 3-metil 1-butanol. O composto 1-octen 3-ol é caracterizado por apresentar odor de terra e mofo. Borjesson *et al.*, (1993) estudando compostos produzidos por fungos em meio de cultura, identificaram voláteis de espécies de *Aspergillus* e *Penicillium* com odor desagradável em ágar aveia, dentre eles o dimetilbissulfeto e 1-octen 3-ol, 2-metilisoborneol com odor de terra e a geosmina, 1-metox 3-metilbenzeno e metilfenol com odor desagradável. A presença dos compostos como 2,4,6-tricloranisol (TCA) e geosmineol (MIB) foi detectada em café e relatada como responsável pelo defeito terra e mofo por alguns autores (Spadone *et al.*, 1990, Cartegiani *et al.*, 2001). Neste trabalho esses compostos não foram detectados com os fungos no meio de cultura e tampouco nos café inoculados, contudo, foi confirmada a presença do composto 1-octen 3-ol no café inoculado com *Aspergillus foetidus*, apresentando as mesmas características de odor de mofo e que pode estar relacionado com a avaliação final negativa da bebida. No meio de cultura, *A. foetidus* produziu maior número de compostos com características sensoriais negativas como: 2-butenal (aroma pungente), benzeno 1,3 bis (1,1 dimetil etil) (odor de vegetal estragado), 2-nonanol (odor de pimenta), ácido acético, 2- pentil furano (odor de terra) e dimetilbissulfeto (odor sulfuroso). A presença do defeito stinker ocasionado pela fermentação excessiva dos grãos e que cuja bebida é caracterizada pelo aroma e sabor “estragado” e “podre”, já foi relacionado com o composto dimetilbissulfeto em estudos realizados por Guyot *et al.*(1991). A alteração das características sensoriais da bebida nas amostras inoculadas com o fungo pode também ser decorrente não somente dos compostos voláteis como também dos compostos químicos não voláteis, que após o processo de torração, sofrem modificações e/ou interações químicas com outros compostos, dando origem àqueles responsáveis pelas características finais da bebida.

CONCLUSÕES

Neste trabalho inicial foi possível avaliar as alterações que algumas espécies fúngicas podem causar no café e na qualidade sensorial da bebida e identificar alguns dos possíveis compostos voláteis responsáveis por conferir estas características. Neste aspecto, o conhecimento da microbiota presente torna-se uma ferramenta bastante útil e pode ser utilizada para prever e/ou completar as informações sobre a qualidade final da bebida. Contudo mais estudos são necessários visto que várias outras espécies fúngicas estão presentes e o grau de infecção pode variar de acordo com as diferentes regiões produtoras do Brasil, além da importância de se estudar a interação das espécies e ação desta sobre a produção de compostos voláteis.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BORJESSON, T. Volatile fungal metabolites as indicators of mould growth in stored cereals. PhD. Thesis. Swedish University of Agricultural Sciences. Uppsala. ISBN 91-576-4706-2, 1993.
- BORJESSON, T.; STOLLMAN, U.; SCHNURER, J. Volatile metabolites produced by six fungal species compared with other indicators of fungal growth on cereal grains. *Applied and Environmental Microbiology*, 58: 2599-2605, 1992.
- CANTERGIANI, E.; BREVARD, H.; KREBS, Y.; FERIA-MORALES, A.; AMADO, R.; YERETZIAN, C. Characterization of the aroma of green Mexican coffee and identification of mouldy/earthy defect. *European Food Research and Technology*, 212: 648-657, 2001.

- CARVALHO, V.D.; CHAGAS, S.J.R.; SOUZA, S.M.C. Fatores que afetam a qualidade do café. *Inf. Agropecuária*, 18: 5-20, 1997.
- FILTENBORG, O.; FRISVALD, J.C.; SVENDENSEN, J.A. Simple screening method for molds producing intracellular mycotoxins in pure cultures. *Applied and Environmental Microbiology*, 45: 581-585, 1983.
- GUYOT, B.; COCHARD, B.; VICENT, J. C. Détermination quantitative du diméthylsulfide et du diméthylidissulfide dans l'arôme de café. *Café Cacao Thé*, 35 : 49-56, 1991.
- HOCKING, A D.; SHAW, K.J.; CHARLEY, N.J.; WHITFIELD, F.B. Identification of an off-flavour produced by *Penicillium solitum* in margarine. *Journal of Food Mycology*. 1: 23-30, 1998.
- ILLY, A. & VIANI, R. *Espresso Coffee: The Science of Quality*. San Diego: Academic Press, 2nd edition, 398p, 2005.
- KARAHADIAN, C.; JOSEPHSON, D.B.; LINDSAY, R.C. Volatiles compounds from *Penicillium* sp. contributing must-earth notes to brie and camembert cheese flavours. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 33: 339-343, 1985.
- KLICH, M.A. & PITT, J.I. *A Laboratory Guide to Common Aspergillus species and their Teleomorphs*. Sydney: Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization, 115p, 1988
- KRUG, H.P. Cafés duros II. Um estudo sobre a qualidade dos cafés de varrição. *Revista do Instituto do Café*, 26: 636-638, 1940.
- LARSEN, F. O.; CLEMENTSEN, P.; HANSEN, M., MALTBAEK; N., LARSEN; T. O., NIELSEN, K. F.; GRAVESEN, S.; SKOV, P. S.; NORN, S. Volatile organic compounds from the indoor mould *Trichoderma viride* cause histamine release from human bronchoalveolar cells. *Inflammation Research*, 47: S5-S6, 1998
- LARSEN, T. O. & FRISVAD, J. C. Comparison of different methods for collection of volatile chemical markers from fungi. *Journal of Microbiological Methods*, 24: 135–144, 1995a.
- PITT, J.I. *A Laboratory Guide to Common Penicillium Species*. Sydney: Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization, 187p, 1988.
- PITT, J.I. & HOCKING, A.D. *Fungi and food spoilage*. London: Blackie Academic & Professional, 593p, 1997
- FIEDLER, K.; SCHÜLTZ, E.; GEH, S. Detection of microbial volatile organic compounds (MVOCS) produced by moulds on various materials. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 204: 111-121, 2001.
- SPADONE, J.C.; TAKEOKA, G.; LIARDON, R. Analytical investigation of Rio off-flavor in green coffee. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 38: 226-233, 1990.

Tabela 1 – Fungos isolados de café cru de Piraju (SP) e avaliação sensorial

Origem	Total isolados (% infecção total)	Nº isolados (% de grãos infectados)															Avaliação Sensorial	
		<i>P. crustosum</i>	<i>P. brevicomp</i>	<i>A. westerdijkiae</i>	<i>A. foetidus</i>	<i>A. carbonari</i>	<i>F. lateritium</i>	<i>F. oxysporium</i>	<i>F. semitectum</i>	<i>Cladosporium</i> sp.	<i>Eurotium</i> sp.	<i>Fusarium</i> sp.	<i>Penicillium</i>	Fungos	<i>Mucor</i> sp.	<i>Aspergillus</i>		Leveduras
Cereja	32 (64)	4 (8)	25 (50)		2 (4)		1 (2)											2
Cereja	18 (36)	1 (2)	9 (18)							2 (4)		3 (6)		3 (6)				2
Bóia	15 (30)		4 (8)	2 (4)	9 (18)													Infuso- leve fermentado <i>Espresso</i> : leve, fermentado, imaturo acentuado, adstringente forte
Bóia	28 (56)	5 (10)	7 (14)		11 (22)		5 (10)											Infuso-fermentado, mofo <i>Espresso</i> : stinker
Verde	38 (76)		9 (18)	2 (4)	20 (40)		5 (10)	1 (2)	1 (2)									Infuso-fermentado forte <i>Espresso</i> : fermentado forte
Verde	29 (58)	5 (10)	9 (18)								6 (12)	6 (12)	4 (8)					Infuso – Regular <i>Espresso</i> : Madeira forte, mofo, fermentado <u>Avaliação final</u> : negativa
Tulha ¹	51 (100)	4 (8)	13 (26)	2 (4)	3 (6)		14 (28)	13 (26)	2 (4)									Infuso-regular <i>Espresso</i> : aroma chocolate, bom corpo, adstringente
Tulha ¹	67(100)		35 (70)	1(2)	3(6)		19 (38)	6(12)		3(6)								Infuso-regular <i>Espresso</i> : aroma caramelo, suave, leve adstringente
Tulha ¹	15(30)		5 (10)		8 (16)		2(4)											Infuso- limpo <i>Espresso</i> : aroma floral e caramelo, suave, doce

Tulha ¹	69(100)	14 (28)	31 (62)		15 (30)	2(4)	6(12)	1(2)										Infuso- regular <i>Espresso</i> : aroma caramelo, suave, leve adstringente
--------------------	---------	------------	------------	--	------------	------	-------	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

¹ Cereja descascado

² Não realizado devido a alta umidade

Tabela 01 – continuação

Origem	Total isolados (% infecção total)	Nº isolados (% de grãos infectados)															Avaliação Sensorial		
		<i>P. crustosus</i>	<i>P. brevicornis</i>	<i>A. Westerdykii</i>	<i>A. foetidus</i>	<i>A. carbonaria</i>	<i>F. lateritium</i>	<i>F. oxyspori</i>	<i>F. semitectum</i>	<i>Cladosporium</i>	<i>Eurotium</i> <i>m. sp.</i>	<i>Fusarium</i> <i>m. sp.</i>	<i>Penicillium</i> <i>um sp.</i>	<i>Fungus dematiaceus</i>	<i>Mucor</i> <i>sp.</i>	<i>Aspergillus</i> <i>us sp.</i>		<i>Leveduras</i>	
Tulha ¹	48(96)	8 (16)	25 (50)															2(4)	Infuso-Regular <i>Espresso</i> : Corpo regular, aroma discreto, caramelo, leve adstringência Avaliação final: positiva
Bóia ²	24(48)	4(8)	3(6)	1(2)														2(4)	Infuso-Regular <i>Espresso</i> : Madeira forte, adstringência forte Avaliação final: negativa
Tulha ¹	48(96)	1(2)	26 (52)		1(2)													3(6)	Infuso –Regular <i>Espresso</i> : Aroma discreto, caramelo, pouco corpo, leve adstringência Avaliação final: positiva
Varreção	54(100)	17 (34)	5 (10)		32 (64)														Infuso e <i>espresso</i> – leve fermentado,

																		imaturo acentuado
Varreção	74(100)		24 (48)	15 (30)	8 (16)				25 (50)		2(4)							Infuso-sujo, mofo, riado <i>Espresso</i> : sujo, verde acentuado, amargo.
Verde	34(68)		3(6)									25 (50)	3(6)	1(2)		1(2)		Infuso- Regular <i>Espresso</i> : Aroma floral, caramelo, pouco corpo Avaliação final: positiva
Bóia	44(88)		10 (20)		17 (34)					1(2)		13 (26)	8(16)			2(4)	1(2)	Infuso e <i>espresso</i> : fermentado, mofo, amargo Avaliação final: negativa
Bóia	31(62)	7(14)	10 (20)		1(2)							3(6)	13 (26)				1(2)	Infuso – Regular <i>Espresso</i> : Madeira, fermentado forte (stinker) Avaliação final: negativa
Beneficiado ¹	22(44)				3(6)					1(2)		13 (26)	4(8)	1(2)				Infuso: Regular <i>Espresso</i> : suave, bom aroma, floral, caramelo, doce Avaliação final: positiva
Tulha ¹	23(72)		4(8)	2(4)	11 (22)							17 (34)						Infuso e <i>espresso</i> : Fermentado, madeira, verde acentuado Avaliação final: negativa
Verde ¹	29(58)	3(6)	11 (22)	2(4)	1(2)							6 (12)	3(6)	2(4)	1(2)			Infuso e <i>espresso</i> : madeira, mofo, fermentado forte

																		(stinker) Avaliação final: negativa
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	---

¹ Cereja descascado

² Não realizado devido a alta umidade